

## DOCUMENTO 1. MEMORIA Y ANEJOS

## MEMORIA



## ÍNDICE

### MEMORIA

|  |    |
|--|----|
| 1.- ANTECEDENTES .....                                       | 1  |
| 2.- OBJETO .....   | 2  |
| 3.- UBICACIÓN .....  | 2  |
| 4.- MEMORIA DESCRIPTIVA .....                                | 3  |
| 4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS .....                 | 3  |
| 4.1.1.- TDUS .....   | 5  |
| 4.1.1.1.- GREEN ROOFS .....                                  | 5  |
| 4.1.1.1.1.- G.R.1. CUBIERTA CONVENCIONAL SOLADA .....        | 6  |
| 4.1.1.1.2.- G.R.2. CUBIERTA CON GRAVA .....                  | 6  |
| 4.1.1.1.3.- G.R.3. CUBIERTA CON CAPA VEGETAL INTENSIVO ..... | 7  |
| 4.1.1.1.4.- G.R.4. CUBIERTA CON CAPA VEGETAL EXTENSIVO ..... | 8  |
| 4.1.1.2.- FIRMES POROSOS .....                               | 9  |
| 4.1.1.2.1.- F.P.1. PAVIMENTO IMPERMEABLE .....               | 9  |
| 4.1.1.2.2.- F.P.2. PAVIMENTO DE ADOQUINES DE HORMIGÓN .....  | 10 |
| 4.1.1.2.3.- F.P.3. PAVIMENTO DE HORMIGÓN POROSO .....        | 10 |
| 4.1.1.3.- ZANJAS DRENANTES .....                             | 11 |
| 4.1.1.3.1.- Z.D.1. FONDO IMPERMEABILIZADO CON DREN .....     | 11 |
| 4.1.1.3.2.- Z.D.2. FONDO PERMEABLE .....                     | 13 |
| 4.1.2.- SISTEMAS DE MEDICIÓN DE CAUDALES .....               | 13 |
| 4.1.2.1.- CÁMARAS DE AFORO .....                             | 14 |
| 4.1.2.2.- POZO DE MEDICIÓN CON SENSORES DE NIVEL .....       | 21 |
| 4.1.3.- CASETA DE CONTROL .....                              | 21 |
| 4.1.4.- INFRAESTRUCTURAS INSTALADAS .....                    | 22 |
| 4.1.4.1.- AGUAS DE PROCESO .....                             | 22 |
| 4.1.4.2.- RED DE ABASTECIMIENTO .....                        | 23 |
| 4.1.4.3.- RED DE BAJA TENSIÓN Y CONTROL .....                | 24 |
| 5.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA .....                           | 26 |
| 6.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....                               | 27 |
| 7.- ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO .....                   | 27 |
| 8.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES .....                             | 31 |
| 8.1.- MUROS TDUS .....                                       | 31 |
| 8.2.- CASETA DE CONTROL .....                                | 31 |
| 8.3.- CÁMARAS DE AFORO .....                                 | 32 |
| 9.- SERVICIOS AFECTADOS .....                                | 33 |
| 10.- PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA .....                     | 33 |
| 11.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....                     | 33 |
| 12.- PRESUPUESTO .....                                       | 34 |
| 13.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....                       | 34 |
| 14.- SEGURIDAD Y SALUD .....                                 | 35 |
| 15.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA .....                      | 35 |
| 16.- MEDICIÓN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE OBRA .....      | 36 |
| 17.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....               | 37 |
| 18.- CONCLUSIONES .....                                      | 39 |
| ANEJOS A LA MEMORIA .....                                    | 40 |

## 1.- ANTECEDENTES

El transporte y gestión de las aguas de lluvia de entorno urbano, ha estado tradicionalmente enfocado para la recogida y transporte de la totalidad de la lluvia precipitada, siendo esta conducida a la EDAR a través de los colectores generales o al medio receptor. Este paradigma lleva asociados grandes instalaciones de transporte e inercia.

Desde hace tiempo, se proponen otra serie de alternativas para la minimización de las aguas de escorrentía transportadas por medio de las denominadas Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS). EL correcto conocimiento de estas técnicas se puede traducir en un menor coste de las infraestructuras dado que si se lamina el pico de los hietogramas de entrada, se podrán conseguir sistemas de drenaje y colectores principales con menor tamaño e, incluso, una minimización de los volúmenes de los tanques de tormenta para un periodo de retorno similar. Por otro lado, en el caso de sistemas ya existentes, en tareas de crecimiento urbanístico, la correcta aplicación de estas técnicas podría diferir en el tiempo la necesidad de aumentar la capacidad de transporte de las redes de drenaje implicadas.

El desarrollo urbanístico supone una progresiva impermeabilización del suelo con incidencia directa y negativa en el ciclo hidrológico natural del agua. La reducción de espacios verdes vegetados disminuye la intercepción natural y la evapotranspiración, y el aumento de la impermeabilidad reduce el volumen de infiltración. Como consecuencia de ello, se generan volúmenes de escorrentía netamente mayores acelerando los tiempos de respuesta e incrementando el riesgo de inundaciones.

Las actividades humanas generan, tanto en la atmósfera como en la superficie de las cuencas urbanas, una amplia variedad de contaminantes en forma de contaminación difusa. Durante los episodios de precipitación, la contaminación acumulada en la superficie es conducida hacia la red de colectores. El impacto en el medio receptor se traduce en problemas derivados del descenso de la concentración de oxígeno disuelto, el incremento de las concentraciones de nutrientes (riesgo de eutrofización), la contaminación por agentes patógenos y la acumulación de elementos tóxicos. Además, socialmente aumentan los costes de potabilizar el agua.

Los sistemas de drenaje convencionales cada vez requieren depurar un mayor volumen de agua de lluvia. Este hecho implica la necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, dando así cabida a las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS).



El objeto de las TDUS es reproducir en la medida de lo posible el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas, logrando así el propósito de disminuir la cantidad de escorrentía, maximizar la integración paisajística y el valor socio-ambiental de la actuación.

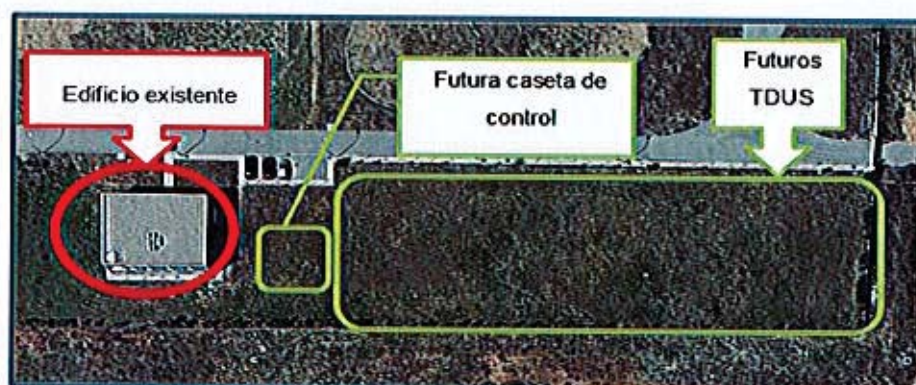
Debido a la falta de estudios fiables y lo suficientemente documentados para sacar resultados concluyentes, se llevarán a cabo una serie de pruebas piloto para obtener los datos necesarios, y así llevar a cabo una comparación contrastada entre las técnicas tradicionales de drenaje urbano y las técnicas sostenibles, que es el objeto del presente proyecto.

## 2.- OBJETO

El objeto del presente proyecto es la definición de detalle de las obras e instalaciones necesarias para la ejecución de Diferentes Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible.

## 3.- UBICACIÓN

Las actuaciones a realizar se ubican en la EDAR de Meco.



Las coordenadas aproximadas de los puntos extremos de la actuación, referidas al ETRS89 son:

- UTMx=474969,59; UTM<sub>y</sub>=4486573,86
- UTMx=475071,26; UTM<sub>y</sub>=4486627,67

#### **4.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

##### **4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS**

Se describen a continuación las obras necesarias para llevar a cabo los diferentes Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible planteadas y desarrolladas en el Proyecto, cumpliendo las directrices marcadas por el Canal de Isabel II Gestión, S.A. (Canal Gestión).

El planteamiento general del proyecto consiste en definir la obra civil necesaria para ejecutar diferentes tipologías de elementos de drenaje sostenible (TDUS), así como los sistemas de recogida de aguas de ellos para una posterior medición de los caudales drenados y análisis de las aguas, con el fin de poder obtener los distintos hidrogramas y polutogramas de los distintos eventos acontecidos.

El estudio se basa en analizar el comportamiento de cada una de estas TDUS, y definir el proceso necesario para la medición de los caudales de agua drenada, obteniéndose así los correspondientes hidrogramas de salida.

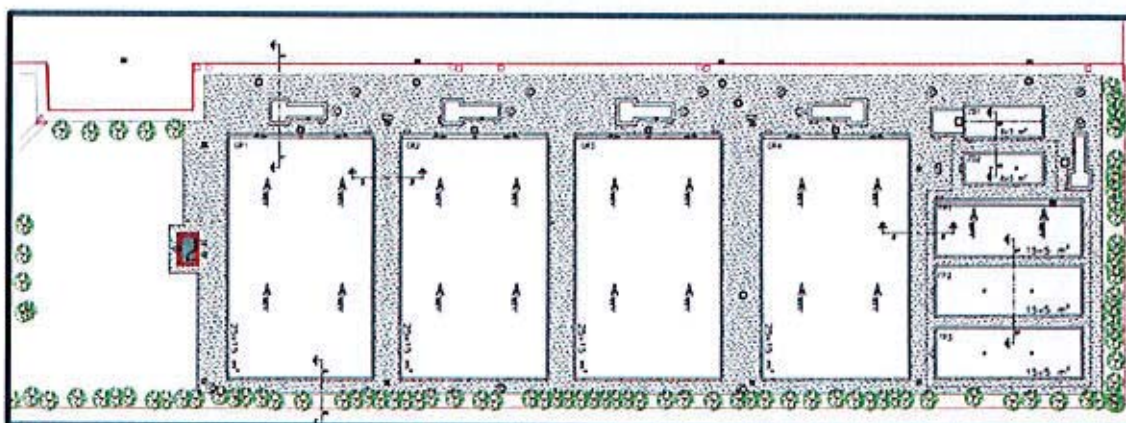
En el estudio a realizar a posteriori, se pretende la recogida de muestras de aguas de las distintas TDUS para poder obtener los respectivos polutogramas, que podrán ser comparados directamente entre sí, en la distinta evolución de los eventos de lluvias.

Para ello será necesario dejar prevista una adecuada configuración a nivel de obra civil para la instalación de los sistemas de control y automatización mínimos necesarios para una correcta gestión de los registros obtenidos.

La implantación de todo el sistema se realiza en una parcela de la EDAR de Meco de propiedad del Canal de Isabel II.

Para la determinación de la ubicación exacta se ha buscado un área que permita agrupar todo el sistema en un único espacio, minimizando la interferencia en los trabajos de la planta.





La zona de implantación se encuentra en la franja Sur-Este de la EDAR, junto al edificio de Control de la misma.

En ella se situarán las siguientes instalaciones:

- TDUS
- Sistemas de medición de caudales:
  - Cámaras de aforo
  - Pozos de medición con sensor de nivel
- Caseta de Control
- Infraestructuras necesarias:
  - Red de aguas de proceso (aguas recogida en las TDUS)
  - Red de abastecimiento
  - Red de baja tensión y control

En lo referente a las técnicas de drenaje urbano sostenible (TDUS), se han desarrollado tres diferentes: **Green Roofs**, **Firmes Porosos** y **Zanjas Drenantes**, optando por distintas tipologías para cada una de ellas.

Para la medición de los caudales de las aguas drenadas de las TDUS se plantean dos opciones:

- Mediante cámaras de aforo. Se empleará esta opción en las TDUS que se ejecuten dentro de cubetas de hormigón. En este caso el agua drenada se concentrará en un pozo-arqueta de recogida, que mediante tubo se comunica con la cámara aforadora.
- Mediante sondas de nivel. Se empleará esta opción en las TDUS que posibilitan la infiltración de las aguas de lluvia al terreno natural y por tanto no se dispone en ellas un recipiente de fondo que recoja estas aguas. Por tanto serán todas aquellas que

se ejecuten sobre el terreno natural y se encuentran delimitadas únicamente por muros para evitar la contaminación de aguas procedentes del exterior de la superficie de recogida.

El sistema de recogida de agua se explica detalladamente en el apartado de aguas de proceso.

#### 4.1.1.- TDUS

Se han proyectado tres tipologías diferentes de TDUS: cubiertas verdes o green roofs, firmes porosos y zanjas drenantes. En todas ellas la premisa de partida es la recogida exclusiva de las aguas de lluvia que caen sobre la superficie de las mismas, evitando aportes externos y/o pérdidas, por este motivo se adoptan estructuras distintas dependiendo de la tipología.

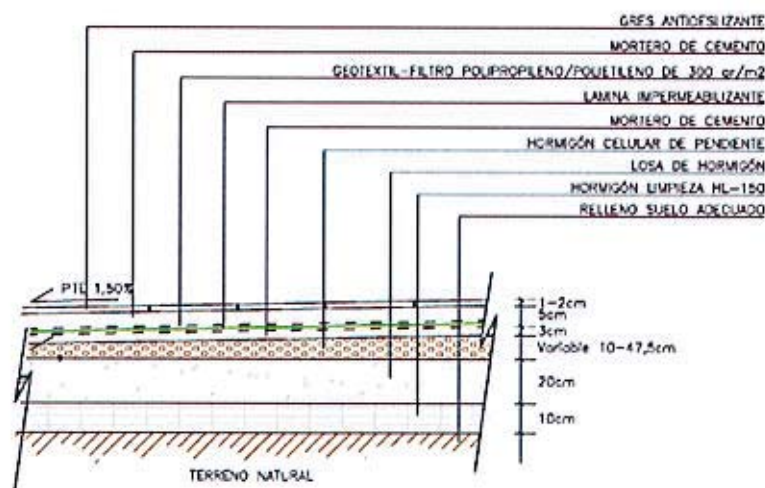
Las TDUS diseñadas son las que se describen a continuación.

##### 4.1.1.1.- GREEN ROOFS

Se ejecutarán dentro de cubetas de hormigón de dimensiones interiores 25 x 15 metros, con losa inferior y muros de 20 cm de espesor. En cada una de las cubetas se colocarán las capas de los diferentes materiales que componen cada una de las 4 secciones tipo, estudiadas.

En los cuatro casos, la recogida de las aguas drenadas y/o de escorrentía (según el caso), se realizará mediante una pendiente superficial o pendiente en capas intermedias, que llevará el agua hasta el punto central de uno de los lados cortos de la cubeta, que estará a su vez conectado con un pozo perteneciente a la red de agua de proceso.

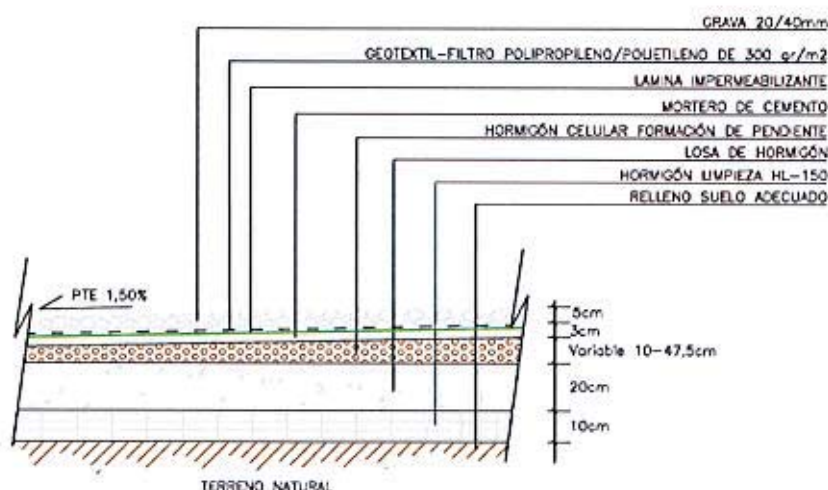
#### 4.1.1.1.1.- G.R.1. CUBIERTA CONVENCIONAL SOLADA



En esta sección, sobre el hormigón celular de pendientes se colocará una capa de 3 cm de mortero de cemento, a continuación una lámina de PVC-P para impermeabilizar la superficie, sobre ella se colocará un filtro de polipropileno/polietileno de 300 gr/m<sup>2</sup>.

Sobre el filtro se colocará una capa de 5 cm de mortero de cemento y a continuación las baldosas de gres antideslizante.

#### 4.1.1.1.2.- G.R.2. CUBIERTA CON GRAVA



Es el acabado típico de una cubierta impermeabilizada con soporte tipo grava.

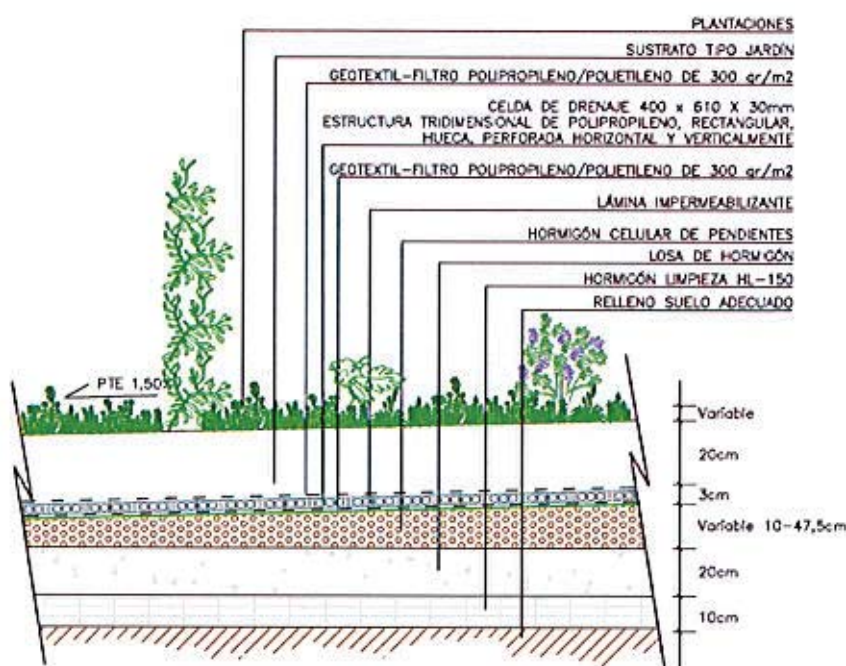


Tal y como se observa en el dibujo, sobre el hormigón celular para pendientes se colocará una capa de 3 cm de mortero de cemento y sobre ella una lámina impermeabilizante de PVC-P.

A continuación se colocará un filtro de polipropileno/polietileno sobre el que se colocará una capa de 5 cm de grava 20/40 mm.

#### 4.1.1.1.3.- G.R.3. CUBIERTA CON CAPA VEGETAL INTENSIVO

La disposición de capas es la siguiente:



Sobre la losa de hormigón de la cubeta, se dispondrá una capa de hormigón celular con la que se realizará la pendiente que hará conducir el agua hacia el punto de desagüe.

Sobre ella se dispondrá una lámina impermeabilizante de polietileno de 1,5 mm de espesor y a continuación un filtro de polipropileno.

Sobre el filtro se colocará una estructura tridimensional de polipropileno rectangular hueca perforada horizontal y verticalmente de dimensiones 400 x 610 x 30 mm. La función de esta estructura es la de drenar y conducir el agua percolada del sustrato superior hasta el punto de recogida, sirviendo este de canal de recogida y conducción.

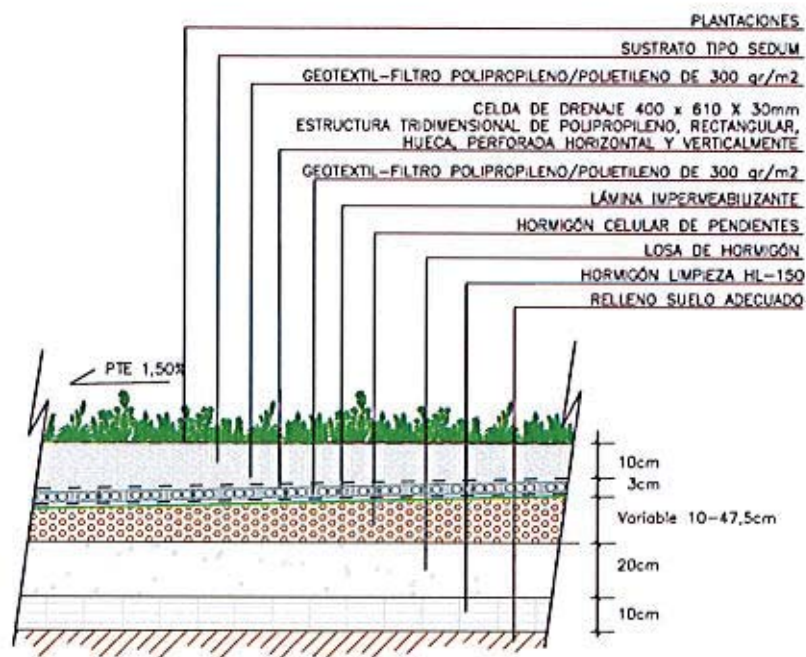
Por encima de la estructura tridimensional drenante se colocará otro filtro de polipropileno.



Sobre el filtro que protege la estructura drenante se colocarán 20 cm de sustrato vegetal tipo Jardín.

Sobre este sustrato se colocará una capa vegetal con plantaciones, tal y como se observa en el esquema.

#### 4.1.1.1.4.- G.R.4. CUBIERTA CON CAPA VEGETAL EXTENSIVO



Como su palabra indica, el sistema extensivo, está pensado para la minimización de los mantenimientos de la cubierta vegetal, siendo la vegetación capaz por si misma de perdurar en el tiempo sin necesidad de aportes adicionales de agua de los dados por las lluvias eventuales del clima estacional.

Esta solución es similar a la anterior, pero cambiando el sustrato tipo Jardín, por el sustrato tipo Sedum, y reduciendo su espesor a 10 cm.

Este sustrato, apropiado para ajardinamientos extensivos, es un producto reciclado de alta calidad y se compone de cerámica especialmente escogida y triturada y otros componentes minerales mezclados con compost vegetal y turba rubia.

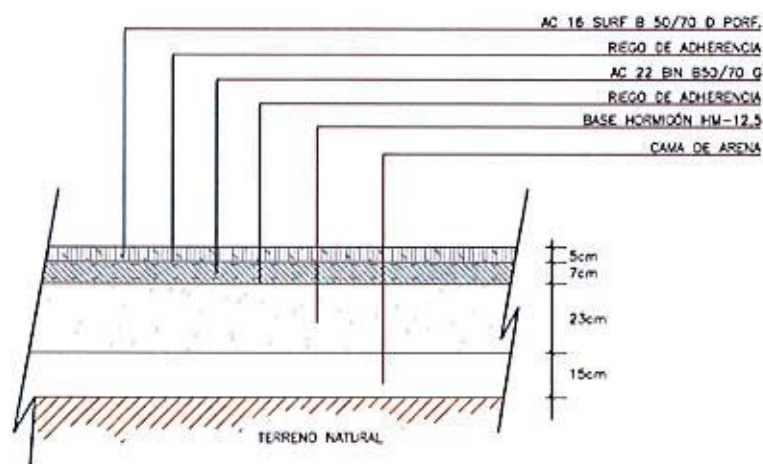
Sobre este sustrato se realizarán ajardinamientos extensivos con las especies de la lista de plantas "Sedum Tapizante-Sedum". La plantación podrá realizarse con plantas en alveolo, con esquejes o con una combinación de ambos.

#### 4.1.1.2.- FIRMES POROSOS

Esta tipología de TDUS, se implantará en superficies de 15 x 5 m<sup>2</sup>, delimitadas por muros de 20 cm de espesor y una altura variable entre 56 y 65 cm, dependiendo del firme poroso del que se trate.

##### 4.1.1.2.1.- F.P.1. PAVIMENTO IMPERMEABLE

La sección tipo proyectada es la siguiente:



La primera capa a extender sobre el terreno natural previamente explanado, serán 15 cm de arena. A continuación, 23 cm de hormigón en bases HM-12,5.

Sobre esta base hormigón se realizará un riego de adherencia tipo ECR-1, para colocar posteriormente 7 cm de mezcla bituminosa tipo AC-22 BIN B50/70 G.

A continuación se ejecutará otro riego de adherencia tipo ECR-1.

Y en la superficie, 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC16 SURF B50/70 D, como capa de rodadura final.

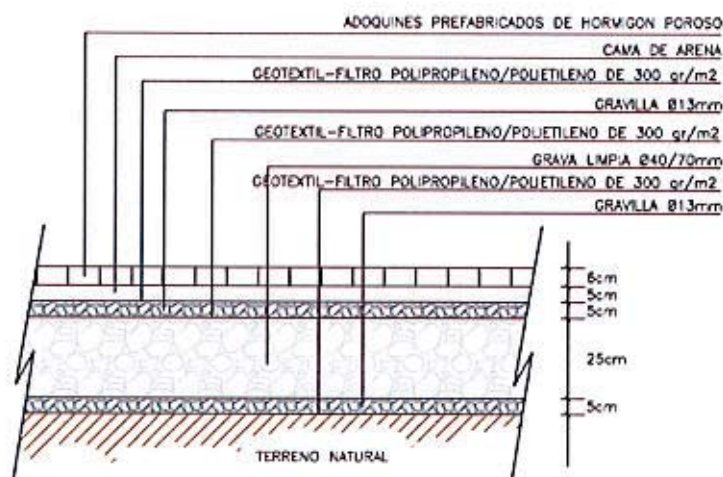
Al tratarse de una superficie impermeable, la recogida de las aguas de escorrentía se realizará mediante una cuneta ejecutada en la superficie a lo largo de uno de los lados mayores. Toda la superficie tendrá una pendiente en sentido transversal hacia la cuneta del 2%.

El proceso constructivo para ejecutar este pavimento, será el siguiente:

- En primer lugar se ejecutará la cimentación del muro

- Seguidamente se efectuará el extendido de las capas de firme
- A continuación se realizará el corte de los derrames del firme
- Y por último se ejecutará el encofrado y hormigonado de los muros.

#### 4.1.1.2.2.- F.P.2. PAVIMENTO DE ADOQUINES DE HORMIGÓN



Es un firme flexible tipo, sección utilizada con frecuencia en zonas peatonales.

En primer lugar, sobre el terreno natural previamente explanado y nivelado se colocará un filtro de polipropileno y sobre ella una capa de 5 cm de gravilla de 13 mm de tamaño medio.

A continuación una capa de 25 cm de espesor de grava limpia de tamaño comprendido entre 40 y 70 mm.

Sobre ella, una capa de 5 cm de gravilla de tamaño medio 13 mm.

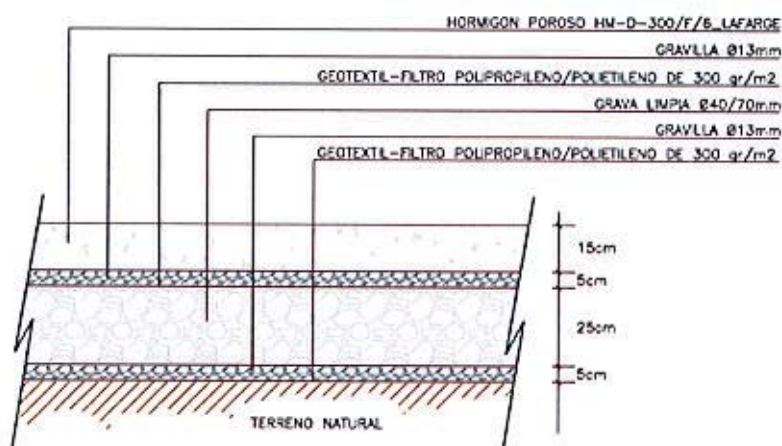
A continuación se colocará otro filtro de polipropileno que evitará la contaminación del material.

Por encima de esta lámina se colocará una cama de arena de 5 cm sobre la que apoyarán los adoquines de hormigón poroso, de 6 cm de espesor, con los que se realizará el acabado superficial.

Al tratarse de una TDUS sin solera de hormigón, es decir, ejecutada directamente sobre el terreno natural nivelado, la manera de medir los caudales drenados será mediante dos pozos de medición con fondo en terreno natural, que se describen en el apartado 4.2.3.

#### 4.1.1.2.3.- F.P.3. PAVIMENTO DE HORMIGÓN POROSO





La sección tipo es similar a la anterior, cambiando únicamente la terminación superficial. Estaría indicada en zonas de aparcamiento y viales con poco tráfico pesado.

La configuración es, sobre el terreno natural nivelado se colocará un filtro de polipropileno, para posteriormente extender una capa de 5 cm de gravilla (13 mm), sobre ella una de grava de 25 cm, por encima se colocará otro filtro de polipropileno/polietileno y sobre él una capa de 5 cm de gravilla (13 mm).

Como acabado superficial se colocará una capa de 15 cm de hormigón poroso HM-D-300/F/6.

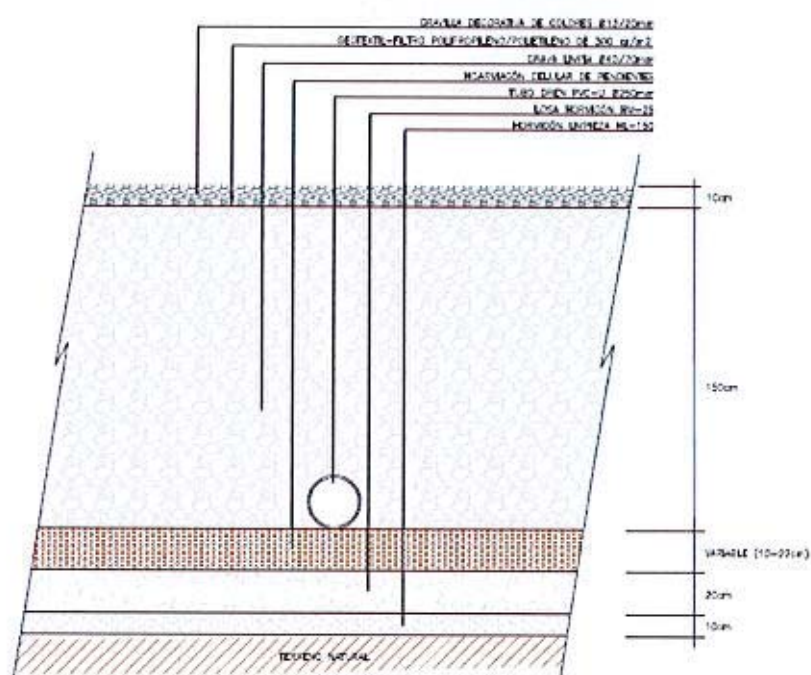
Al igual que la F.P.2, la medida de los caudales drenados por esta tipología se realizará mediante dos pozos de medición con fondo en terreno natural.

#### 4.1.1.3.- ZANJAS DRENANTES

Se proyectan dos tipos de zanjas drenantes con superficies de dimensiones 8 x 3 m<sup>2</sup> cada una.

##### 4.1.1.3.1.- Z.D.1. FONDO IMPERMEABILIZADO CON DREN

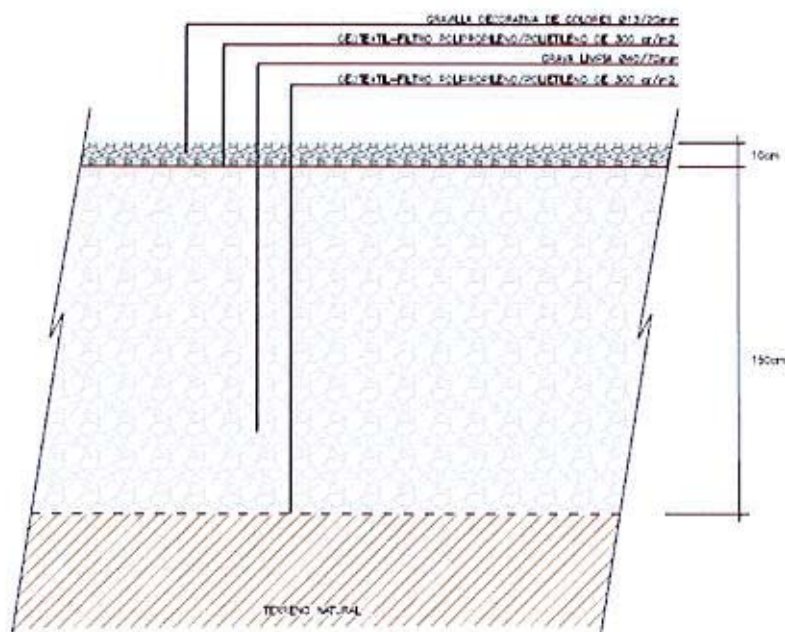
Esta tipología de TDUS se ejecutará en una cubeta de dimensiones interiores 8 x 3 m<sup>2</sup> con una altura de muros de 1,75 m, y espesor de 20 cm, al igual que la losa inferior. Estará compuesta por las siguientes capas de materiales:



- Sobre la losa inferior de la cubeta se colocarán 150 cm de grava limpia de tamaño comprendido entre 40 y 70 mm.
- Sobre ella se colocará un filtro de polipropileno/polietileno.
- Y se acabará superficialmente con 10 cm de gravilla decorativa de colores de tamaño medio comprendido entre 13 y 20 mm.

En la parte inferior y sobre la solera de hormigón se colocará un tubo dren con pendiente longitudinal del 1%, que recogerá las aguas drenadas y las conducirá a un pozo ejecutado en el exterior de la TDUS y que comunicará a su vez con la cámara aforadora CZD, que se describe más adelante.

#### 4.1.1.3.2.- Z.D.2. FONDO PERMEABLE



Esta TDUS pretende que el agua percole directamente limpia al terreno natural, evitando la recogida.

En este caso, la zanja drenante se ejecutará delimitada por muros (sin solera), de manera que sobre el terreno natural previamente nivelado se colocará un filtro de polipropileno y sobre ella 15 cm de grava limpia de tamaño comprendido entre 40 y 70 mm, a continuación otro filtro de polipropileno y como acabado superficial 10 cm de gravilla decorativa de colores de tamaño medio comprendido entre 13 y 20 mm.

En este caso, para cuantificar el agua drenada se colocarán dos *pozos de medición con fondo en terreno natural*, en los que se albergará el correspondiente sensor de nivel, sistema descrito en el apartado 4.2.3.

#### 4.1.2.- SISTEMAS DE MEDICIÓN DE CAUDALES

Para la medición de los caudales de las aguas drenadas de las TDUS se plantean dos opciones:



- Mediante cámaras de aforo. Se empleará esta opción en las TDUS que se ejecuten dentro de cubetas de hormigón. En este caso el agua drenada se concentrará en un pozo-arqueta de recogida, que mediante tubo se comunica con la cámara aforadora.
- Mediante sondas de nivel. Se empleará esta opción en las TDUS que posibiliten la infiltración de las aguas de lluvia al terreno natural y por tanto no se dispone en ellas un recipiente de fondo que recoja estas aguas. Por tanto serán todas aquellas que se ejecuten sobre el terreno natural y tan solo se encuentran delimitado únicamente por muros para evitar la contaminación de aguas procedentes del exterior de la superficie de recogida.

#### 4.1.2.1.- CÁMARAS DE AFORO

Se proyectan tres tipos de cámaras aforadoras:

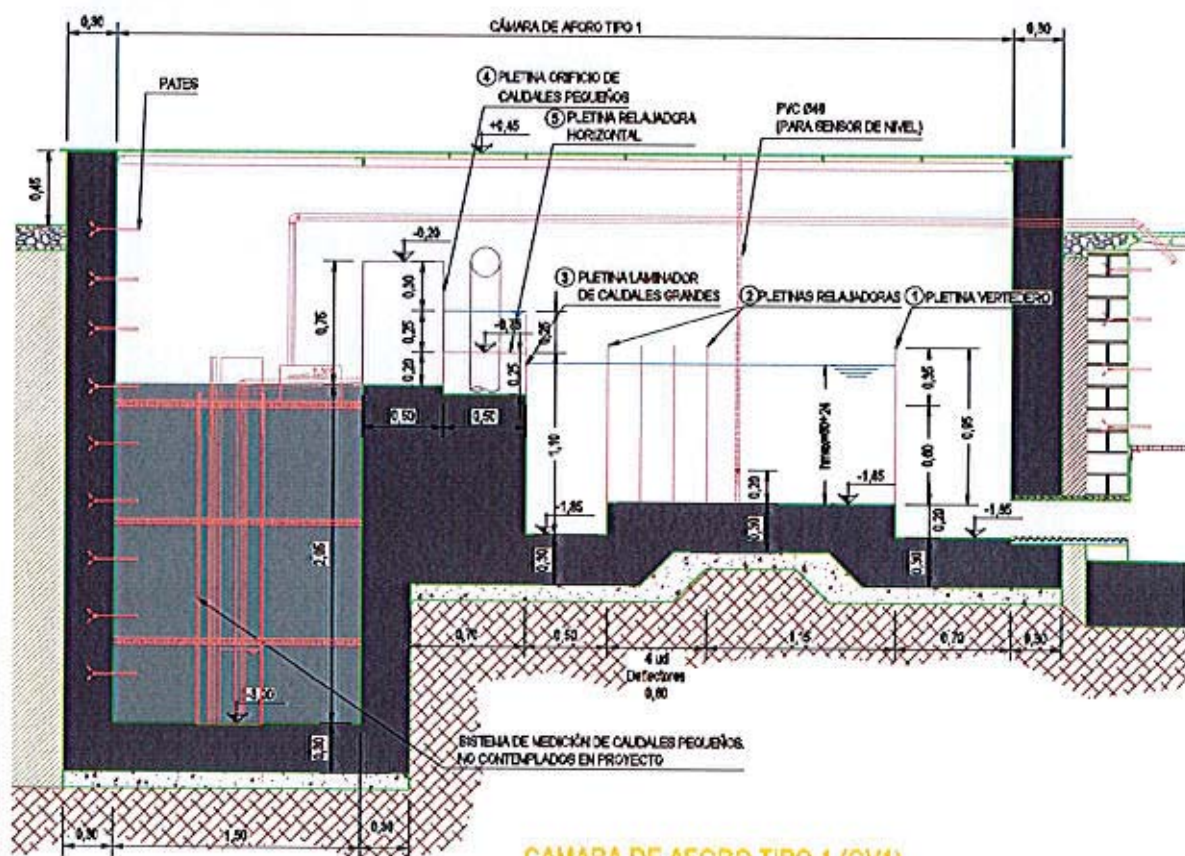
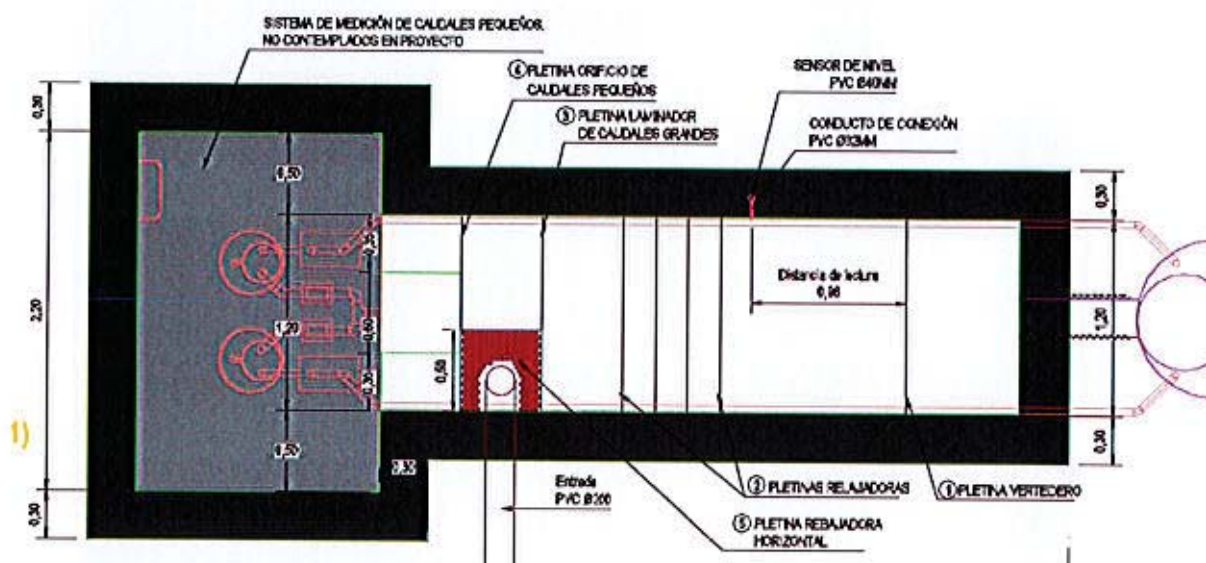
- CV1: cámara aforadora tipo 1. Es la cámara aforadora asociada a los Green Roofs GR1, GR2, GR3 y GR4.
- CV2: Es la cámara aforadora asociada al Firme Poroso FP1
- CZD: Es la cámara aforadora asociada a la Zanja Drenante ZD1

Las cámaras aforadoras CV1 y CV2, disponen de dos sistemas de medida en el mismo elemento, para caudales grandes y para caudales pequeños. La diferencia entre estos dos tipos es únicamente las dimensiones geométricas de la estructura.

Se colocarán juntas tipo "water stop" para impermeabilizar las uniones de soleras y alzados de muros, ya que se realizarán en distintas fases.

La cámara aforadora CZD, por su parte, únicamente dispone de sistema de medida para caudales pequeños, que son los que se obtendrán según el estudio realizado en el Anejo nº5 de cálculo hidrológico e hidráulico.

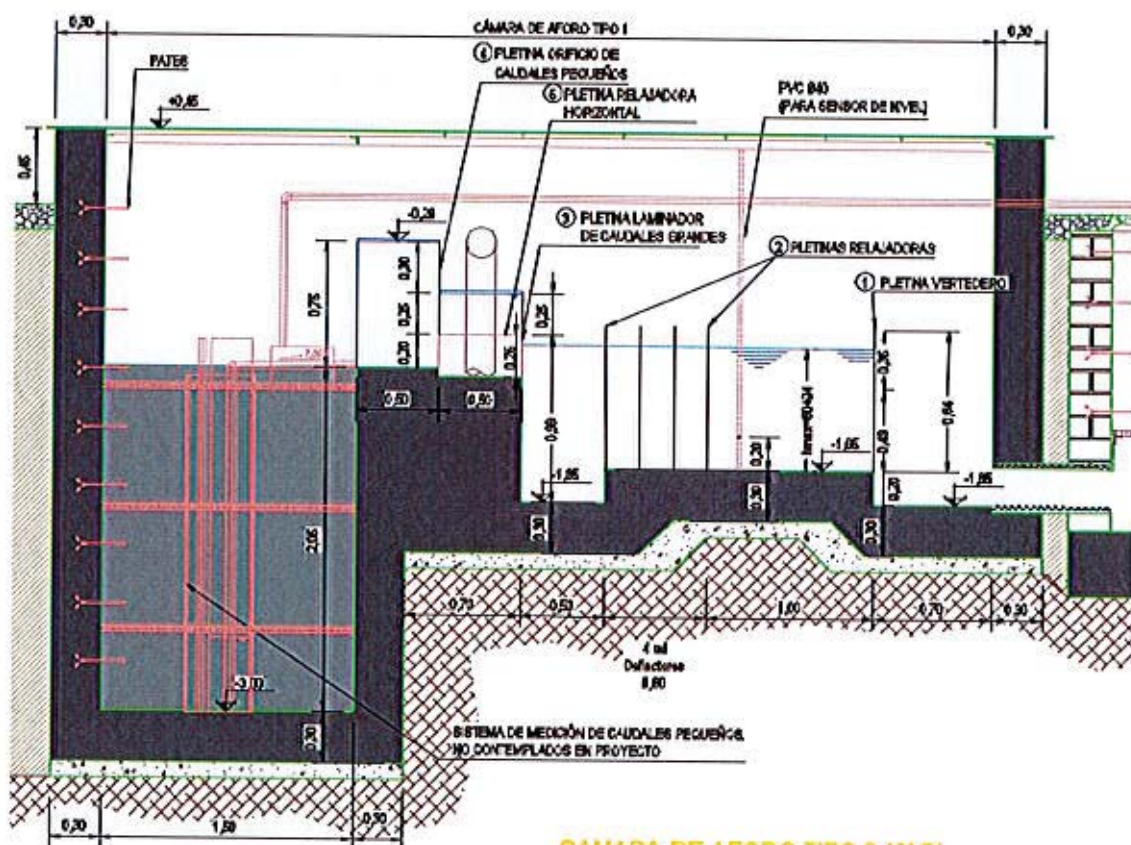
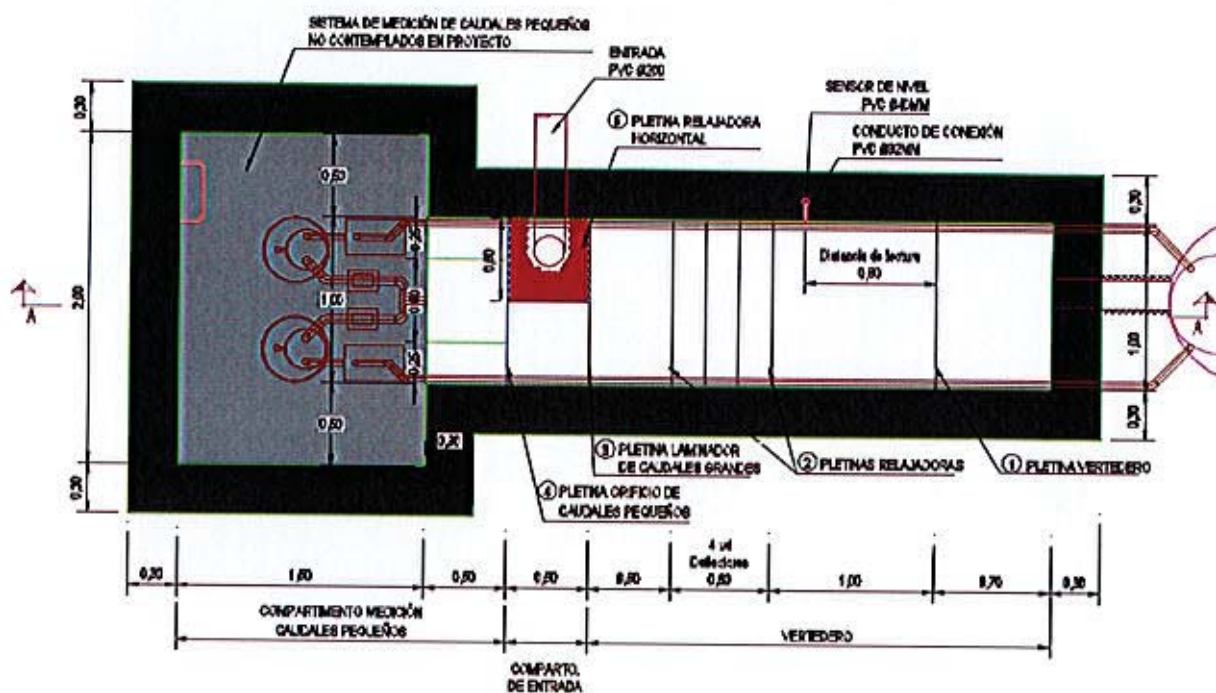
La cámara tipo CV1 es una estructura rectangular de hormigón armado HA-25 con forma de "T" tumbada, con las dimensiones en planta y alzado que se observan en los esquemas siguientes:



CAMARA DE AFORO TIPO 1 (CV1)

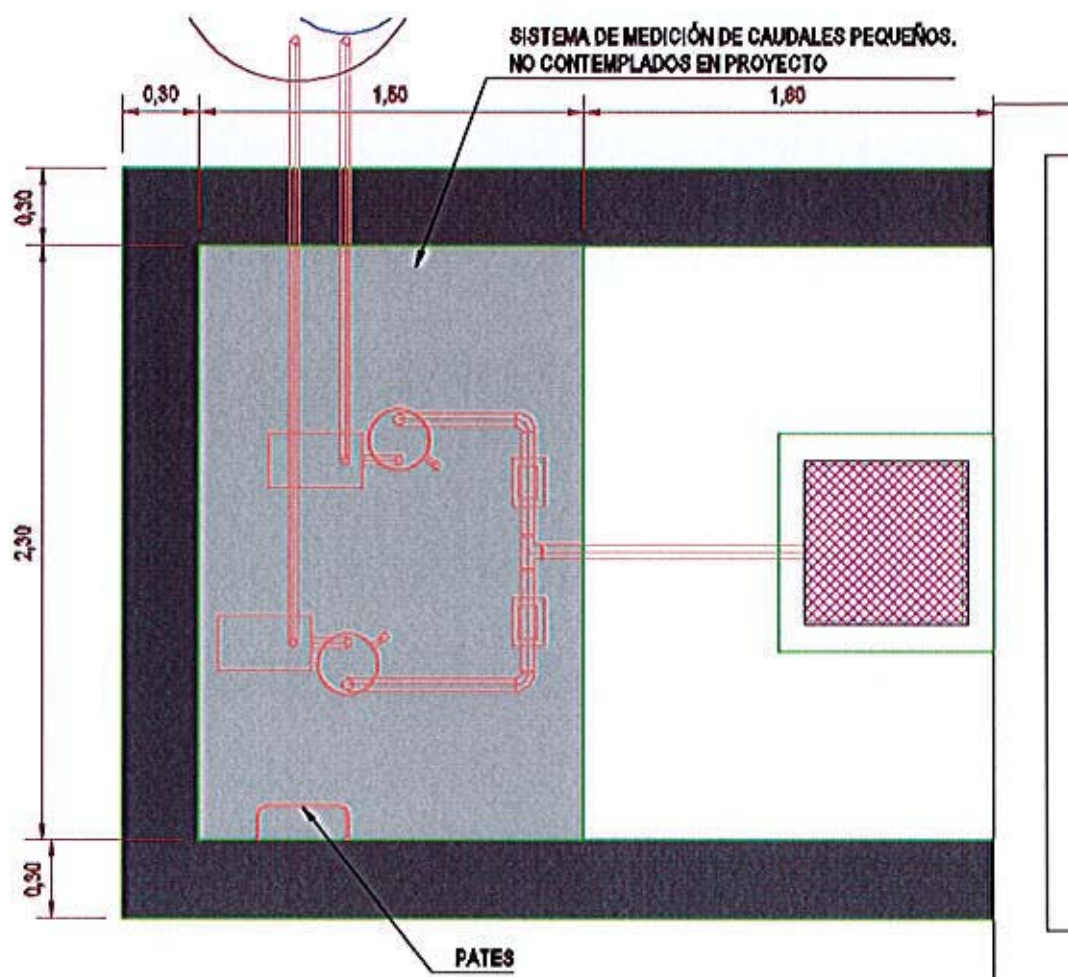
La cámara tipo CV2, es una estructura rectangular de hormigón armado HA-25 con la misma forma que la CV1 pero con las siguientes dimensiones:



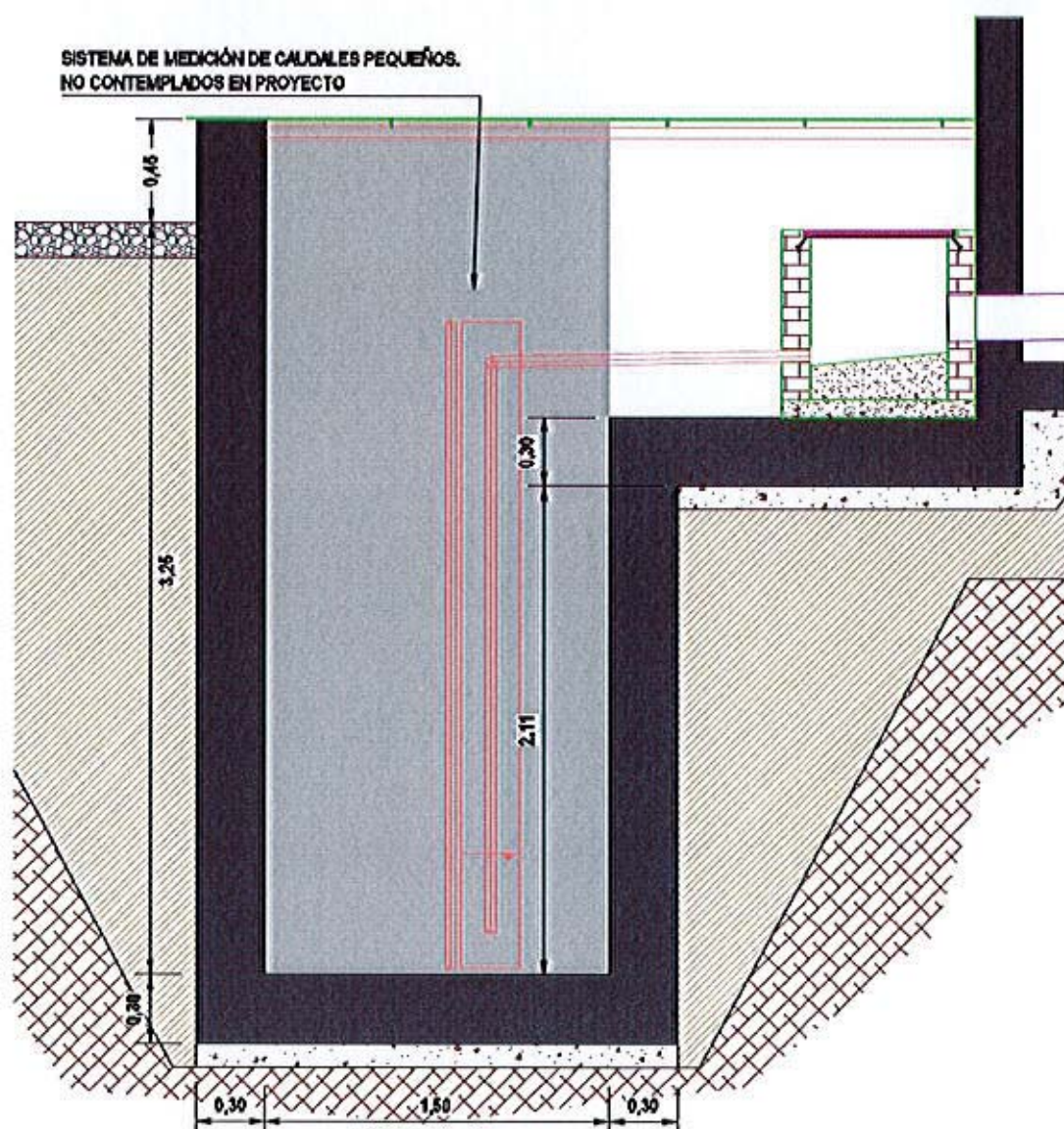


CAMARA DE AFORO TIPO 2 (CV2)

El tercer tipo de cámara aforadora (CZD), correspondiente a la TZD1 es una estructura de hormigón armado HA-25 de forma rectangular, de dimensiones interiores 2,30 x 1,50 m<sup>2</sup> y 3,25 m de profundidad, con espesor de muros y losa inferior de 30 cm.







El funcionamiento de las cámaras CV1 y CV2 es el siguiente:

Desde el pozo de reunión de las aguas drenadas de cada uno de los GR y del FP1, saldrá una tubería de PVC-U (rigidez 4 kN/m<sup>2</sup>) liso de 200 mm de diámetro que se introduce dentro de la cámara aforadora en un primer compartimento, en el cual se realizará la separación de las aguas para la posterior medición de caudales por los diferentes sistemas.

Es importante indicar que el diseño de las instalaciones para la medición de los caudales más pequeños no es objeto de este proyecto, pero aun así en el Anejo nº 5 se da a nivel informativo una idea básica de cómo se podría realizar (sistema de aforo secundario de

pequeños caudales), ya que es un dato necesario para la determinación de las medidas geométricas finales de la cámara de aforo.

En el Plano 04.02, puede observarse con detalle la disposición (mediante cortes transversales) de todas las pletinas proyectadas y que se describen a continuación.

Se proyecta una pletina de acero inoxidable en el compartimento de entrada de la cámara de aforo de modo que ésta tenga una altura tarada tal que toda el agua que sobrepase este límite marque caudales mayores de 0,30 ó 0,24 l/s (según vertedero tipo 1 ó tipo 2), pasando el agua al vertedero descrito en el apartado anterior y cuantificándose mediante éste. Las aguas que no sobrepasen esta altura serán las dadas por caudales inferiores a los caudales mínimos indicados y por tanto pasarán a la cámara de aforo secundario de pequeños caudales.

Para la segregación de caudales, se utilizará una pletina de acero inoxidable con un orificio a 10 cm del fondo. Se propone:

- Vertederos tipo 1, de caudales mínimos 0,30 l/s un orificio de  $\varnothing=19$  mm, y  $\mu=0,6238$ .
- Vertederos tipo 2, de caudales mínimos 0,24 l/s un orificio de  $\varnothing=17$  mm, y  $\mu=0,6225$ .

(Siendo  $\mu$  el coeficiente de desagüe)

Remarcar nuevamente que aunque estas pletinas se instalen no se les realizarán las perforaciones de los orificios, por ejecutarse en una segunda fase, cuando se conozca el sistema definitivo de medición de caudales pequeños.

Una vez separados los caudales, para la medición de los más pequeños se plantean dos soluciones que se explican solo a nivel informativo en el Anejo nº 5:

- Medición mediante caudalímetro electromagnético.
- Medición mediante llenado de prismas o cilindros de volúmenes conocidos.

Como premisa de partida y dada la gran variedad de expresiones matemáticas que cuantifican los caudales de los vertederos de pared delgada, se toma la formulación más estandarizada posible, cumpliéndose en el diseño de los vertederos, estas son:

- **ASTM. (1993). American Society for Testing and Materials.** ASTM D5242. Standard method for open-channel flow measurement of water with thin-plate weirs. 1993. Available from Global Engineering



- **ISO. (1980). International Organization of Standards.** ISO 1438/1-1980(E). Water flow measurement in open channels using weirs and venturi flumes - Part 1: Thin plate weirs. 1980. Available from Global Engineering
- **USBR. (1997). U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.** Water Measurement Manual. 3ed.

El dimensionamiento del vertedero para cuantificar los caudales más grandes vendrá determinado en parte por la carga máxima " $h_{max}$ " y mínima " $h_{min}$ " capaz de ser aforada, de forma que entre ambos estén todos los posibles caudales a registrar por los eventos de lluvia.

Además, se tendrá que determinar el ángulo " $\alpha$ " del vértice del vertedero triangular para recoger también este rango de caudales manteniendo la precisión de la lectura en términos razonables.

Como dato de partida se han tomado los caudales punta previsibles a laminar en el vertedero según las TDUS indicadas anteriormente:

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| $Q_p$ en Green Roofs:        | $Q=8,46$ l/s |
| $Q_p$ en Pavimentos Porosos: | $Q=1,69$ l/s |

Como lo que se pretende es buscar el menor ángulo disponible para el mayor calado máximo posible, en el caso de caudal pico de 8,46 l/s para superficies impermeables, los menores ángulos no serían viables, tomándose un ángulo de  $25^\circ$  para un  $h_{max}$  de 24 cm.

Haciendo la misma operación para el caudal de los pavimentos porosos de 1,69 l/s, se tendrá pletina con ángulo  $20^\circ$  y calado  $\geq 14$  cm.

Adicionalmente los vertederos deben cumplir ciertas condiciones en el canal de aproximación, para que las lecturas sean lo más fiable posible.

Según la norma ISO, el caudal en el canal de aproximación debe ser uniforme y estable, con la distribución de velocidad aproximada a la de un canal de longitud suficiente para desarrollar un flujo satisfactorio en canales lisos y rectos.

Como medida para acortar la longitud del canal de aproximación se dispondrán deflectores (suavizadores de flujo) a una separación igual a 5 veces la anchura de la lámina de agua (b) a la altura de carga máxima ( $h_{max}$ ).

Se instalarán 4 deflectores separados 20 cm entre sí, según las recomendaciones de la norma ISO. Estos disipadores estarán perforados con orificios de 20 mm, dejando un porcentaje de superficie abierta superior al 40 %.

Se han diseñado en total dos vertederos diferentes, uno para la cámara CV1 y otro para la cámara CV2, cuyas dimensiones son las indicadas en la tabla siguiente:

| DIMENSIONES VERTEDEROS |                 |                   |                   |           |           |                              |           |                                   |
|------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| $Q_p$<br>(l/s)         | $\theta$<br>(°) | $h_{max}$<br>(cm) | $h_{min}$<br>(cm) | P<br>(cm) | B<br>(cm) | DISTANCIA<br>LECTURA<br>(cm) | b<br>(cm) | SEPARACIÓN<br>DEFLECTORES<br>(cm) |
| 8,46                   | 25              | 24                | 6                 | 60        | 120       | 96                           | 22,38     | 115                               |
| 1,69                   | 20              | 20                | 6                 | 50        | 100       | 80                           | 14,56     | 75                                |

Para el caso de la cámara CZD, asociada a la TZD1, en la que el caudal teórico, según el Anejo nº 5, es de 0,54 l/s, el sistema de medida será el correspondiente únicamente a caudales pequeños, por lo que la forma y dimensiones de la cámara es distinta a las otras, como ya se ha descrito, obviándose en este la medición de caudales mediante un canal de aforo del tipo vertedero.

#### 4.1.2.2.- POZO DE MEDICIÓN CON SENSORES DE NIVEL

En aquellas TDUS que no tienen solera de fondo (FP2, FP3 y ZD2) se instalarán pozos de medición en los que se montarán sensores de nivel. Estos pozos se materializan con un tubo de PVC perforado de 50mm de diámetro en el que se instalará el sensor de presión de dimensiones Ø22 mm x 182 mm de largo. El tubo en cualquier caso se anclará en el suelo mediante un dado circular de hormigón de Ø30 cm x 40cm de profundidad.

Por otra parte el sensor quedará alojado en el interior del tubo, apoyando su parte anterior en el fondo del pozo realizado.

#### 4.1.3.- CASETA DE CONTROL

Se diseña un edificio de control para la gestión de las TDUS. Este edificio tiene una envolvente exterior de dimensiones 3x2x2,8 m.

En su interior se alojara los cuadros generales de protección de la alimentación en Baja tensión del sistema, así como, el cuadro general PLC de control. Adicionalmente se asigna una superficie mayor para el alojamiento de enseres necesarios en el mantenimiento de todas las instalaciones.



El edificio a nivel estructural se materializa con muros de portantes de fábrica de bloque y cubierta plana con pendiente uniforme del 2 %, mediante placas prefabricadas alveolares de hormigón. Se le dota de un acabado a similitud del edificio de Control cercano de la EDAR, mediante de carpintería de PVC y monocapa proyectado en el mismo color en el exterior.

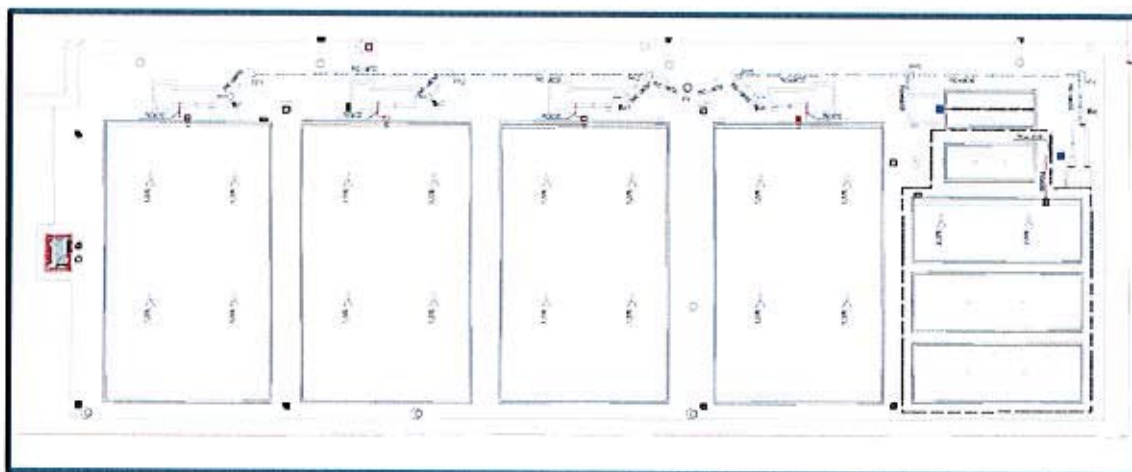
Las aguas se recogerán con un canalón y bajante a terreno natural, donde se dejarán libres.

#### 4.1.4.- INFRAESTRUCTURAS INSTALADAS

##### 4.1.4.1.- AGUAS DE PROCESO

Se describe en este apartado la red de conducciones y pozos por los que pasa el agua drenada a través de las diferentes TDUS hasta su evacuación a la red de vaciado de la EDAR.

El esquema de la red de proceso es el siguiente:



Como puede observarse, la red de agua de proceso está formada por las siguientes tuberías y pozos:

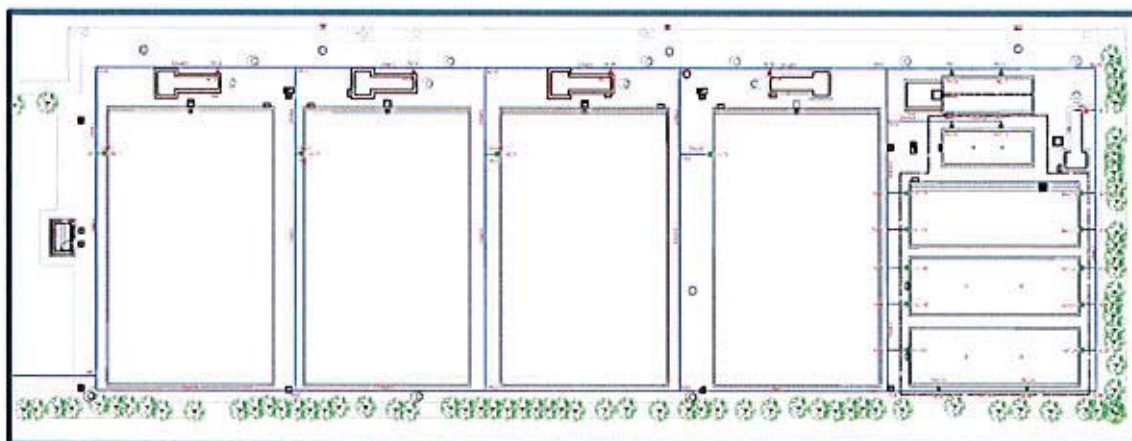
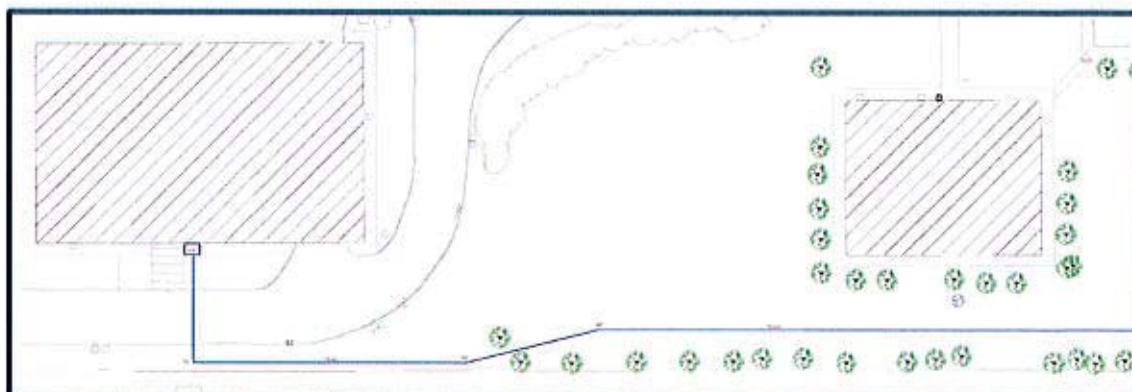
- Tuberías de PVC-U liso de 200 mm de diámetro, serie teja, que conectan los pozos de reunión de agua drenada de las TDUS (arquetas de 40x40 cm) con las cámaras aforadoras.
- Tuberías de PVC-U corrugado de diámetro 250 mm que conectan las cámaras aforadoras con los pozos tomamuestras (TM), que son pozos ejecutados in situ de fábrica de ladrillo de 1100 mm de diámetro, que se utilizarán para obtener muestras de la calidad del agua y poder elaborar polutogramas.

- Tuberías de PVC-U corrugado de diámetro 250 mm que conectan los pozos tomamuestras con los pozos de la red general de agua de proceso (PP), de nueva construcción, ejecutados in situ en fábrica de ladrillo de 1100 mm de diámetro.
- Tuberías de PVC-U corrugado de 250 mm de diámetro que conducen toda el agua desde los pozos PP al pozo PV existente de la red de vaciado de la EDAR y punto final de la red de agua de proceso.

#### 4.1.4.2.- RED DE ABASTECIMIENTO

La red de abastecimiento, tendrá como objeto proporcionar la alimentación necesaria de agua potable a las 9 TDUS diseñadas. El agua suministrada permitirá varias funciones:

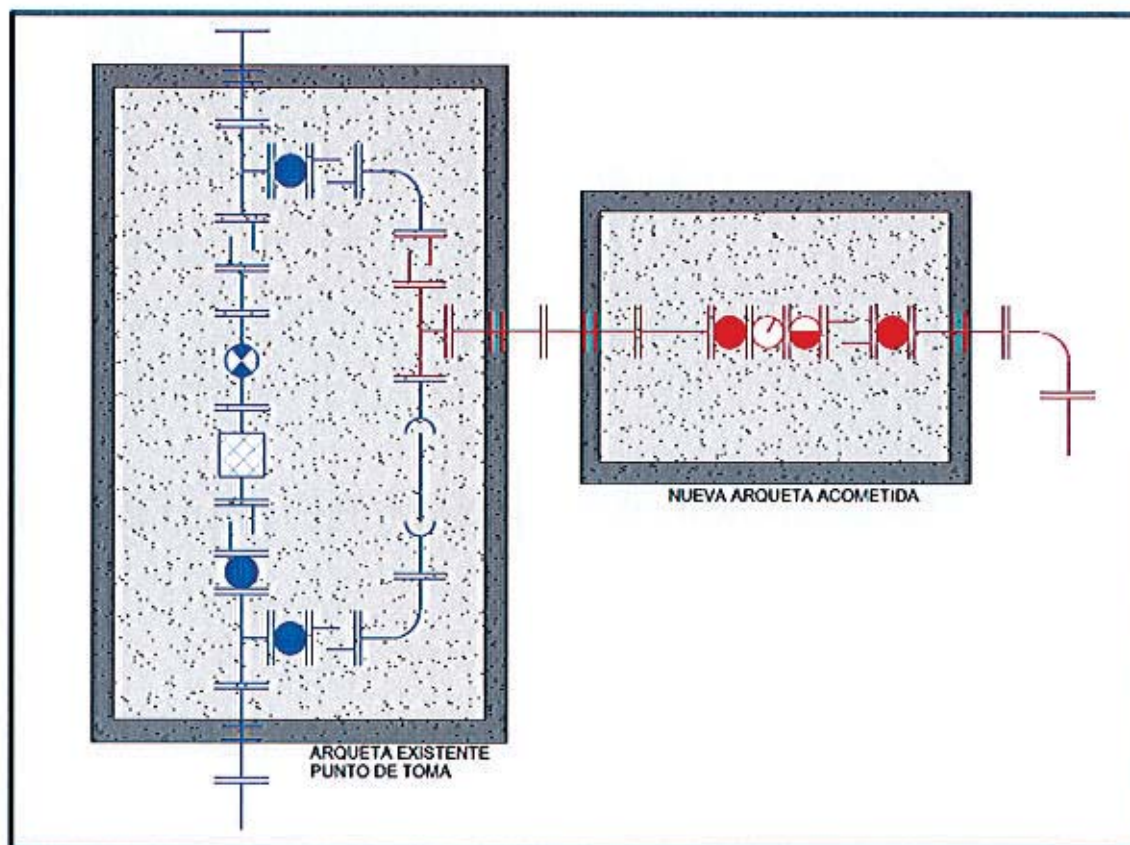
- Suministro de agua a los canales aforadores de modo que estos estén siempre cebados con un caudal constante y conocido, permitiendo que estos estén siempre en condiciones de poder medir los caudales que su rango les posibilita.
- Suministro de agua para limpieza de las TDUS.
- Suministro de agua para el estresado de las TDUS, en caso necesario.





El punto de toma es una tubería de DN100 de fundición que pasa junto al edificio del terciario, la cual servirá de acometida.

De la arqueta existente, y en concreto de la tubería que sirve de baipás se instalará una T embridada de fundición y un carrete de desmontaje para la derivación, además, se instalará una válvula de corte elástico y un contador en arqueta independiente según normativa del CYII.

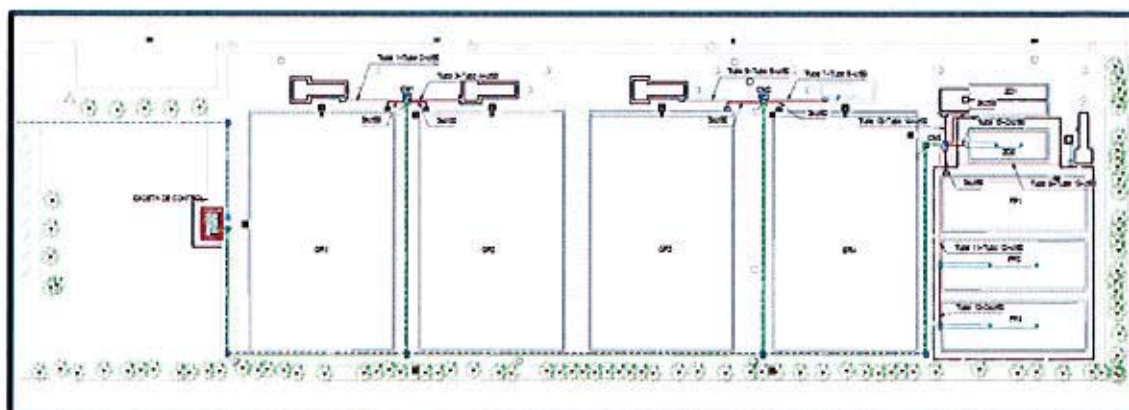


La red se diseña en tubería de polietileno PE 100 de 16 atm, donde el ramal de alimentación a las TDUS es de Ø90 mm, los anillos perimetrales de las TDUS son de Ø63 mm, siendo los ramales de alimentación a las llaves de 40 mm para las válvulas de 1"½ y de 25 mm para las válvulas de 1".

En el Anejo nº 8, se incluye el cálculo de esta red.

#### 4.1.4.3.- RED DE BAJA TENSIÓN Y CONTROL

Se diseña una red para la alimentación y control del sistema de TDUS.



Todo el sistema de gestión de las TDUS lleva asociado una estación meteorológica, bombas, sensores de nivel, etc..., que serán alimentados eléctricamente a través de la instalación de baja tensión.

Muchos de estos sensores son alimentados en corriente continua con sus correspondientes fuentes de alimentación desde cuadro, así como un sistema de control a través de PLC centralizado y remotas.

Del cuadro de salida del Centro General de Baja Tensión de la EDAR (CGBT), se realizará una nueva línea trifásica de corriente alterna en baja tensión que alimentará a un cuadro general que se instalará en la caseta de control situada entre el edificio existente y el primer Green Roof.

La línea desde el cuadro eléctrico del edificio existente hasta el cuadro de la caseta de control ira enterrada en zanja bajo tubo de PVC o preferiblemente de polietileno de doble capa flexible.

La alimentación y las comunicaciones (fibra óptica multimodo) que parten desde la caseta de control a cada uno de los cuadros 1, 2 y 3, ira enterrada bajo tubo en zanja con cambios de dirección en arqueta.

Estos cuadros irán montados sobre pedestal de hormigón e irán forrados (y protegidos) con fábrica de ladrillo.

Si bien estos cuadros (3 unidades) no son exactamente iguales en lo referente al número y tipo de sensores, si contendrán los siguientes elementos comunes:

- Alimentación de tomas para usos varios, monofásica y trifásica.
- Sistema calefactor (protección contra heladas).



- Sistema de ventilación / extracción.
- Iluminación interna de cuadro.
- Circuitos de alimentación a sensores, electroválvulas, bombas y todo aquel elemento que medición de parámetros o de accionamiento mediante remota de PLC (profibus).
- Fuentes de alimentación varias (230 AC/24 DC, 24 DC/ 24 DC, etc).
- Tarjetas de comunicaciones.
- Previsión de elementos para sistemas de inundación automático.

Junto a cada uno de los tres cuadros, se dispone un cofre estanco con tomas de corriente monofásicas y trifásicas.

De estos cuadros partirán diferentes tubos de PVC o polietileno de doble capa de 50 mm de diámetro hasta unas cajas estancas dispuestas en paramento verticales, como pueden ser los petos de Green-Roofs o las cámaras de aforo de los diferentes TDUS.

El número de tubos que llega a cada una de las cajas estancas es de 3 unidades. Los tubos que salen de estas cajas estancas hasta electroválvulas, sensores y otros elementos, irán en tubo de acero protegidos mecánicamente contra impactos.

En el Anejo nº 7, se describen la alimentación eléctrica para el futuro equipamiento que será necesario para monitorizar los sistemas de drenaje urbano sostenible objeto del proyecto (TDUS).

## 5.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La parcela en la que se ubicarán las actuaciones tiene forma rectangular, sensiblemente horizontal, a la cota 605,5 m. Se ha realizado un levantamiento taquimétrico de la zona en el que se han utilizado los 7 vértices siguientes para la triangulación.

| X         | Y          |
|-----------|------------|
| 474936,53 | 4486513,23 |
| 474911,70 | 4486536,76 |
| 474942,51 | 4486565,04 |
| 474968,59 | 4486573,86 |

|           |            |
|-----------|------------|
| 474989,42 | 4486599,43 |
| 475008,79 | 4486617,43 |
| 475036,77 | 4486642,97 |

## 6.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

La zona objeto del proyecto se encuentra ubicada en la parcela de la EDAR que se sitúa sobre depósitos cuaternarios de terraza de compacidad variable. La cimentación de los diferentes elementos podrá resolverse mediante cimentaciones directas apoyadas sobre dichos materiales, una vez sobrepasada la capa superficial alterada de espesor en torno a 1 m.

Para elementos sin excavaciones bajo rasante, las cimentaciones se podrán apoyar sobre las arcillas limoarenosas, presiones de trabajo de 2 kp/cm<sup>2</sup>. En este último caso habrá que contar con las dificultades de ejecución que supone la presencia de agua en las gravas.

Los contenidos en sulfatos solubles detectados en los diferentes suelos de la zona y en la muestra de agua analizada han sido mínimos, por lo que de acuerdo con los criterios de la Instrucción EHE, no serán necesarias medidas al respecto en los hormigones de cimentación

## 7.- ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

En el Anejo nº 5 de Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos, se desarrolla el estudio de precipitaciones y caudales obtenidos en las distintas TDUS de diseño.

Para la obtención de las Precipitaciones Máximas diarias, se utiliza la Publicación: *Máximas lluvias diarias en la España peninsular*, editado por el Ministerio de Fomento.

La precipitación máxima diaria será, por tanto, la siguiente:

$$P_D = 1,423 \times 38 = 54,07 \text{ mm}$$

Para la determinación de los caudales drenados, se empleará el método racional obteniéndose los siguientes caudales teóricos:

- Green roofs: 8,46 l/s
- Pavimentos: 1,69 l/s



- Zanjas drenantes: 0,54 l/s

Caudales máximos obtenidos para el periodo de retorno considerado de 10 años, para cada sistema. Considerando un coeficiente de escorrentía igual a la unidad, es decir sin retención de agua por los mismos en condiciones ideales.

La obtención de caudales reales se basa en el hietograma de precipitaciones de cálculo dado para un evento de duración de chubasco de 1 hora, periodo de retorno T=10 años y tiempo mínimo de concentración de 5 minutos, usual para el diseño de redes urbanas.

El hietograma de precipitaciones se elabora basado en la formulación de la intensidad de lluvia dada por la instrucción de carreteras IC-5.2, y montado mediante el método del bloque alterno para un intervalo de tiempo de 5 minutos.

Se obtienen los caudales por diferentes medios, utilizando por una parte el método racional dado por la formulación recogida en la 5.2-IC de Drenaje Superficial, además de dos programas informáticos implementados para estos fines como son el software de modelación dinámica de simulación de precipitaciones EPA SWMM (Storm Water Management Model) y el Hydrus que permite mediante el modelado a través de elementos finitos, la simulación del movimiento unidireccional de aguas, calor y solutos en medios saturados de forma variable.

El resultado es:

| CAUDALES PRECIPITACIÓN DE DISEÑO |             |                            |                              |                                |
|----------------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| TIPO DE TDUS                     |             | Q <sub>SWMM</sub><br>(l/s) | Q <sub>HYDRUS</sub><br>(l/s) | Q <sub>RACIONAL</sub><br>(l/s) |
| Green Roofs extensivo            | k=60 mm/min | 5,39                       | 8,46                         | -                              |
| Green Roofs intensivo            | k=15 mm/min | 1,72                       | 8,46                         | -                              |
| Resto de Green Roofs             |             | -                          | -                            | 8,46                           |
| Pavimentos porosos               |             | -                          | -                            | 1,69                           |
| Zanjas drenantes                 |             | -                          | -                            | 0,54                           |

Estos caudales tendrán diferentes formas de cuantificarse, para lo cual se ha optado por los siguientes sistemas:

- Vertederos de pared delgada contraídos en triangulo para medición de los caudales mayores.
- Medición de caudales pequeños.

- Pozos de medición con fondo en terreno natural.

Por otra parte, con motivo de conocer la probabilidad de tener lecturas de caudales con los distintos elementos de medición, se ha realizado un estudio estadístico de las precipitaciones de la zona.

Para lo cual, se obtienen las precipitaciones de la zona, basado en los datos de una estación pluviométrica perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Tajo.

En concreto se trata de la estación MC01 Henares Guadalajara, en el Sistema Automático de Información hidrológica (SAIH).

Los datos de partida son las lecturas quinceminutales en "mm" de los últimos 14 años, es decir desde enero de 2003 hasta enero de 2017.

Se obtiene que de media se tendrán 86,5 días de lluvia, de los cuales tan solo 1 evento ha superado los 34 mm de precipitación, un 2,29% supera los 20 mm de lluvia, un 10,24% supera los 10 mm y el 27,10 % supera los 5 mm.

Vistos los datos estudiados, se puede indicar que el número de registros que se obtendrán a lo largo de un año, para los Green Roofs (GR), el firme poroso tipo 1 (FP1) y la zanja drenante tipo 1 (ZD1), va a depender principalmente de la duración de la precipitación, del tipo de sustrato, de la forma de la lluvia y de las intensidades que en él se den.

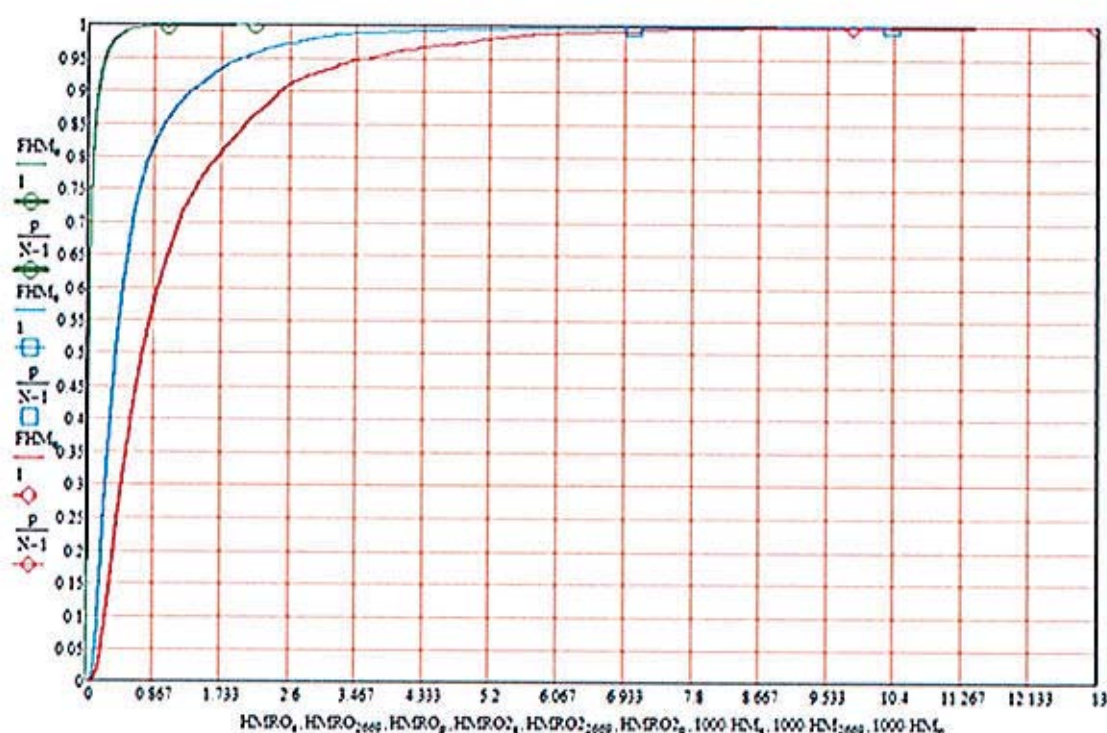
Por una parte, se ha comprobado que las permeabilidades son tales para ambos sustratos que una vez que se sature parcialmente el terreno (ya que no es necesario que el sustrato esté totalmente saturado) no existirá obstáculo limitador para la obtención de los caudales punta.

Por otra parte, los caudales mínimos para poder obtener registros son muy numerosos al año, donde el único inconveniente lo marca la porosidad del suelo que es el factor de almacenamiento de agua retenida en el terreno.

En Green Roofs intensivos para  $K=0,03$  cm/min se tienen 3 eventos/año y con  $K=3$  cm/min se llegaría a 32 eventos/año. Para el resto de Green Roofs (gravas, impermeables y GR extensiva) se llegará a unos 38 eventos/año.

Estos datos son los que se pueden ver en la siguiente gráfica que ha sido aportada por la Dirección del Proyecto:





Las lluvias previsibles para las TDUS rondan los 45 eventos al año.

Para el resto de TDUS, dada la pequeña magnitud de las superficies, los eventos que puedan dar lugar a registros serán poco números, teniendo que provocar el estrés del sistema mediante inundación forzada.

De igual forma, para la obtención de registro en estas últimas se tendrán que cumplir:

- Lluvias de intensidad próximas a la correspondiente a una duración de 5 minutos y periodo de retorno de  $T=10$  años.
- La acumulación de eventos consecutivos de menor precipitación para alcanzar y/o superar los 54,07 mm.
- Una mayor duración del chubasco, que permita una variación de las condiciones de presión de la cara inferior del sustrato con respecto al perfil de equilibrio (condiciones iniciales) para que se comience a tener un flujo de agua incluso antes de que el material esté saturado.

En el Anejo nº 5 también se define la red de aguas de proceso que ya se ha descrito anteriormente.

## 8.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES

En el Anejo nº 6 se describen los cálculos realizados para la definición estructural de los diferentes elementos proyectados.

### 8.1.- MUROS TDUS

Para resolver los recintos de las TDUS, se disponen pequeños muros convencionales de hormigón armado en L, unidos a la solera o bien cimentados con una zapata de compensación. De acuerdo a los requerimientos de diseño se han proyectado los siguientes tipos:

- Tipo Recinto Drenante 1: Correspondiente a una balsa de 3,0m de ancho por 8,0m de largo, y una altura máxima de alzado (a efectos de cálculo) de 2,0m, que se cierra con solera inferior, al disponer de un dren de fondo. Todos los espesores son de 0,20m.
- Tipo Recinto Drenante 2: Cuyo objeto es similar al anterior, pero sin solera. En este caso, que es más exigente estructuralmente, se dispone una zapata hacia el lado exterior, con un ancho total de 1,40m. En este caso el alzado es de 1,60m de alto y 0,25m de espesor.
- Tipo Recinto Green Roof: Similar a la primera pero con una altura de alzado reducida a 1,30m.
- Tipo Recinto Pavimento Poroso: Sin solera. Se dispone una zapata hacia el lado exterior, con un ancho total de 1,00m. En este caso el alzado es de 0,75m de alto y 0,20m de espesor

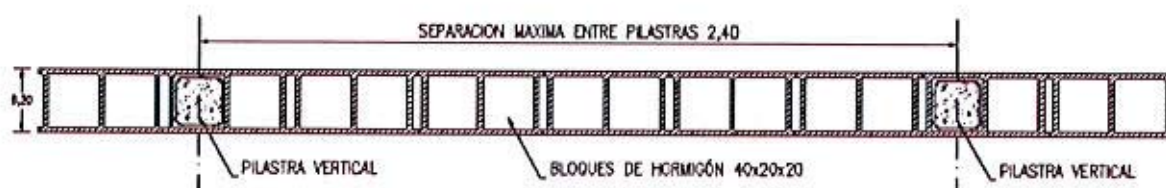
### 8.2.- CASETA DE CONTROL

La caseta de instalaciones tiene planta rectangular, con unas dimensiones exteriores de 3,00x2,00 metros, y una altura total de 2,80 metros. La cimentación de la caseta se resuelve con una zapata continua de hormigón armado bajo las muros perimetrales, de 30x30 centímetros de sección, apoyada directamente sobre el terreno, a través de una capa de hormigón de limpieza y saneo. Interiormente se dispone una solera de hormigón armado de 15 centímetros de espesor, bajo la que se extiende un enchachado de piedra.

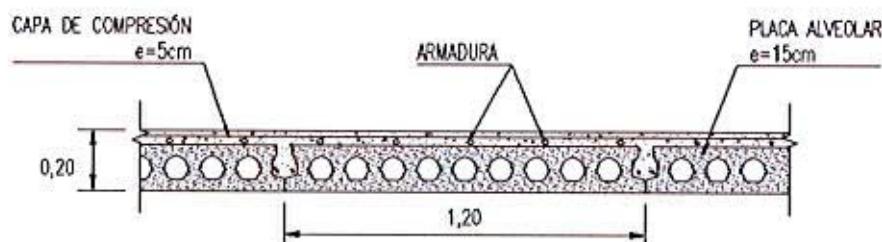
Los muros perimetrales de la caseta están constituidos por fábricas de bloque de hormigón de 20 centímetros de espesor total, ejecutado con piezas de dimensiones 39x39x19 centímetros. Con el fin de aumentar la ductilidad de la fábrica, así como su resistencia ante



esfuerzos horizontales, se dispondrán en el interior de la fábrica pilastras verticales de hormigón armado separadas entre sí un máximo de 2,00 metros.



El forjado de cubierta de la caseta está constituido por placas alveolares de hormigón armado prefabricado, de 15 centímetros de espesor y 60 centímetros de anchura; sobre las que se extenderá una capa de compresión de hormigón armado de 5 centímetros. El canto total del forjado de cubierta será por tanto de 20 centímetros.



### 8.3.- CÁMARAS DE AFORO

Para resolver la estructura de las cámaras de aforo, se disponen muros perimetrales de contención, de hormigón armado, unidos en su base a una losa de cimentación. De acuerdo a los requerimientos de diseño se han proyectado los siguientes tipos:

- Cámara de aforo tipo 1: Correspondiente a una Cámara de 2,8m de anchura máxima y 1,8 de mínima; con una longitud total de 6,05m, y una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 3,0m, que se cimienta sobre una losa inferior de 0,30m de canto.
- Cámara de aforo tipo 2: Correspondiente a una Cámara de 2,6m de anchura máxima y 1,6 de mínima; con una longitud total de 5,95m, y una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 3,0m, que se cimienta sobre una losa inferior de 0,30m de canto.
- Cámara de aforo tipo 3: Correspondiente a una Cámara de planta rectangular, de dimensiones 2,9 x 2.1 m; con una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 3,0m, que se cimienta sobre una losa inferior de 0,30m de canto.

Es importante indicar que por seguridad las excavaciones de estas cámaras a las profundidades que se plantean, juntos a aceras y zonas de tráfico rodado, se ha diseñado un proceso constructivo basado en el compartimentado de la zona a excavar mediante el tablestacado a una profundidad de 5,50 m y el apuntalamiento en cabeza.

## 9.- SERVICIOS AFECTADOS

Tal y como se indica en el Anejo nº 9, se verán afectados dos servicios de la EDAR:

- Tubería de vaciado del edificio de control: longitud modificada 95 m
- Tubería de pluviales del vial de entrada: longitud modificada 80 m

El importe en ejecución material de cada una de las reposiciones son las que se observan en la siguiente tabla.

| VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES |                      |              |
|--------------------------------|----------------------|--------------|
| DENOMINACIÓN                   | DESCRIPCIÓN          | IMPORTE EN € |
| Reposición nº 100              | Reposición vaciado   | 11.048,40    |
| Reposición nº 101              | Reposición pluviales | 11.019,16    |
| TOTAL REPOSICIÓN DE SERVICIOS  |                      | 22.067,56    |

## 10.- PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

El plazo de ejecución global de los trabajos se estima en SEIS MESES (6 MESES) contados a partir del día siguiente al de la firma del acta de comprobación de replanteo; no obstante el plazo de ejecución de las mismas será el que fije el Contrato. En el Anejo nº 10, se presenta el diagrama de GANTT con las actividades que integran proyecto.

El plazo de garantía será de doce (12) meses y empezará a contar a partir de la recepción de las obras.

## 11.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación global del contratista de las obras del presente proyecto será:

- Grupo E, Subgrupo 1, categoría 4.
  - Grupo E: "Hidráulicas"
  - Subgrupo 1: "Abastecimientos y saneamientos"



- Categoría 4.

## 12.- PRESUPUESTO

Para la confección del presupuesto del presente proyecto se ha utilizado la base de datos del Canal Isabel II Gestión, S.A.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de **OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE MIL OCHENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CENTIMOS (837.084,87€)**.

Teniendo en cuenta un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial sobre el presupuesto de Ejecución Material se tiene un Valor de **NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL CIENTO TREINTA EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (996.130,99 €)**.

## 13.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo nº 13 se redacta el Estudio de Gestión de Residuos, según requisitos establecidos en el RD 105/08 de Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, para el presente Proyecto de Construcción.

Para ello es necesaria una identificación, clasificación y estimación de los residuos de obra generados.

El importe de ejecución material estimado para la gestión de residuos es de 73.857,99 €.

#### **14.- SEGURIDAD Y SALUD**

En el Anejo nº 16 se incluye el Estudio de Seguridad y Salud para dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, por el que se establecen disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Estudio de Seguridad y Salud establece, para la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las derivadas de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de la obra ya construida. Servirá para dar las directrices preventivas básicas a la empresa constructora, para que pueda llevar a cabo su Plan de Seguridad y Salud cumpliendo con sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa de acuerdo con el R.D. 1627/1997.

El estudio de Seguridad y Salud se compone de cuatro documentos: Memoria, Planos, Pliego y Presupuesto.

El Presupuesto del Estudio, cuyo importe en ejecución material asciende a 12.225,26 €, se incorpora como capítulo al presupuesto general del proyecto de Construcción.

#### **15.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

De conformidad con el artículo 116 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del sector Público (Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre) y lo dispuesto en los artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/01, de 12 de octubre), las obras incluidas en el presente proyecto forman una obra completa, entendiéndose por consiguiente que las mismas son susceptibles de ser entregadas al uso general o al servicio correspondiente y capaz de cumplir el fin para el que se proyecta, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que pueda ser objeto.



## 16.- MEDICIÓN DE LAS PRINCIPALES UNIDADES DE OBRA

| DESCRIPCION   | CANTIDAD  | UNIDAD         | IMPORTE   | %     | % AC.  |
|---|-----------|----------------|-----------|-------|--------|
| Suministro y colocación de acero para armaduras en barras B500S     | 57.958,71 | kg             | 56.219,94 | 8,04% | 8,04%  |
| Encofrado plano madera elem. Vert. Estru. Trabaj. Hasta 4 m         | 1.446,34  | m <sup>2</sup> | 44.691,91 | 6,39% | 14,42% |
| Lámina impermeabilizante  | 1.561,00  | m <sup>2</sup> | 39.604,05 | 5,66% | 20,08% |
| HA-25/B/20/11a en elementos horizontales vertido con camión bomba   | 397,90    | m <sup>3</sup> | 36.666,85 | 5,24% | 25,32% |
| Hormigón celular  | 435,60    | m <sup>3</sup> | 33.375,67 | 4,77% | 30,09% |
| Tapa PRFV ciega para cámaras aforadoras                             | 73,40     | m <sup>2</sup> | 27.242,41 | 3,89% | 33,99% |
| Pletina de acero inoxidable perforada                               | 24,01     | m <sup>2</sup> | 23.196,79 | 3,32% | 37,30% |
| Carga, tte. Y descarga a vertedero 10 km<d<30 km prod. res. exc.    | 1.697,73  | m <sup>3</sup> | 22.308,17 | 3,19% | 40,49% |
| Cuadros eléctricos y de control-Cuadro tipo 1                       | 2,00      | ud             | 21.392,10 | 3,06% | 43,55% |
| Sustrato vegetal para cubierta intensiva                            | 375,00    | m <sup>2</sup> | 16.938,75 | 2,42% | 45,97% |
| Sensor de nivel   | 11,00     | ud             | 16.787,87 | 2,40% | 48,37% |
| Geotextil anticontaminante 300 g/m2                                 | 3.035,99  | m <sup>2</sup> | 16.181,83 | 2,31% | 50,68% |
| HA-25/B/20/11a en elementos verticales vertido con camión           | 166,44    | m <sup>3</sup> | 15.856,93 | 2,27% | 52,95% |
| Baldosa de gres antideslizante                                      | 375,00    | m <sup>2</sup> | 15.652,50 | 2,24% | 55,19% |
| HL-150/F/12 ó HL-150/F/20 para capa de limpieza                     | 181,14    | m <sup>3</sup> | 13.841,21 | 1,98% | 57,16% |
| Canon de vertido productos resultantes de excavaciones o demolición | 1.698,56  | m <sup>3</sup> | 13.605,47 | 1,94% | 59,11% |
| Celda de drenaje 400x610x30 mm                                      | 750,00    | m <sup>2</sup> | 13.027,50 | 1,86% | 60,97% |
| Entibación cuajada zanjas o pozos con tablestaca chapa hasta 6 m    | 880,00    | m <sup>2</sup> | 12.892,00 | 1,84% | 62,81% |
| Cuadros eléctricos y de Control - Cuadro caseta de Control          | 1,00      | ud             | 11.164,08 | 1,60% | 64,41% |
| Cuadros eléctricos y de control - Cuadro tipo 2                     | 1,00      | ud             | 10.647,98 | 1,52% | 65,93% |
| Sustrato vegetal para cubierta extensiva                            | 375,00    | m <sup>2</sup> | 10.357,50 | 1,48% | 67,41% |
| Plantaciones Jardín   | 375,00    | m <sup>2</sup> | 10.005,00 | 1,43% | 68,84% |
| Excavación en zanja, med. Mecán. Terreno medio                      | 775,70    | m <sup>3</sup> | 8.369,82  | 1,20% | 70,04% |
| Plantaciones Sedum  | 375,00    | m <sup>2</sup> | 7.758,75  | 1,11% | 71,15% |
| Excavación a cielo abierto, med. Mecán. Terr. Tran. Medio y duro    | 2.321,02  | m <sup>3</sup> | 6.963,07  | 1,00% | 72,14% |
| Pozo de registro diámetro interior 1100 mm, 1<H<2 m profun, imper   | 12,00     | ud             | 6.720,00  | 0,96% | 73,10% |
| Cable RZ1-K 0,6/1KV 1x1,5 mm2                                       | 4.361,00  | m              | 6.497,89  | 0,93% | 74,03% |
| Marco y tapa circ., fund. dúctil Dmin 60 cm, D-400 peso 43 kg       | 23,00     | ud             | 5.780,82  | 0,83% | 74,86% |
| Entibación semicujada zanjas, pozos o zapatas                       | 358,05    | m <sup>2</sup> | 5.621,39  | 0,80% | 75,66% |
| Tubo PVC corrugado c. teja DN 200                                   | 191,00    | m              | 5.579,11  | 0,80% | 76,46% |
| Pletina de acero inoxidable con abertura en V                       | 5,56      | m <sup>2</sup> | 5.524,69  | 0,79% | 77,25% |
| Cable RZ1-K 0,6/1KV 1x10 mm2  | 1.545,00  | m              | 5.515,65  | 0,79% | 78,04% |
| Canalización subterránea terreno                                    | 216,50    | m              | 5.479,62  | 0,78% | 78,82% |
| Remate superior pelo hormigón                                       | 263,20    | ud             | 5.182,41  | 0,74% | 79,56% |
| Grava 20/30   | 150,00    | m <sup>3</sup> | 5.055,00  | 0,72% | 80,28% |
| Terraplén suelos adecuados préstamos                                | 726,37    | m <sup>3</sup> | 4.263,78  | 0,61% | 80,89% |
| Canalización eléctrica PVC rígido M50                               | 262,50    | m              | 4.236,75  | 0,61% | 81,50% |

## 17.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

### DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

#### MEMORIA.

#### ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 01.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO
- ANEJO 02.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- ANEJO 03.- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO 04.- REPLANTEO
- ANEJO 05.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS
- ANEJO 06.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES
- ANEJO 07.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
- ANEJO 08.- RED DE ABASTECIMIENTO
- ANEJO 09.- SERVICIOS AFECTADOS
- ANEJO 10.- PLAN DE OBRA
- ANEJO 11.- RELACIONES DEL CONTRATISTA CON EL DIRECTOR DE OBRA
- ANEJO 12.- CONTROL DE CALIDAD
- ANEJO 13.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO 14.- MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES DE CANAL ISABEL II
- ANEJO 15.- SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA PARA INSTALACIONES DE CANAL ISABEL II
- ANEJO 16.- SEGURIDAD Y SALUD

### DOCUMENTO Nº2. PLANOS.

- |   |              |
|---|--------------|
| 01.- PLANO DE SITUACIÓN (1 Hoja)                | E. INDICADAS |
| 02.- PLANOS DE INFORMACIÓN                      |              |
| 02.01.- TOPOGRÁFICO E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE | E. 1:300     |
| 02.02.- DEMOLICIONES (1 Hoja)                   | E. 1:300     |
| 02.03.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO (1 Hoja)          | E. 1:300     |
| 03.- URBANIZACIÓN. ACABADOS                     |              |
| 03.01.- IMPLANTACIÓN (1 Hoja)                   | E. 1:150     |
| 03.02.- REPLANTEO (1 Hoja)                      | E. 1:150     |
| 03.03.- SECCIONES TIPO TDUS (1 Hoja)            | E. 1:15      |
| 03.04.- PERFILES TRANSVERSALES (1 Hoja)         | E. 1:25      |
| 03.05.- DETALLES CONSTRUCTIVOS (1 Hoja)         | E. INDICADAS |
| 03.06.- PLANTA GENERAL CONDUCCIONES (1 Hoja)    | E. 1:150     |
| 04.- CÁMARAS, TDUS Y CASETA                     |              |
| 04.01.- PLANTA GENERAL (1 Hoja)                 | E. 1:150     |
| 04.02.- DEFINICIÓN DE CÁMARAS (4 Hoja)          | E. 1:25      |
| 04.03.- SECCIONES (4 Hojas)                     | E. 1:25      |
| 04.04.- PLANOS DE ESTRUCTURAS (2 Hojas)         | E. INDICADAS |
| 04.05.- EDIFICIO DE CONTROL DE TDUS (1 Hoja)    | E. INDICADAS |
| 04.06.- DETALLES CONSTRUCTIVOS (3 Hojas)        | E. INDICADAS |
| 04.07.- ESQUEMA TABLESTACAS (1 Hoja)            | E. 1:40      |
| 05.- RED DE ABASTECIMIENTO                      |              |
| 05.01.- PLANTA GENERAL (1 Hoja)                 | E. 1:300     |
| 05.02.- DETALLES CONSTRUCTIVOS (1 Hoja)         | E. INDICADAS |
| 06.- RED DE AGUAS DE PROCESO                    |              |



|   |              |
|---|--------------|
| 06.01.- PLANTA GENERAL (1 Hoja)                       | E. 1:150     |
| 06.02.- PERFILES LONGITUDINALES (1 Hoja)              | E. INDICADAS |
| 06.03.- DETALLES CONSTRUCTIVOS (1 Hoja)               | E. INDICADAS |
| <b>07.- RED DE BAJA TENSIÓN Y CONTROL</b>             |              |
| 07.01.- PLANTA GENERAL (1 Hoja)                       | E. 1:200     |
| 07.02.- ESQUEMAS UNIFILARES (8 Hojas)                 | SIN ESCALA   |
| 07.03.- DETALLES CONSTRUCTIVOS (2 Hojas)              | E. INDICADAS |
| <b>08.- SERVICIOS AFECTADOS</b>                       |              |
| 08.01.- R100. RED DE VACIADO. PLANTA GENERAL (1 Hoja) | E. 1:200     |
| 08.02.- R100. RED DE VACIADO. PERFILES LONG. (1 Hoja) | E. INDICADAS |
| 08.03.- R101. RED DE PLUVIALES. PLANTA GRAL (1 Hoja)  | E. 1:200     |
| 08.04.- R101. RED DE PLUVIALES. PERF. LONG. (1 Hoja)  | E. INDICADAS |
| 08.05.- DETALLES CONSTRUCTIVOS (1 Hoja)               | E. INDICADAS |

### DOCUMENTO N º 3: PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO N º 4: PRESUPUESTO

- 1.- MEDICIONES GENERALES
- 2.- CUADRO DE PRECIOS 1
- 3.- CUADRO DE PRECIOS 2
- 4.- PRESUPUESTOS PARCIALES
- 5.- RESUMEN DE PRESUPUESTO

## 18.- CONCLUSIONES

Con todo lo expuesto en la presente Memoria y en el resto de los documentos del Proyecto, se consideran suficientemente definidas las actuaciones a realizar para la ejecución de los Sistemas de Drenaje Urbano sostenible, implantados en la EDAR de Meco (Madrid).

Madrid, a junio de 2017

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo. Carlos Augusto Contreras Martín  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 14.172

EL AUTOR DEL PROYECTO



Fdo. José Antonio Casella Torres  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 15.018

VºBº  
EL JEFE DE ÁREA DE CONSTRUCCIÓN  
DE REDES DE SANEAMIENTO



Fdo. Francisco Javier Pascual Sanz  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 10.348



## ANEJOS A LA MEMORIA

## **ANEJO Nº01. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO**



## ÍNDICE

### ANEJO Nº01. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

|   |   |
|---|---|
| 1.- INTRODUCCIÓN .....                              | 1 |
| 2.- SITUACIÓN DE LAS OBRAS .....                    | 1 |
| 3.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS OBRAS .....  | 1 |
| 3.1.- SITUACIÓN ACTUAL.....                         | 1 |
| 3.2.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y CANTIDADES..... | 2 |

### APÉNDICES

|  |   |
|--|---|
| APENDICE 1: PLANO DE IMPLANTACIÓN..... | 3 |
|--|---|

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente Anejo se encuadra dentro del proyecto de Construcción de Diferentes Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible. En él se detallan las principales características, dimensiones, volúmenes de movimiento de tierras y materiales compositivos de los elementos proyectados.

## 2.- SITUACIÓN DE LAS OBRAS

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Provincia         | Madrid           |
| Término Municipal | Meco             |
| Ubicación         | E.D.A.R. de Meco |

## 3.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS OBRAS

### 3.1.- SITUACIÓN ACTUAL

Los sistemas de drenaje convencionales cada vez requieren depurar un mayor volumen de agua de lluvia. Este hecho implica la necesidad de afrontar la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, dando así cabida a las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS).

El objeto de las TDUS es reproducir en la medida de lo posible el ciclo hidrológico natural previo a las actuaciones antrópicas, logrando así el propósito de disminuir la cantidad de escorrentía, maximizar la integración paisajística y el valor socio-ambiental de la actuación.

Debido a la falta de estudios fiables y lo suficientemente documentados para sacar resultados concluyentes, se llevarán a cabo una serie de pruebas piloto para obtener los datos necesarios, y así llevar a cabo una comparación contrastada entre las técnicas tradicionales de drenaje urbano y las técnicas sostenibles.



### 3.2.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y CANTIDADES

- TDUS
  - GREEN ROOFS: estructura en forma de balsa rectangular de dimensiones 15 x 25 m<sup>2</sup>. Espesor de muros y losa inferior de 20 cm. Altura de muros variable entre 0,75 y 1,00 m.
  - FIRMES POROSOS: superficie de 15 x 5 m<sup>2</sup>, delimitado por muros de contención de 20 cm de espesor y altura variable entre 0,55 y 0,65 m. Zapata de 0,80 m de ancho y 30 cm de espesor.
  - ZANJAS DRENANTES: superficies de 8 x 3 m<sup>2</sup>
    - ZD1: estructura tipo balsa, con espesor de muros y losa inferior de 0,20 m
    - ZD2: muros perimetrales de 0,25 m de espesor y zapata de 1,15 m de ancho con espesor de 0,40 m.
- CÁMARAS DE AFORO
  - CV1: Cámara de aforo de caudales para los Green Roof.
  - CV2: Cámara de aforo de caudales para el firme poroso tipo 1
  - CZD: Cámara de aforo de caudales pequeños para la zanja drenante tipo 2.
- RED DE AGUAS DE PROCESO
  - Nº POZOS
    - 4 pozos prefabricados de hormigón de 1000 mm de diámetro
    - 12 pozos ejecutados in sito de fábrica de ladrillo de 1100 mm de diámetro
  - LONGITUD TUBERÍA
    - PVC-U Ø200 mm: 16 m
    - PVC-U Ø250 mm: 88 m
- VOLUMEN EXCAVACIÓN: 2.321 m<sup>3</sup>.
- VOLUMEN DE RELLENO ADECUADO: 1.149 m<sup>3</sup>
- VOLUMEN DE HORMIGÓN: 564 m<sup>3</sup>
- KG DE ACERO CORRUGADO: 55.428 kg

## APENDICE 1: PLANO DE IMPLANTACIÓN



## ANEJO Nº02. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

## ÍNDICE

### ANEJO Nº02. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

|   |   |
|---|---|
| 1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....             | 1 |
| 2.- SITUACIÓN ACTUAL .....                        | 1 |
| 3.- DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTOTOPOGRÁFICO..... | 2 |

### APENDICES

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| APENDICE 1: PLANO TOPOGRÁFICO ..... | 4 |
|-------------------------------------|---|



## 1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Se redacta el presente anejo con el fin de definir las características del solar donde se ubicarán los diferentes elementos definidos en el Proyecto de Construcción: "Diferentes Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible"

## 2.- SITUACIÓN ACTUAL

El solar en el que se ubicarán las actuaciones, es una zona sin instalaciones dentro de la E.D.A.R. de Meco.



La parcela tiene forma rectangular, sensiblemente horizontal, a la cota 605,6 m.

### 3.- DESCRIPCIÓN DEL LEVANTAMIENTOTOPOGRÁFICO

Para el correcto desarrollo del trabajo en la fase de toma de datos de campo, se procedió en primer lugar a la implantación de las bases de poligonal, que por su distribución permitieran la visibilidad de todos aquellos detalles necesarios para la obtención del plano.

El número total de bases situadas fue de siete y se materializaron físicamente en el terreno mediante clavos de acero en bordillos y asfalto señalizados con pintura "fixolid", asegurando así su permanencia para futuras ampliaciones del trabajo o replanteos del mismo. Las bases utilizadas son las siguientes:

| NÚMERO | COORDENADA X | COORDENADA Y  | COORDENADA Z |
|--------|--------------|---------------|--------------|
| 9002   | 474.989,424  | 4.486.599,496 | 605,666      |
| 9003   | 475.008,790  | 4.486.617,434 | 605,663      |
| 9004   | 475.036,771  | 4.486.642,974 | 605,626      |
| 9005   | 474.968,587  | 4.486.573,857 | 605,697      |
| 9006   | 474.942,512  | 4.486.565,039 | 605,641      |
| 9007   | 474.911,712  | 4.486.536,877 | 605,644      |
| 9008   | 474.936,530  | 4.486.513,23  | 605,638      |

Para la observación de las bases se utilizaron técnicas GPS mediante dos receptores bifrecuencia. También se empleó una estación total en aquellos lugares en los que fue necesario.

La observación de las bases se ha realizado mediante la metodología GPS, CINEMÁTICO EN TIEMPO REAL (RTK).



Las correcciones en Tiempo Real utilizadas son las que transmite la red IBEREF-GPS MADRID mediante tecnología móvil GPRS-UMTS/3G.

Estas correcciones son el resultado de interpolar la posición del GPS Móvil en un modelo digital de correcciones RTK, modelo generado por las correcciones calculadas de cada una de las Estaciones de Referencia Permanentes que componen la Red.

El protocolo de comunicación o formato de datos Tiempo Real utilizado es el RTCM v3.0.

Cada base fue observada un mínimo de 3 veces con entre cada medida.

La Red IBEREF-GPS proporciona coordenadas UTM ETRS 89 según la Red Regente establecida por el I.G.N.

El método empleado para la observación de los puntos de detalle fue el de radiación. Para la correcta interpretación de los puntos radiados, se emplearon una serie de códigos asociados a cada punto de radiación.

Tanto para la observación de las poligonales como para los puntos de radiación, se emplearon colectores de datos automáticos que nos permitieran un mayor rendimiento.

En dicha toma de datos, se prestó especial atención a:

- Líneas naturales del terreno: Cabezas de talud, pies de talud, vaguadas, etc.
- Líneas artificiales del terreno: Muros, fachada de edificios, bordillos, alambradas, etc.
- Detalles puntuales: Servicios, árboles, etc.

El número total de puntos de detalle radiados fue de aproximadamente 1120.



## APENDICE 1: PLANO TOPOGRÁFICO

## **ANEJO N°03. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

## ÍNDICE

### ANEJO Nº03. ESTUDIO GEOTÉCNICO

|   |   |
|---|---|
| 1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....                     | 1 |
| 2.- EFECTOS SÍSMICOS.....                                 | 1 |
| 3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE LA ZONA ..... | 2 |
| 3.1.- MARCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....                     | 2 |
| 3.2.- CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS .....               | 3 |
| 4.- RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO .....                       | 3 |
| 5.- CONCLUSIONES .....                                    | 5 |

### APENDICE

|  |   |
|--|---|
| APENDICE 1: ENSAYOS REALIZADOS EN LA PARCELA ..... | 6 |
|--|---|





En este caso y tal y como puede observarse en la figura anterior (correspondiente al mapa de peligrosidad sísmica), la zona de Meco se encuentra ubicada en la zona de aceleración sísmica básica  $a_b < 0,04g$ , por lo que no se tendrán en cuenta las acciones sísmicas.

### **3.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE LA ZONA**

#### **3.1.- MARCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO**

De acuerdo con la información geológico-geotécnica existente, toda la región se enmarca dentro de la Depresión Terciaria del Tajo, en una zona de cambio lateral de facies, que van desde las formaciones detríticas de borde en el Norte y Noroeste de la cuenca, a las evaporíticas del centro de la misma al Sur.

Los materiales que configuran geológicamente la región son, por lo tanto, casi exclusivamente terciarios: Mioceno continental. Sobre ellos aparecen diversos tipos de recubrimientos cuaternarios, constituidos fundamentalmente por las terrazas y los aluviones de los ríos y los coluviones que cubren algunas laderas de sus valles.

En la zona aparecen materiales del Mioceno medio, en los escarpes y bajo terrazas del río Henares, correspondientes a facies de orla distal de un sistema deposicional en transición a ambientes más evaporíticos. Se trata de la "Unidad Alcalá superior". Esta unidad está constituida por arcillas y limos pardorrojizos y marrones, más o menos litificados, con intercalaciones de arenas finas a medias de tonos gris-verdosos. Hacia el Sureste, la variabilidad litológica de estos materiales aumenta, desarrollándose cuerpos conglomeráticos y areniscosos, así como niveles carbonatados.

En el entorno de Meco y extendiéndose hacia el Sureste, el río Henares y sus afluentes han depositado un extenso manto de materiales cuaternarios que cubren el sustrato Mioceno. Se trata de gravas, arenas y limos dispuestos en lentejones de extensión variable, con secuencias típicas de origen fluvial granodecrecientes de muro a techo.

El sustrato Mioceno se encuentra fuertemente sobreconsolidado, como consecuencia del peso del terreno que soportaba inicialmente y que ha sido posteriormente eliminado en el proceso erosivo de formación del valle del río Henares.



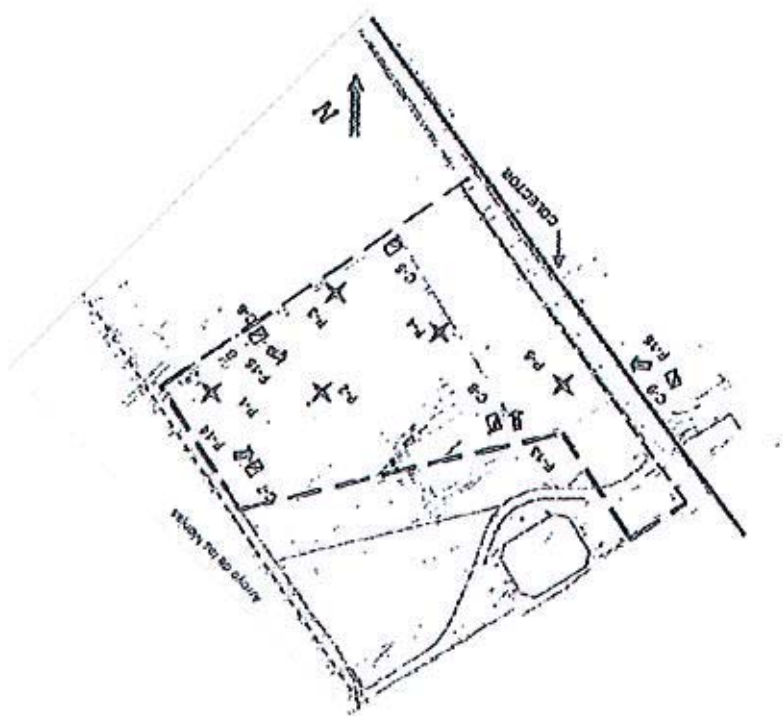
### 3.2.- CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona reconocida se desarrolla sobre una topografía de suaves ondulaciones y se encuentra afectada en su mayor parte por los valles del río Henares y el arroyo de las Monjas.

El relieve de la zona queda configurado por una extensa plataforma estructural, sobre la que el continuo proceso de erosión, encajamiento y depresión de la red fluvial (río Henares) a lo largo del Cuaternario, ha dado lugar al desarrollo de una morfología escalonada de terrazas.

### 4.- RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO

Del estudio geotécnico realizado por INTEINCO para el proyecto de la EDAR de Meco, en el que se realizaron varios reconocimientos in situ (en la parcela de la EDAR y a lo largo de la traza del colector), tomaremos el punto de reconocimiento C-8, por encontrarse en la zona de nuestro proyecto.







Siendo la nomenclatura seguida en la imagen, la seguida en el nombrado estudio geotécnico del proyecto de la EDAR de Meco:

- C-X: Calicata nº X del punto de reconocimiento.
- P-X: Penetración dinámica nº X del punto de reconocimiento
- F-X: Fotografía nº X

De los resultados obtenidos se desprende que:

- Para elementos sin excavaciones bajo rasante la cimentación podrá realizarse mediante zapatas aisladas o corridas, apoyadas en el nivel de suelos limosos arcilloarenosos cuaternarios de color marrón claro y consistencia media-firme, una vez sobrepasada la capa superficial alterada de 1 m de espesor aproximadamente. Para elementos con cargas importantes, se recomienda recurrir a una cimentación mediante losa sobre los citados suelos.

Se puede considerar en el diseño de las cimentaciones sobre el nivel de suelos arcillosos limoarenosos cuaternarios una presión admisible de hasta 1 kp/cm<sup>2</sup>.

Para cargas importantes, cabe la alternativa de una cimentación por pozos alcanzando el nivel de gravas, siendo entonces de aplicación, las presiones admisibles que se comentan a continuación.

- Para elementos con excavaciones bajo rasante (en torno a 3 m), la cimentación quedaría apoyada sobre el nivel de gravas arenosas, con presencia de agua. En este caso caben soluciones de zapatas aisladas, corridas y también losas.

En nuestro caso, dada la elevada compacidad del nivel de gravas, podría considerarse una presión admisible de hasta unos  $3 \text{ kp/cm}^2$ , no obstante, para cubrir posibles heterogeneidades locales y teniendo en cuenta la presencia de agua y sus posibles fluctuaciones se recomienda una presión admisible de  $2 \text{ kp/cm}^2$ . Para estas presiones sobre estas gravas no son de temer problemas de asientos, que además se producirían de forma rápida durante la propia construcción.

Deberán preverse medidas de evacuación y bombeos necesarios para proceder al hormigonado en seco de las zapatas.

## 5.- CONCLUSIONES

La zona objeto del proyecto se encuentra ubicada en la parcela de la EDAR que se sitúa sobre depósitos cuaternarios de terraza de compacidad variable. La cimentación de los diferentes elementos podrá resolverse mediante cimentaciones directas apoyadas sobre dichos materiales, una vez sobrepasada la capa superficial alterada de espesor en torno a 1 m.

Para elementos sin excavaciones bajo rasante, las cimentaciones se podrán apoyar sobre las arcillas limoarenosas, presiones de trabajo de  $2 \text{ kp/cm}^2$ . En este último caso habrá que contar con las dificultades de ejecución que supone la presencia de agua en las gravas.

Los contenidos en sulfatos solubles detectados en los diferentes suelos de la zona y en la muestra de agua analizada han sido mínimos, por lo que de acuerdo con los criterios de la Instrucción EHE, no serán necesarias medidas al respecto en los hormigones de cimentación.

## APENDICE 1: ENSAYOS REALIZADOS EN LA PARCELA



| Prof.<br>(m) | DESCRIPCIÓN DEL TERRENO   | Muestra |
|--------------|---|---------|
| 1<br>1,1     | Tierra de labor y suelos alterados arcillosos marrón oscuros.   | X       |
| 1,7          | Arcillas limoarenosas de color beige, con nódulos de carbonato. |         |
| 2<br>2,4     | Gravas arcilloarenosas de cantos heterométricos, compactas.     |         |
| 3            |   |         |
| 4            |   |         |

#### INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCIÓN Y CONTROL  
Dirección: c/ Serrano, 65 CP:28006 MADRID (MADRID)  
Obra: INTEINCO (SUBIDA) Cata C-8 Muestra ALT Profund. 2.50 m.

Fecha de toma: Fecha Inicio: 17/03/03 Fecha Fin: 26/03/03 Fecha Entrega: 07/04/03

Muestra: Entregada por el Peticionario en el Laboratorio

Uso al que está o se pretende sea destinada:

Descripción del suelo:

| ENSAYOS REALIZADOS | NORMA | RESULTADOS | ESPECIFICACIONES |
|--------------------|-------|------------|------------------|
|--------------------|-------|------------|------------------|

|                          |            |      |  |
|--------------------------|------------|------|--|
| Sulfatos solubles SO4(%) | UNE-103201 | 0,00 |  |
|--------------------------|------------|------|--|

Fecha: 2 de abril de 2003

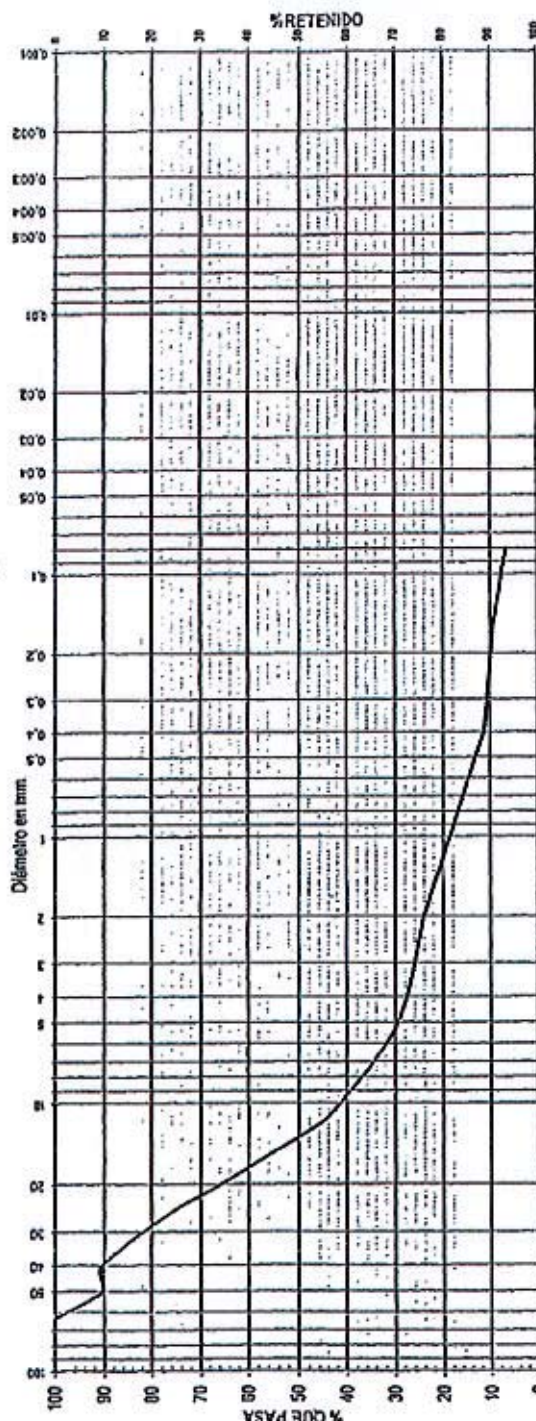
Jefe de Área: Raúl Sanz Urbieja

Director del Laboratorio: Oscar Rodríguez Rodríguez

Peticionario: INSTITUTO TECNICO DE INSPECCION Y CONTROL  
Dirección: c/ Serrano, 85 CP-28006 MADRID (MADRID)  
Obra: INTEINCO (SUBIDA) Caba C-8 Muestra ALT Profund. 2.50 m.

Uso al que está o se pretende sea destinada:  
Descripción del suelo:

# ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. NORMA DE ENSAYO ( UNE 103 101:1995 )



| GRAVA | GRAVILLA |      |        |       |      | ARENA  |       |      |        |       | LIMO |        |       | ARCILLA |        |
|-------|----------|------|--------|-------|------|--------|-------|------|--------|-------|------|--------|-------|---------|--------|
|       | Medio    | Fino | Gruesa | Medio | Fino | Grueso | Medio | Fino | Grueso | Medio | Fino | Grueso | Medio | Fino    | Grueso |

|             |     |     |     |    |    |       |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |   |      |     |     |      |      |      |      |      |
|-------------|-----|-----|-----|----|----|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|---|------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Tamices UNE | 150 | 125 | 100 | 90 | 80 | 63    | 50   | 40   | 25   | 20   | 12.5 | 10   | 5    | 2.5 | 2    | 1.25 | 1 | 0.63 | 0.5 | 0.4 | 0.32 | 0.25 | 0.16 | 0.13 | 0.08 |
| % que pasa  |     |     |     |    |    | 100.0 | 98.2 | 98.2 | 75.5 | 65.6 | 47.3 | 41.3 | 29.3 |     | 21.9 |      |   |      |     |     |      |      | 9.3  |      | 6.5  |

Observaciones:



|   |                        |   |                    |                                   |                               |
|---|------------------------|---|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Eptisa</b><br><small>LABORATORIO</small> |                        | <b>LABORATORIO EPTISA</b><br>Tlf. 913 559 877 FAX 913 559 845<br>C/ María Teresa, 8<br>28050 - Madrid |                    | Laboratorio Acreditado: Ver Datos |                               |
| TRÁMITE: IP-2116-102                        | PETICIÓN Nº: D-36977-S | CLAVE:  |                    | HOJA 1 DE 1                       |                               |
| <b>INFORME DE PENETRACIONES DINÁMICAS</b>   |                        |   |                    |                                   |                               |
| PETICIONARIO:                               |                        | INSTITUTO TÉCNICO DE INSPECCIÓN Y CONTROL, S.A.   |                    |                                   |                               |
| PROYECTO / OBRA:                            |                        | COLECTOR Y E.D.A.R. EN MÉCO (MADRID)  |                    |                                   |                               |
| LOCALIZACIÓN:                               |                        | P-5   |                    |                                   |                               |
| FECHA DE REALIZACIÓN:                       |                        | 14/03/2003  | FECHA DE REGISTRO: | 17/03/2003                        | PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4,40 m |
| TIPO: DSH                                   |                        | PESO DE LA HAZA: 62,5 Kg  | ALTURA DE CAÍDA:   |                                   | 875 m                         |

| PROFUNDIDAD (m.) | GOLPES |
|------------------|--------|
| 0,0 a 0,2        | 4      |
| 0,2 a 0,4        | 4      |
| 0,4 a 0,6        | 5      |
| 0,6 a 0,8        | 5      |
| 0,8 a 1,0        | 6      |
| 1,0 a 1,2        | 6      |
| 1,2 a 1,4        | 6      |
| 1,4 a 1,6        | 7      |
| 1,6 a 1,8        | 7      |
| 1,8 a 2,0        | 8      |
| 2,0 a 2,2        | 8      |
| 2,2 a 2,4        | 7      |
| 2,4 a 2,6        | 7      |
| 2,6 a 2,8        | 7      |
| 2,8 a 3,0        | 6      |
| 3,0 a 3,2        | 10     |
| 3,2 a 3,4        | 6      |
| 3,4 a 3,6        | 10     |
| 3,6 a 3,8        | 14     |
| 3,8 a 4,0        | 34     |
| 4,0 a 4,2        | 48     |
| 4,2 a 4,4        | 68     |
| 4,4 a 4,6        |        |
| 4,6 a 4,8        |        |
| 4,8 a 5,0        |        |
| 5,0 a 5,2        |        |
| 5,2 a 5,4        |        |
| 5,4 a 5,6        |        |
| 5,6 a 5,8        |        |
| 5,8 a 6,0        |        |
| 6,0 a 6,2        |        |
| 6,2 a 6,4        |        |
| 6,4 a 6,6        |        |
| 6,6 a 6,8        |        |
| 6,8 a 7,0        |        |
| 7,0 a 7,2        |        |
| 7,2 a 7,4        |        |
| 7,4 a 7,6        |        |
| 7,6 a 7,8        |        |
| 7,8 a 8,0        |        |
| 8,0 a 8,2        |        |
| 8,2 a 8,4        |        |
| 8,4 a 8,6        |        |
| 8,6 a 8,8        |        |
| 8,8 a 9,0        |        |
| 9,0 a 9,2        |        |
| 9,2 a 9,4        |        |
| 9,4 a 9,6        |        |
| 9,6 a 9,8        |        |
| 9,8 a 10,0       |        |
| 10,0 a 10,2      |        |
| 10,2 a 10,4      |        |
| 10,4 a 10,6      |        |
| 10,6 a 10,8      |        |
| 10,8 a 11,0      |        |

**ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA**

VºBº Víctor Manuel Rodríguez Rodríguez  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

**Eptisa**  
LABORATORIO

Madrid, 17 de marzo de 2003

  
 Fdo. Raúl Sanjaume  
 JEFE DE ÁREA



## ANEJO Nº04. REPLANTEO

## ÍNDICE

### ANEJO Nº04. REPLANTEO

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1.- OBJETO Y ALCANCE .....          | 1 |
| 2.- BASES DE REPLANTEO .....        | 1 |
| 3.- DESCRIPCIÓN DEL REPLANTEO ..... | 1 |

## 1.- OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente anejo es describir el replanteo de los elementos del proyecto. A partir de las bases de replanteo implantadas, y de los elementos que no se modifican con el proyecto (como el edificio de control y la acera del vial de acceso a la EDAR) se realiza el replanteo de las TDUS, balsas, pozos y todos los elementos que integran el proyecto.

El replanteo de todos los elementos del proyecto, se incluye en los planos correspondientes, dentro del Documento nº 2.- Planos.

## 2.- BASES DE REPLANTEO

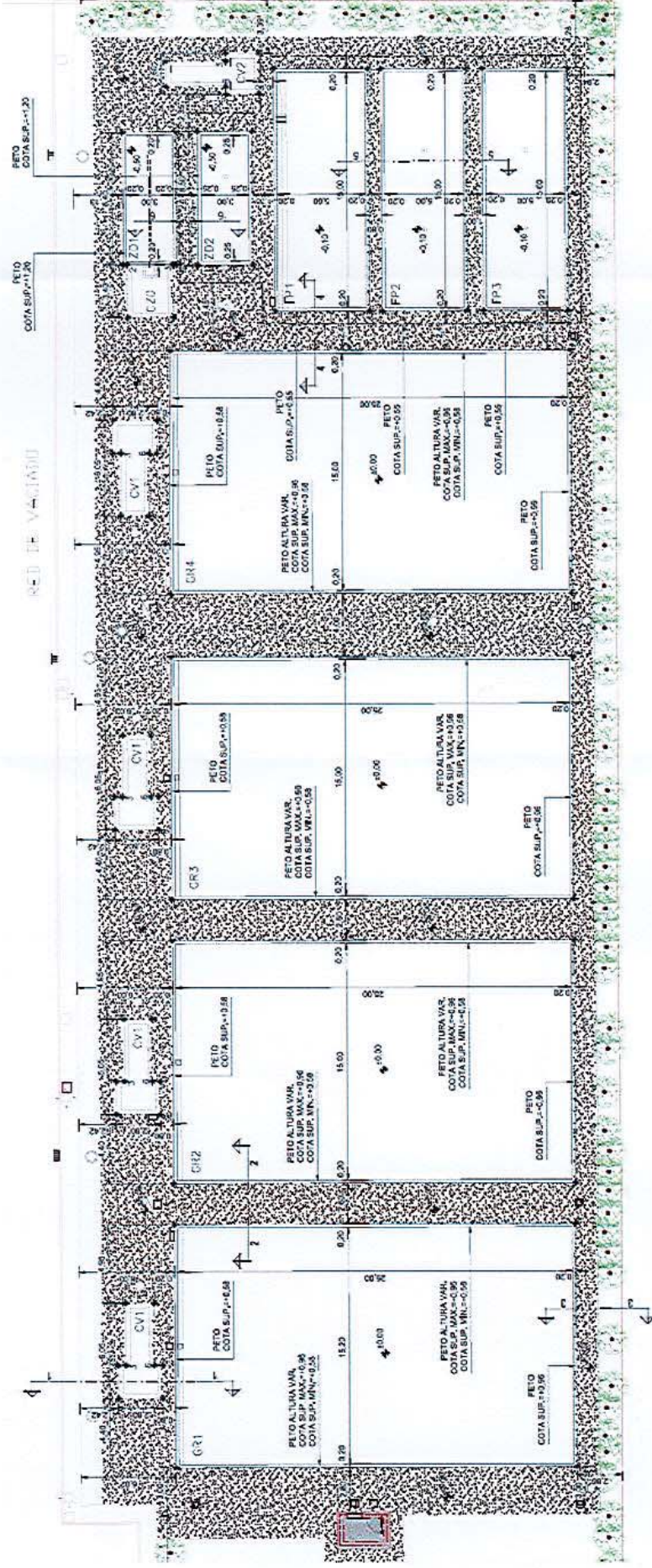
Las bases de replanteo son las siguientes:

| NÚMERO | COORDENADA X | COORDENADA Y  | COORDENADA Z |
|--------|--------------|---------------|--------------|
| 9002   | 474.989,424  | 4.486.599,496 | 605,666      |
| 9003   | 475.008,790  | 4.486.617,434 | 605,663      |
| 9004   | 475.036,771  | 4.486.642,974 | 605,626      |
| 9005   | 474.968,587  | 4.486.573,857 | 605,697      |
| 9006   | 474.942,512  | 4.486.565,039 | 605,641      |
| 9007   | 474.911,712  | 4.486.536,877 | 605,644      |
| 9008   | 474.936,530  | 4.486.513,23  | 605,638      |

## 3.- DESCRIPCIÓN DEL REPLANTEO

A partir de estas bases, podemos hacer el replanteo de todos los elementos proyectados.





En primer lugar se establecen la cota de la superficie terminada, que será una superficie horizontal, a la cota relativa 0,0 m; correspondiente a la cota absoluta 605,5m.

A 6,02 m de la alineación de la acera y a 19,54 m de la Base 1, se establece el vértice exterior del Green Roof GR1. Los Green Roofs son rectángulos de dimensiones 15 x 25 m<sup>2</sup>, con el lado de 15 m paralelo a la alineación de la acera del vial de acceso.

Los Green Roofs GR1 y GR2 y GR2 y GR3 están separados entre sí una distancia de 2,60 m; el GR3 y el GR4 están separados 4,0 m.

A 2,49 m de GR4 se encuentran los firmes porosos, de dimensiones 15 x 5 m<sup>2</sup>, y con el lado de 5 m paralelo al lado de 25 m de GR4. FP1 y FP2, están separados 0,80 m, mientras que FP2 y FP3, lo están 1 m.

A 1,35 m de FP1 se encuentra ZD2. Las Zanjas Drenantes son rectángulos de dimensiones 8 x 3 m<sup>2</sup>. El lado de 8 m es paralelo al lado de 15 m de los Firmes Porosos. ZD1 y ZD2 son dos rectángulos paralelos separados una distancia de 1,35 m.

Las cámaras de aforo son dos rectángulos adosados formando una T tumbada. Las cámaras correspondientes a los Green Roofs, tienen dimensiones exteriores 6,05 m de largo y anchos: 2,80 m y 1,80 m. La distancia mínima de cada cámara a su GR correspondiente es de 0,80 m.

La cámara de aforo correspondiente al Firme Poroso FP1, tiene dimensiones 6,21 m de largo y de anchos: 2,60 y 1,60 m. El lado de 2,60 m está separado de FP1 una distancia de 0,90 m y del cerramiento perimetral de la EDAR una distancia de 3,39 m.

La cámara de aforo correspondiente a la Zanja Drenante 1 (CZD), está adosada a esta TDUS y tiene dimensiones exteriores 3,40 x 2,90 m<sup>2</sup>.

Todos los elementos replanteados pueden observarse en el plano 3.02. del Documento nº 2. Planos.

A continuación se presenta una tabla con las coordenadas de los vértices de las TDUS y Cámaras



| PUNTO          | COORD. X    | COORD. Y      |
|----------------|-------------|---------------|
| <b>GR1</b>     |             |               |
| 1              | 474.983,586 | 4.486.585,861 |
| 2              | 474.994,958 | 4.486.596,245 |
| 3              | 475.012,085 | 4.486.577,489 |
| 4              | 475.000,713 | 4.486.567,104 |
| <b>CV1 GR1</b> |             |               |
| 1              | 474.984,412 | 4.486.591,491 |
| 2              | 474.985,964 | 4.486.592,906 |
| 3              | 474.986,301 | 4.486.592,537 |
| 4              | 474.989,219 | 4.486.595,199 |
| 5              | 474.990,432 | 4.486.593,869 |
| 6              | 474.987,514 | 4.486.591,207 |
| 7              | 474.987,851 | 4.486.590,838 |
| 8              | 474.986,299 | 4.486.589,423 |
| <b>ZD2</b>     |             |               |
| 1              | 475.041,142 | 4.486.635,909 |
| 2              | 475.047,419 | 4.486.641,640 |
| 3              | 475.049,779 | 4.486.639,056 |
| 4              | 475.043,502 | 4.486.633,324 |

| PUNTO          | COORD. X    | COORD. Y      |
|----------------|-------------|---------------|
| <b>GR2</b>     |             |               |
| 1              | 474.996,878 | 4.486.597,999 |
| 2              | 475.008,250 | 4.486.608,383 |
| 3              | 475.025,377 | 4.486.589,626 |
| 4              | 475.014,005 | 4.486.579,242 |
| <b>CV1 GR2</b> |             |               |
| 1              | 474.997,705 | 4.486.603,629 |
| 2              | 474.999,256 | 4.486.605,044 |
| 3              | 474.999,593 | 4.486.604,674 |
| 4              | 475.002,511 | 4.486.607,336 |
| 5              | 475.003,724 | 4.486.606,006 |
| 6              | 475.000,806 | 4.486.603,344 |
| 7              | 475.001,143 | 4.486.602,975 |
| 8              | 474.999,592 | 4.486.601,560 |
| <b>CZD_ZD1</b> |             |               |
| 1              | 475.035,634 | 4.486.636,973 |
| 2              | 475.038,144 | 4.486.639,266 |
| 3              | 475.040,100 | 4.486.637,124 |
| 4              | 475.037,589 | 4.486.634,832 |

| PUNTO          | COORD. X    | COORD. Y      |
|----------------|-------------|---------------|
| <b>GR3</b>     |             |               |
| 1              | 475.010,170 | 4.486.610,136 |
| 2              | 475.021,543 | 4.486.620,520 |
| 3              | 475.038,670 | 4.486.601,763 |
| 4              | 475.027,297 | 4.486.591,379 |
| <b>CV1 GR3</b> |             |               |
| 1              | 475.010,997 | 4.486.615,766 |
| 2              | 475.012,548 | 4.486.617,181 |
| 3              | 475.012,885 | 4.486.616,812 |
| 4              | 475.015,804 | 4.486.619,474 |
| 5              | 475.017,017 | 4.486.618,144 |
| 6              | 475.014,098 | 4.486.615,482 |
| 7              | 475.014,435 | 4.486.615,112 |
| 8              | 475.012,884 | 4.486.613,697 |
| <b>ZD1</b>     |             |               |
| 1              | 475.037,976 | 4.486.639,451 |
| 2              | 475.044,179 | 4.486.645,115 |
| 3              | 475.046,472 | 4.486.642,604 |
| 4              | 475.040,269 | 4.486.636,940 |

| PUNTO          | COORD. X    | COORD. Y      |
|----------------|-------------|---------------|
| <b>GR4</b>     |             |               |
| 1              | 475.024,496 | 4.486.623,217 |
| 2              | 475.035,869 | 4.486.633,601 |
| 3              | 475.052,996 | 4.486.614,844 |
| 4              | 475.041,623 | 4.486.604,460 |
| <b>CV1 GR4</b> |             |               |
| 1              | 475.026,065 | 4.486.628,843 |
| 2              | 475.028,980 | 4.486.631,508 |
| 3              | 475.028,643 | 4.486.631,877 |
| 4              | 475.030,193 | 4.486.633,294 |
| 5              | 475.032,082 | 4.486.631,227 |
| 6              | 475.030,532 | 4.486.629,811 |
| 7              | 475.030,195 | 4.486.630,180 |
| 8              | 475.027,279 | 4.486.627,515 |
| <b>FP3</b>     |             |               |
| 1              | 475.051,132 | 4.486.620,589 |
| 2              | 475.062,500 | 4.486.630,978 |
| 3              | 475.066,143 | 4.486.626,992 |
| 4              | 475.054,775 | 4.486.616,603 |



| PUNTO          | COORD. X    | COORD. Y      |
|----------------|-------------|---------------|
| <b>FP1</b>     |             |               |
| 1              | 475.042,228 | 4.486.630,333 |
| 2              | 475.053,600 | 4.486.640,717 |
| 3              | 475.057,643 | 4.486.636,293 |
| 4              | 475.046,275 | 4.486.625,904 |
| <b>CV2_FP1</b> |             |               |
| 1              | 475.048,205 | 4.486.644,998 |
| 2              | 475.049,388 | 4.486.646,079 |
| 3              | 475.051,951 | 4.486.643,274 |
| 4              | 475.052,319 | 4.486.643,610 |
| 5              | 475.053,735 | 4.486.642,059 |
| 6              | 475.051,816 | 4.486.640,306 |
| 7              | 475.050,400 | 4.486.641,857 |
| 8              | 475.050,769 | 4.486.642,193 |
| <b>FP2</b>     |             |               |
| 1              | 475.046,815 | 4.486.625,313 |
| 2              | 475.058,182 | 4.486.635,703 |
| 3              | 475.061,825 | 4.486.631,717 |
| 4              | 475.050,458 | 4.486.621,327 |

## **ANEJO N°05. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS**

## ÍNDICE

### ANEJO N°05. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

|   |    |
|---|----|
| 1.- INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 2.- ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS .....      | 1  |
| 3.- DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES TEÓRICOS DRENADOS .....     | 3  |
| 3.1.- MÉTODO A EMPLEAR .....                                  | 3  |
| 3.2.- VALORES OBTENIDOS .....                                 | 6  |
| 4.- DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO EN LAS TDUS ..... | 6  |
| 4.1.- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO .....                           | 6  |
| 4.2.- ESPESOR Y TIPO DE SUSTRATO EN LOS GREEN ROOFS .....     | 8  |
| 4.3.- ELEMENTO DRENANTE .....                                 | 11 |
| 4.4.- MODELIZACIÓN EN SOFTWARE ESPECIALIZADO .....            | 12 |
| 4.4.1.- EPA SWMM .....  | 12 |
| 4.4.2.- HYDRUS .....  | 18 |
| 4.4.3.- CONCLUSIONES MODELIZACIONES .....                     | 24 |
| 5.- MEDICIÓN DE CAUDALES .....                                | 25 |
| 5.1.- MEDICIÓN DE CAUDALES MAYORES. VERTEDEROS .....          | 25 |
| 5.1.1.- DIMENSIONAMIENTO DEL VERTEDERO .....                  | 29 |
| 5.1.2.- ERROR DE PRECISIÓN EN LA LECTURA .....                | 34 |
| 5.2.- MEDICIÓN DE CAUDALES PEQUEÑOS .....                     | 36 |
| 5.3.- POZOS DE MEDICIÓN CON FONDO EN TERRENO NATURAL .....    | 38 |
| 6.- ESTADÍSTICA DE PRECIPITACIONES .....                      | 39 |
| 7.- REGISTROS ESPERABLES .....                                | 43 |
| 8.- ELEMENTOS DE DRENAJE. AGUAS DE PROCESO .....              | 44 |
| 8.1.- DESCRIPCIÓN .....                                       | 44 |

### APENDICES:

|   |    |
|---|----|
| APENDICE 1: LISTADO REGISTROS MC01 HENARES-GUADALAJARA (SAIH) ..... | 46 |
|---|----|



## 1.- INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se van a estudiar los caudales drenados por cada una de las superficies propuestas para las TDUS.

Para determinar las actuaciones a diseñar es necesario conocer y definir las variables que influirán en la obtención de caudales de salida de los distintos Green Roofs y por tanto en el número de hidrogramas capaces de generar al año. Para ello será necesario estudiar distintos parámetros de diseño, en paralelo, de forma que en función a las variables sobre las que se actúe se obtendrá una probabilidad de obtención de hidrogramas para el estudio.

Las distintas variables de las que se parte son:

- Tipo de sustrato utilizado para la plantación
- Espesor de sustrato
- Elemento prefabricado de casa comercial para el drenaje de la TDUS.
- Superficie de captación de la TDUS
- Sistema de aforo para la obtención de caudales.

## 2.- ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS

Para la obtención de las Precipitaciones Máximas diarias, se utiliza la Publicación: *Máximas lluvias diarias en la España peninsular*, editado por el Ministerio de Fomento.

En primer lugar se obtienen los valores de Cv y P en el siguiente plano:



Obteniéndose del mapa:

- $C_v=0,34$
- $P=38 \text{ mm}$

Para los distintos periodos de retorno  $T$  y el valor de  $C_v$ , se obtiene el factor de amplificación  $K_T$  mediante el uso de la siguiente tabla:

| $C_v$ | PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T) |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 2                              | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   | 500   |
| 0.30  | 0.935                          | 1.194 | 1.377 | 1.625 | 1.823 | 2.022 | 2.251 | 2.541 |
| 0.31  | 0.932                          | 1.198 | 1.385 | 1.640 | 1.854 | 2.068 | 2.296 | 2.602 |
| 0.32  | 0.929                          | 1.202 | 1.400 | 1.671 | 1.884 | 2.098 | 2.342 | 2.663 |
| 0.33  | 0.927                          | 1.209 | 1.415 | 1.686 | 1.915 | 2.144 | 2.388 | 2.724 |
| 0.34  | 0.924                          | 1.213 | 1.423 | 1.717 | 1.930 | 2.174 | 2.434 | 2.785 |
| 0.35  | 0.921                          | 1.217 | 1.438 | 1.732 | 1.961 | 2.220 | 2.480 | 2.831 |
| 0.36  | 0.919                          | 1.225 | 1.446 | 1.747 | 1.991 | 2.251 | 2.525 | 2.892 |
| 0.37  | 0.917                          | 1.232 | 1.461 | 1.778 | 2.022 | 2.281 | 2.571 | 2.953 |
| 0.38  | 0.914                          | 1.240 | 1.469 | 1.793 | 2.052 | 2.327 | 2.617 | 3.014 |
| 0.39  | 0.912                          | 1.243 | 1.484 | 1.808 | 2.083 | 2.357 | 2.663 | 3.067 |
| 0.40  | 0.909                          | 1.247 | 1.492 | 1.839 | 2.113 | 2.403 | 2.708 | 3.128 |
| 0.41  | 0.906                          | 1.255 | 1.507 | 1.854 | 2.144 | 2.434 | 2.754 | 3.189 |
| 0.42  | 0.904                          | 1.259 | 1.514 | 1.884 | 2.174 | 2.480 | 2.800 | 3.250 |
| 0.43  | 0.901                          | 1.263 | 1.534 | 1.900 | 2.205 | 2.510 | 2.846 | 3.311 |
| 0.44  | 0.898                          | 1.270 | 1.541 | 1.915 | 2.220 | 2.556 | 2.892 | 3.372 |
| 0.45  | 0.896                          | 1.274 | 1.549 | 1.945 | 2.251 | 2.586 | 2.937 | 3.433 |
| 0.46  | 0.894                          | 1.278 | 1.564 | 1.961 | 2.281 | 2.632 | 2.983 | 3.494 |
| 0.47  | 0.892                          | 1.286 | 1.579 | 1.991 | 2.312 | 2.663 | 3.044 | 3.555 |
| 0.48  | 0.890                          | 1.289 | 1.595 | 2.007 | 2.342 | 2.708 | 3.098 | 3.616 |
| 0.49  | 0.887                          | 1.293 | 1.603 | 2.022 | 2.373 | 2.739 | 3.128 | 3.677 |
| 0.50  | 0.885                          | 1.297 | 1.610 | 2.052 | 2.403 | 2.785 | 3.189 | 3.738 |
| 0.51  | 0.883                          | 1.301 | 1.625 | 2.068 | 2.434 | 2.815 | 3.220 | 3.799 |
| 0.52  | 0.881                          | 1.308 | 1.640 | 2.098 | 2.464 | 2.861 | 3.281 | 3.860 |



Realizando el producto del factor de amplificación  $K_T$  por el valor medio de la máxima precipitación diaria anual (P), se obtiene la precipitación diaria máxima para el periodo de retorno deseado, que en este caso, será de 10 años.

La precipitación máxima diaria será, por tanto, la siguiente:

$$P_D = 1,423 \times 38 = 54,07 \text{ mm}$$

### 3.- DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES TEÓRICOS DRENADOS

#### 3.1.- MÉTODO A EMPLEAR

Para la determinación de los caudales drenados, se empleará el método racional, cuya fórmula de cálculo es la siguiente:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde,

$Q_T$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ): Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la superficie.

$I(T, t_c)$  ( $\text{mm}/\text{h}$ ): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c=5$  min, de la superficie.

$$I(T, t_c) = I_d \cdot F_{int} = 2,25 \cdot 36,006 = 81,014 \text{ mm/h}$$

donde:

$I_d$  ( $\text{mm}/\text{h}$ ): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno  $T=10$  años.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24} = \frac{54,07 \cdot 1}{24} = 2,25 \text{ mm/h}$$

donde:

$P_d$  (mm): precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno  $T= 54,07$  mm, según lo obtenido en el apartado anterior



$K_A$  (adimensional): factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.  
Para superficies menores de 1 km<sup>2</sup>,  $K_A = 1$

$F_{int}$  (adimensional): Factor de intensidad. Introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de la duración del aguacero  $t$ , y del periodo de retorno  $T$ .

$$F_{int} = \max(F_a, F_b) = 36,006$$

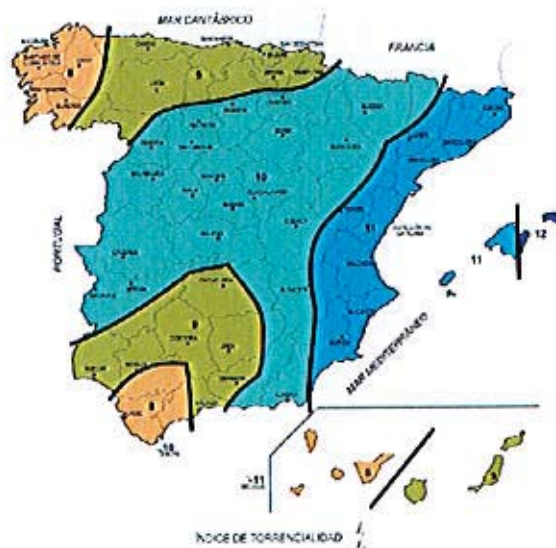
Donde:

$F_a$  (adimensional): factor obtenido a partir del índice de torrencialidad  $I_1/I_d$

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3.5287 - 2.5287t^{0.1}} = 36,006$$

Donde:

$I_1/I_d$  (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4 de la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de carreteras. En este caso  $I_1/I_d = 10$

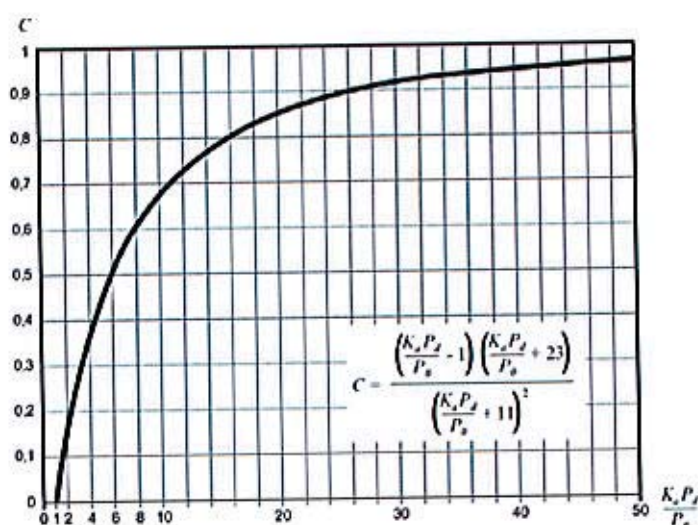


$t$  (horas): Duración del aguacero. Para la obtención de  $F_a$  se particulariza para una duración del aguacero igual al tiempo de

concentración, que se estima en 5 minutos (tiempo de escorrentía hacia un imbornal)

$F_b$  (adimensional): factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo. Como no se dispone de estos datos, se tomará el valor de  $F_b$ .

$C$  (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada. Define la parte de la precipitación de intensidad  $I$  ( $T, t_c$ ) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Se obtiene mediante la fórmula siguiente, representada a continuación.



Tomaremos como valor de  $C = 1$ , para maximizar el valor del Caudal teórico, y obtener el caudal más desfavorable.

$A$  (km<sup>2</sup>): Área de la cuenca o superficie considerada. Las superficies consideradas son las siguientes:

- Green roofs =  $25 \cdot 15 = 375 \text{ m}^2$
- Pavimentos =  $15 \cdot 5 = 75 \text{ m}^2$
- Zanjas drenantes =  $8 \cdot 3 = 24 \text{ m}^2$

$K_t$  (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14} = 1,003$$

Donde  $t_c$  es el tiempo de concentración de la cuenca. Se toma un valor de 5 minutos (0,08333h), según indicaciones de la Dirección del Proyecto.

### 3.2.- VALORES OBTENIDOS

Al aplicar el método desarrollado en el apartado anterior y con los datos expuestos, se obtienen los siguientes caudales teóricos, según la superficie:

- Green roofs:  $Q = \frac{81,014 \cdot 1 \cdot 0,000375 \cdot 1,003}{3,6} = 0,00846 \text{ m}^3/\text{s} = 8,46 \text{ l/s}$
- Pavimentos:  $Q = \frac{81,014 \cdot 1 \cdot 0,000075 \cdot 1,003}{3,6} = 0,00169 \text{ m}^3/\text{s} = 1,69 \text{ l/s}$
- Zanjas drenantes:  $Q = \frac{81,014 \cdot 1 \cdot 0,000024 \cdot 1,003}{3,6} = 0,00054 \text{ m}^3/\text{s} = 0,54 \text{ l/s}$

Hay que aclarar que esos valores serán los caudales máximos obtenidos para el periodo de retorno considerado de 10 años, para cada sistema. Considerando un coeficiente de escorrentía igual a la unidad, es decir sin retención de agua por los mismos en condiciones ideales.

## 4.- DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO EN LAS TDUS

En este apartado se describirá el procedimiento para la obtención del caudal para una lluvia de diseño de periodo de retorno de 10 años, sobre las superficies de estudio.

### 4.1.- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

La base de partida es el hietograma de precipitaciones de cálculo dado para un evento de duración de chubasco de 1 hora y periodo de retorno  $T=10$  años, usual para el diseño de redes urbanas.

El hietograma de precipitaciones se elabora basado en la formulación de la intensidad de lluvia dada por la instrucción de carreteras IC-5.2, y montado mediante el método del bloque alterno para un intervalo de tiempo de 5 minutos.

La precipitación diaria media máxima se obtiene tal y como se ha indicado en el apartado anterior mediante lo establecido por la documentación del ministerio de Fomento "Máximas lluvias diarias de la España Peninsular", obteniéndose un valor para 24 h de  $P=54,07 \text{ mm}$ .

El hietograma es el definido a continuación:



### HIETOGRAMA DE DISEÑO

| DURACIÓN (min) | INTENSIDAD (mm/h) (1) | COEFICIENTE UNIFORMIDAD PRECIPITACIÓN $K_t$ | PRECIPITACIÓN (mm) | INCREMENTO PRECIPITACIÓN (mm) | TIEMPO (min) | HIETOGRAMA DE DISEÑO |
|----------------|-----------------------|---|--------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|
| 5              | 81,01                 | 1,00  | 6,77               | 6,77                          | 0-5          | 1,05                 |
| 10             | 58,48                 | 1,01  | 9,82               | 3,05                          | 5-10         | 1,17                 |
| 15             | 47,81                 | 1,01  | 12,10              | 2,28                          | 10-15        | 1,34                 |
| 20             | 41,24                 | 1,02  | 13,99              | 1,89                          | 15-20        | 1,64                 |
| 25             | 36,66                 | 1,02  | 15,63              | 1,64                          | 20-25        | 2,28                 |
| 30             | 33,23                 | 1,03  | 17,10              | 1,47                          | 25-30        | 6,77                 |
| 35             | 30,54                 | 1,04  | 18,44              | 1,34                          | 30-35        | 3,05                 |
| 40             | 28,36                 | 1,04  | 19,68              | 1,24                          | 35-40        | 1,89                 |
| 45             | 26,54                 | 1,05  | 20,85              | 1,17                          | 40-45        | 1,47                 |
| 50             | 25,00                 | 1,05  | 21,95              | 1,10                          | 45-50        | 1,24                 |
| 55             | 23,66                 | 1,06  | 23,00              | 1,05                          | 50-55        | 1,10                 |
| 60             | 22,50                 | 1,07  | 24,00              | 1,00                          | 55-60        | 1,00                 |

(1) Ecuación según 5.2-IC  $I = I_d \cdot (I_d / I_d) ^{3,5287 - 2,5287 \cdot t_c^{0,1}}$



Lo primero que se puede determinar es el máximo caudal que se recibirá para esta precipitación en una superficie igual a  $25 \times 15 = 375 \text{m}^2$ , con un escurrimiento total sin pérdidas de agua, aplicando la formula racional corregida según la IC-5.2 de drenaje superficial del Ministerio de Fomento, obteniéndose un valor de:

$$Q = 8,46 \text{ l/s}$$

Este caudal obtenido para las Green Roofs será el máximo que se pueda recoger para las condiciones de partida establecidas.

Haciendo lo mismo para el resto de TDUS, los caudales máximos que se tendrán son:

Firmes Porosos  $Q=1,69$  l/s

Zanjas drenantes  $Q= 0,54$  l/s,

#### **4.2.- ESPESOR Y TIPO DE SUSTRATO EN LOS GREEN ROOFS**

El sustrato soporte para la plantación de la cubierta vegetal es fundamental, debido a que ocasionará una retención específica de agua en los huecos del esqueleto estructural, y adherida en las partículas sólidas que lo componen, produciendo una disminución y retraso de los caudales pico recibidos tras la lluvia.

El espesor del sustrato solo influirá en la cantidad de almacenamiento potencial que se tiene ya que hasta conceptualmente hablando, no se saturare parcialmente, no se obtendrá flujo de agua y lecturas en el vertedero de recogida. Siendo además el caudal recibido proporcional a la permeabilidad del material (variable a lo largo del evento según se humecta el terreno), al gradiente de presiones y a la superficie de la TDUS.

A nivel informativo, documentación específica al respecto como es el manual CIRIA en su versión C697 de 2007, indica que los sustratos producen una atenuación de lluvia de hasta un periodo de retorno de 2 años, que calculado s/IC-5.2 de 2015 proporciona una precipitación media en 24 horas de 35,11 mm. Reduciendo la intensidad de la precipitación para un tiempo de concentración de 5 minutos de 81,01 mm/h a 52,67 mm/h.

Por otra parte, la revisión C753 del año 2015 del mismo manual, indica que la reducción de escorrentía de estos sistemas se hace palpable en espacios de lluvia menores de 12 horas, siendo la reducción de la escorrentía muy pequeña para duraciones de lluvia entre 12 y 36 horas. Indica además, que el sistema permite escurrimientos nulos de los primeros 5 mm de precipitaciones para el 80% de los eventos en verano y del 50% en invierno.

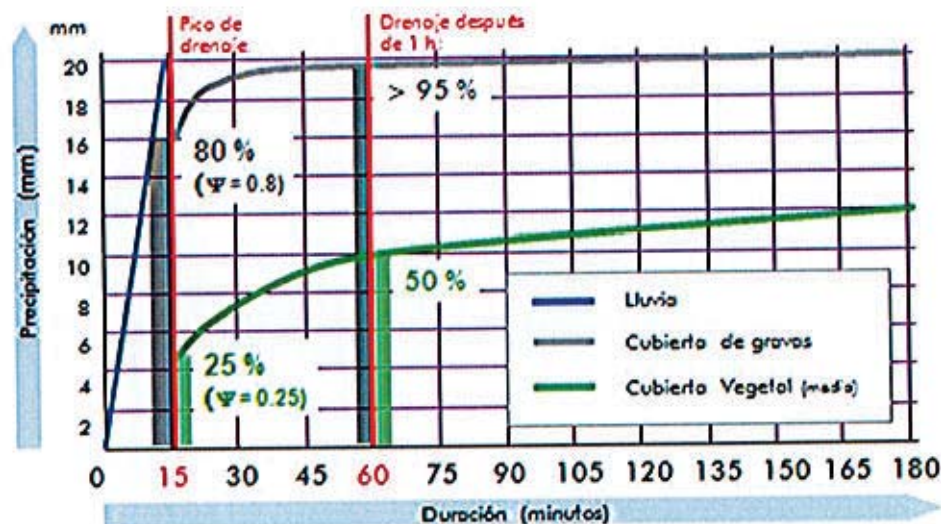
Para el presente proyecto los dos Green Roofs previstos contemplan dos modalidades de vegetación, una extensiva de mantenimiento nulo compuesta por sustrato de vegetación tapizante tipo Sedum y un espesor de sustrato de 10 cm. El segundo tipo será de modalidad intensiva con plantaciones de mayor porte como es el tipo Jardín, con espesor de 20 cm.



En ambos casos, se propone la utilización de sustratos específicos para Green Roofs, proporcionados por las casas comerciales consultadas. Estos sustratos confeccionados para este propósito, proporcionan una buena permeabilidad y retención de agua. La experiencia de la mercantil revela que para espesores de 10 cm de sustrato tipo Sedum se pueden llegar a tener retenciones de hasta 40 l/m<sup>2</sup>.

Se presenta una gráfica en la que se refleja la dilatación en el tiempo de la precipitación caída.

## Control de Escorrentías



Las fichas técnicas de ambos sustratos facilitan parámetros físicos tales como densidades seca y densidad saturada. De ellos se puede fácilmente obtener, por diferencia, la porosidad eficaz del suelo, ya que en terrenos libre (no confinados) el almacenamiento de agua coincide con la porosidad.

La porosidad obtenida para cada sustrato es:

- Tipo Sedum 28% (60 – 400 mm/min)
- Tipo Jardín 50% (0,3 – 30 mm/min)

Conocidas las porosidades y los espesores de cada sustrato, se podrá determinar el volumen de huecos del sustrato, dado por la propia definición de la porosidad eficaz:

$$n = \frac{V_h}{V} = \frac{V_h}{S \cdot e}$$



Tomando como superficie una cuadrícula de  $1 \times 1 \text{ m}^2$ , se tendrá que  $V_h = n \cdot e$ , proporcionando el volumen máximo de agua retenida. Siendo:

- Tipo Sedum:  $V_h = 0,28 \cdot 0,10 = 28 \text{ l} \rightarrow P = 28 \text{ mm}$
- Tipo Jardín:  $V_h = 0,50 \cdot 0,20 = 100 \text{ l} \rightarrow P = 100 \text{ mm}$

Valores que cuadran con las primeras indicaciones de las casas comerciales.

Por otra parte, una propiedad intrínseca de cada sustrato es la conductividad hidráulica o permeabilidad. Esta vendrá dada por las características físicas de la naturaleza de los áridos que lo componen, granulometría, materia orgánica, etc.

Esta propiedad es la que determinará la capacidad de drenaje del material y por tanto limitará superiormente el caudal drenado.

La determinación de este valor vendrá dado por la expresión de la ley de Darcy base fundamental de la mecánica del suelo para el movimiento de agua en los medios porosos:

$$Q = K \cdot i \cdot S$$

Donde:

- $K \cong$  Permeabilidad
- $i \cong$  Gradiente de presiones
- $S \cong$  Superficie

La ley de Darcy será válida para medios saturados, continuos y bajas velocidades dadas en régimen laminar.

El gradiente de presiones "i" se calcula a partir de la diferencia de los potenciales hidráulicos dados en dos puntos, en superficie de la capa del sustrato y en el fondo, en los que la presión es la atmosférica (igual a 0), dividido por el espesor de la capa. Por otra parte dada la baja velocidad del sistema, la componente dinámica de la presión se anula.

- $h_a = z + e$
- $h_b = z$

$$i = \frac{\Delta h}{e} = \frac{h_a - h_b}{e} = \frac{(z+e) - z}{e} = 1$$

Obteniéndose un gradiente de presiones igual a la unidad, lo que indica que el espesor de la capa no influye en el caudal recogido, dependiendo exclusivamente de la permeabilidad "K" y la superficie "S".

# **Cálculo de Armados**

|  |  |
|--|--|
| Materiales y coeficientes de ponderación |  |
| F <sub>ck</sub> (mPa) =                  | 25.00 Resistencia característica del hormigón    |
| F <sub>yk</sub> (mPa) =                  | 510.00 Resistencia característica de la armadura |
| γ <sub>G</sub> (*) =                     | 1.50 Coeficiente mayoración acciones             |
| γ <sub>c</sub> =                         | 1.50 Coeficiente minoración hormigón             |
| γ <sub>s</sub> =                         | 1.15 Coeficiente minoración acero                |
| r (m) =                                  | 0.043 Recubrimiento mecánico                     |

## **Armado del muro**

Cuantía mínima geométrica vertical (/mil por cara) >> 0.90  
 Cuantía mínima geométrica horizontal (/milpor cara) >> 1.60

| Solicitaciones<br>Y (m) | Cálculo del armado vertical trasdós |       |          |           |          |          |  |           |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|-------------------------------------|-------|----------|-----------|----------|----------|--|-----------|------|------|------|------|------|-------|
|                         | C (m)                               | D (m) | σh (kPa) | Vk (kN/m) | Mk (mkN) | Decalada |  | Uo (kN/m) | As1  | As21 | α    | As22 | As3  | As.vt |
| 0.00                    | 0.20                                | 0.157 | 1.2      | 0.0       | 0.0      | 0.05     |  | 2616.7    | 0.01 | 2.36 | 1.50 | 0.01 | 1.80 | 1.80  |
| 0.10                    | 0.20                                | 0.157 | 1.8      | 0.2       | 0.0      | 0.12     |  | 2616.7    | 0.02 | 2.36 | 1.50 | 0.03 | 1.80 | 1.80  |
| 0.20                    | 0.20                                | 0.157 | 2.3      | 0.4       | 0.0      | 0.24     |  | 2616.7    | 0.03 | 2.36 | 1.49 | 0.05 | 1.80 | 1.80  |
| 0.30                    | 0.20                                | 0.157 | 2.9      | 0.6       | 0.1      | 0.40     |  | 2616.7    | 0.06 | 2.36 | 1.49 | 0.09 | 1.80 | 1.80  |
| 0.40                    | 0.20                                | 0.157 | 3.4      | 0.9       | 0.2      | 0.63     |  | 2616.7    | 0.09 | 2.36 | 1.48 | 0.13 | 1.80 | 1.80  |
| 0.50                    | 0.20                                | 0.157 | 4.0      | 1.3       | 0.3      | 0.93     |  | 2616.7    | 0.13 | 2.36 | 1.48 | 0.20 | 1.80 | 1.80  |
| 0.60                    | 0.20                                | 0.157 | 4.5      | 1.7       | 0.4      | 1.30     |  | 2616.7    | 0.19 | 2.36 | 1.47 | 0.27 | 1.80 | 1.80  |
| 0.70                    | 0.20                                | 0.157 | 5.1      | 2.2       | 0.6      | 1.75     |  | 2616.7    | 0.25 | 2.36 | 1.46 | 0.37 | 1.80 | 1.80  |
| 0.80                    | 0.20                                | 0.157 | 5.7      | 2.8       | 0.9      | 2.30     |  | 2616.7    | 0.33 | 2.36 | 1.44 | 0.48 | 1.80 | 1.80  |
| 0.90                    | 0.20                                | 0.157 | 6.2      | 3.3       | 1.2      | 2.96     |  | 2616.7    | 0.43 | 2.36 | 1.43 | 0.61 | 1.80 | 1.80  |
| 1.00                    | 0.20                                | 0.157 | 6.8      | 4.0       | 1.5      | 3.72     |  | 2616.7    | 0.54 | 2.36 | 1.41 | 0.76 | 1.80 | 1.80  |
| 1.10                    | 0.20                                | 0.157 | 7.3      | 4.7       | 2.0      | 4.60     |  | 2616.7    | 0.66 | 2.36 | 1.39 | 0.92 | 1.80 | 1.80  |
| 1.20                    | 0.20                                | 0.157 | 7.9      | 5.5       | 2.5      | 5.60     |  | 2616.7    | 0.81 | 2.36 | 1.37 | 1.11 | 1.80 | 1.80  |
| 1.30                    | 0.20                                | 0.157 | 8.4      | 6.3       | 3.1      | 6.74     |  | 2616.7    | 0.98 | 2.36 | 1.34 | 1.31 | 1.80 | 1.80  |
| 1.40                    | 0.20                                | 0.157 | 9.0      | 7.1       | 3.7      | 8.02     |  | 2616.7    | 1.16 | 2.36 | 1.31 | 1.52 | 1.80 | 1.80  |
| 1.50                    | 0.20                                | 0.157 | 9.5      | 8.1       | 4.5      | 9.46     |  | 2616.7    | 1.37 | 2.36 | 1.27 | 1.75 | 1.80 | 1.80  |
| 1.60                    | 0.20                                | 0.157 | 10.1     | 9.0       | 5.3      | 11.05    |  | 2616.7    | 1.61 | 2.36 | 1.23 | 1.98 | 1.80 | 1.98  |
| 1.70                    | 0.20                                | 0.157 | 10.6     | 10.1      | 6.3      | 12.81    |  | 2616.7    | 1.87 | 2.36 | 1.19 | 2.22 | 1.80 | 2.22  |
| 1.80                    | 0.20                                | 0.157 | 11.2     | 11.2      | 7.4      | 14.75    |  | 2616.7    | 2.16 | 2.36 | 1.14 | 2.46 | 1.80 | 2.36  |
| 1.90                    | 0.20                                | 0.157 | 11.7     | 12.3      | 8.5      | 14.75    |  | 2616.7    | 2.16 | 2.36 | 1.14 | 2.46 | 1.80 | 2.36  |
| 2.00                    | 0.20                                | 0.157 | 12.3     | 13.5      | 9.8      | 14.75    |  | 2616.7    | 2.16 | 2.36 | 1.14 | 2.46 | 1.80 | 2.36  |

| Y (m) | Armadura real vertical trasdós |    |      | Armadura real vertical intradós |   |    | Armadura Real horizontal por cara |       |      |
|-------|--------------------------------|----|------|---------------------------------|---|----|-----------------------------------|-------|------|
|       | N                              | Φ  | As,r | Check                           | N | Φ  | As,r                              | Check | As,r |
| 0.00  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.10  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.20  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.30  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.40  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.50  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.60  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.70  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.80  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 0.90  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.00  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.10  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.20  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.30  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.40  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.50  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.60  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.70  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.80  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 1.90  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |
| 2.00  | 5                              | 10 | 3.93 | OK                              | 5 | 10 | 3.93                              | OK    | 3.93 |



# Comprobación fisuración

$r(m) = 0.04$  Recubrimiento Nominal  
 $\phi(mm/cm^2) = 10$  0.79 Diámetro más frecuente  
 $Fck(Mpa) = 25.00$  Resistencia característica del hormigón  
 $\beta = 1.7$  Parámetro cargas directas  
 $k1 = 0.125$  Tipo de sollicitación  
 $k2 = 1.00$  Coeficiente de repetición  
 $Wk,max = 0.20$  Máxima fisura  
 $Fctm,fl(Mpa) = 3.59$  Resistencia a tracción hormigón

| Y (m) | M+  | As,r+<br>(cm <sup>2</sup> ) | C (m) | N $\Phi$ | d (m) | $\rho_{o1} +$ | x<br>(m) | M,fls<br>(mkN) | I,fls<br>(dm <sup>4</sup> ) | Sm<br>(mm) | $\sigma_c$<br>(Mpa) | $\sigma_s$<br>(Mpa) | $\sigma_{sr}$<br>(Mpa) | $\epsilon s,m$<br>(1e-3) | Check  |
|-------|-----|-----------------------------|-------|----------|-------|---------------|----------|----------------|-----------------------------|------------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|--------|
| 0.00  | 0.0 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.00                | 0.00                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.10  | 0.0 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.00                | 0.00                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.20  | 0.0 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.00                | 0.02                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.30  | 0.1 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.01                | 0.05                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.40  | 0.2 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.02                | 0.10                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.50  | 0.3 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.04                | 0.18                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.60  | 0.4 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.06                | 0.28                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.70  | 0.6 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.09                | 0.40                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.80  | 0.9 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.13                | 0.57                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 0.90  | 1.2 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.18                | 0.77                | 50.66                  | 0.00                     | No Fis |
| 1.00  | 1.5 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.23                | 1.01                | 50.66                  | 0.01                     | No Fis |
| 1.10  | 2.0 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.30                | 1.29                | 50.66                  | 0.01                     | No Fis |
| 1.20  | 2.5 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.37                | 1.62                | 50.66                  | 0.01                     | No Fis |
| 1.30  | 3.1 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.46                | 2.01                | 50.66                  | 0.01                     | No Fis |
| 1.40  | 3.7 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.56                | 2.44                | 50.66                  | 0.01                     | No Fis |
| 1.50  | 4.5 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.67                | 2.94                | 50.66                  | 0.01                     | No Fis |
| 1.60  | 5.3 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.80                | 3.50                | 50.66                  | 0.02                     | No Fis |
| 1.70  | 6.3 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 0.95                | 4.13                | 50.66                  | 0.02                     | No Fis |
| 1.80  | 7.4 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 1.11                | 4.82                | 50.66                  | 0.02                     | No Fis |
| 1.90  | 8.5 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 1.28                | 5.59                | 50.66                  | 0.03                     | No Fis |
| 2.00  | 9.8 | 3.9                         | 0.20  | 5.0      | 0.160 | 0.0025        | 0.029    | 23.94          | 0.62                        | 174        | 1.47                | 6.44                | 50.66                  | 0.03                     | No Fis |

Comprobación ELU Cortante

Ctg θ = 1.00 Inclinación de bielas  
 Fcd (Mpa) = 16.67 Resistencia de cálculo del hormigón  
 A<sub>s</sub>F<sub>yd,min</sub> = 0.00 Cuantía mecánica mínima a disponer (si procede)

| Z (m) | V <sub>rd</sub> | A <sub>s,real</sub> | d (m) | ξ    | p1    | Armadura Transversal |   |   |      | A <sub>s</sub> F <sub>yd</sub><br>(kN/m) | V <sub>su</sub> (kN) | V <sub>u1</sub> (kN) | V <sub>cu</sub> (kN) | V <sub>u2</sub> (kN) |    |
|-------|-----------------|---------------------|-------|------|-------|----------------------|---|---|------|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|
| 0.00  | 0.0             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.10  | 0.2             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.20  | 0.5             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.30  | 0.9             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.40  | 1.4             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.50  | 2.0             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.60  | 2.6             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.70  | 3.3             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.80  | 4.1             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 0.90  | 5.0             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.00  | 6.0             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.10  | 7.0             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.20  | 8.2             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.30  | 9.4             | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.40  | 10.7            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.50  | 12.1            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.60  | 13.6            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.70  | 15.1            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.80  | 16.8            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 1.90  | 18.5            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |
| 2.00  | 20.3            | 3.9                 | 0.159 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0 | 0 | 0.00 | 0.0                                      | 0.0                  | 795.0                | 64.9                 | 64.9                 | OK |

Para los sustratos propuestos, los fabricantes aportan un rango de permeabilidades que limitarán el caudal fluido a través del medio. Del rango entre el que oscila se tomará el valor medio:

- Tipo Sedum  $60 < K < 400 \text{ mm/min}$   $\Rightarrow K = 230 \text{ mm/min}$
- Tipo Jardín  $0,3 < k < 30 \text{ mm/min}$   $\Rightarrow K = 15 \text{ mm/min}$

Los Green Roofs así propuestos, tienen una superficie de  $25 \times 15 = 375 \text{ m}^2$  lo que podría llegar a dar un caudal máximo teórico de:

- Tipo Sedum  $\Rightarrow Q = 1.437,5 \text{ l/s}$
- Tipo Jardín  $\Rightarrow Q = 93,75 \text{ l/s}$

Esta situación no se cumple para permeabilidades de sustrato intensivo situadas en el valor inferior del rango indicado  $[0,3 \text{ mm/min}]$  donde la permeabilidad es suficientemente pequeña para empezar a limitar o laminar el caudal punta que se obtendría en una superficie impermeable  $[8,46 \text{ l/s}]$ ; precisamente estas permeabilidades serán las que será necesario que posean los sustratos para reducir caudales desaguados debiendo obtenerse un compromiso entre la reducción de los caudales [a menores permeabilidades menores caudales desaguados] y la acumulación o encharcamiento que aparecerá a medida que disminuya la permeabilidad del sustrato [a menores permeabilidades mayor encharcamiento sobre el sustrato].

#### 4.3.- ELEMENTO DRENANTE

Para los Green Roofs, las dos casas comerciales consultadas, proponen elementos de drenaje con fines diferentes. Una de ellas presenta un elemento prefabricado de 30 mm de espesor totalmente diáfano que no genera retención alguna de agua en el sistema, conduciendo el caudal drenado a la red de evacuación. Sin embargo las celdas de la otra casa comercial tiene un espesor de 25 mm con una capacidad de retención de agua de  $5 \text{ l/m}^2$ , dejando otros  $5 \text{ l/m}^2$ , como espacio destinado al drenaje del agua y para aireación del sustrato. La finalidad de esta retención es mantener la humedad del fondo del sustrato el mayor tiempo posible, dotando al sistema de una pequeña reserva de agua para suministro a las plantaciones.

Como lo que se pretende es la mayor evacuación de agua, se propone el montaje de la celda drenante sin retención de agua.



El otro sistema que está dotado de un elemento drenante es la Zanja Drenante tipo 1 (ZD1), a la cual se le dotará de un tubo dren (ranurado) de PVC-U de 250 mm de diámetro a todo lo largo del sistema.

#### **4.4.- MODELIZACIÓN EN SOFTWARE ESPECIALIZADO**

##### **4.4.1.- EPA SWMM**

A modo de comprobación de las retenciones específicas de agua que se pueden producir en los sustratos de los Green Roofs propuestos se hace un estudio mediante el programa informático de modelación dinámica de simulación de precipitaciones EPA SWMM (Storm Water Management Model).

Con este estudio se pretende comprobar que los supuestos predefinidos del marco de precipitaciones establecido para el proyecto ( $T=10$  años y  $S=375 \text{ m}^2$ ), se puedan producir hidrogramas de respuesta y obtener lecturas de caudal en las salidas de las cubiertas vegetales. Es por ello necesario comprobar que los espesores de sustrato y el manto vegetal sean los adecuados para que la retención específica de agua por éste, no suponga la eliminación total de escorrentía del modelo, desapareciendo toda posibilidad de obtención de los hidrogramas buscados.

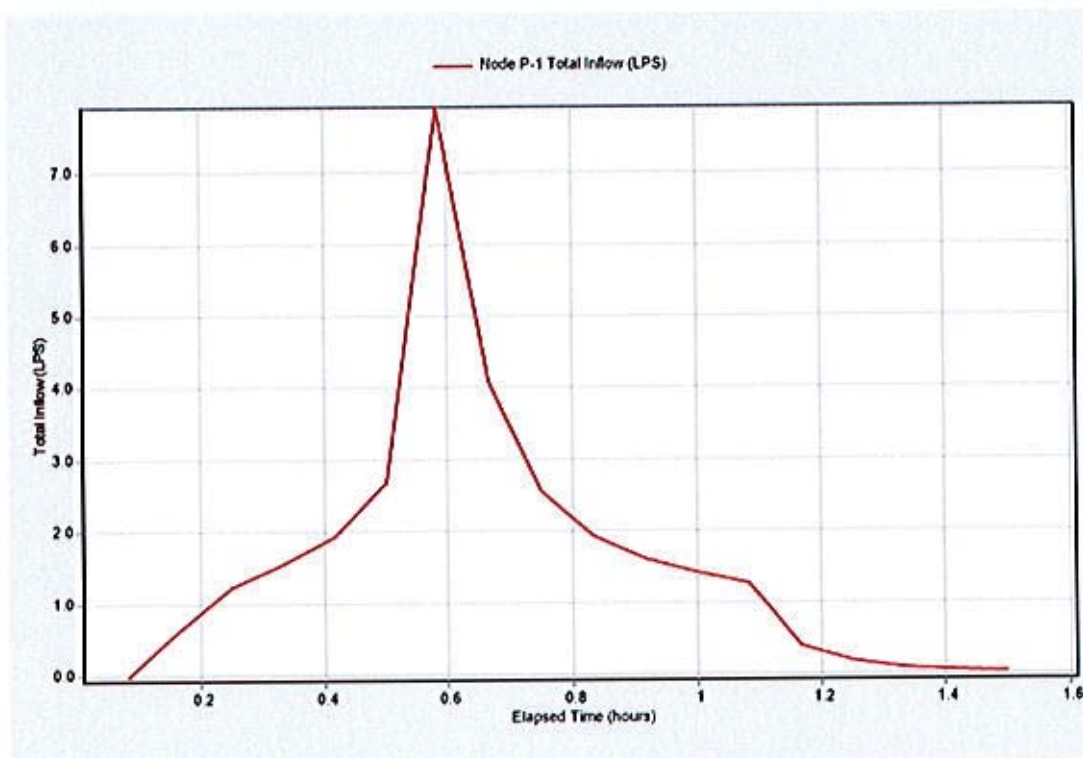
El estudio por tanto consistirá en comparar dos modelos de igual área ( $375 \text{ m}^2$ ) pero con diferente tratamiento en superficie. Estos son:

- a) Modelo con superficie impermeable en el que se recoge y concentra toda la lluvia de diseño. Con este modelo se quiere contrastar que el caudal recibido en el nodo de recogida de la cuenca cuadra razonablemente con el cálculo teórico realizado anteriormente por el método racional, comprobando la bondad del sistema.
- b) Modelo en el que la superficie es un Green roofs permeable.

##### **MODELO CON SUPERFICIE IMPERMEABLE**

En este modelo se plantea una zona de  $375 \text{ m}^2$  ( $25 \times 15 \text{ m}$ ) en la que se define una superficie impermeable en la que no existe infiltración en el terreno y se produce la escorrentía superficial hasta un colector para su vertido.

El hidrograma en el nodo de salida del Green Roofs muestra un pico de  $7,9 \text{ l/s}$ , muy similar a los  $8,46 \text{ l/s}$  del método racional.



### MODELO GREEN ROOFS

En este modelo se asocia esta cuenca a una cubierta vegetal compuesta por una superficie vegetal permeable al 100%.

Los parámetros introducidas en el programa son las más semejantes a lo que se quiere reproducir en el proyecto.

Todos los parámetros de referencia dados anteriormente se entenderán como máximos, ya que existen otros factores a tener en cuenta que limitará aún más los caudales de las aguas obtenidas tras el paso por la TDUS, factores que sí se tienen en cuenta en programas específicos de modelado como es el SWMM.

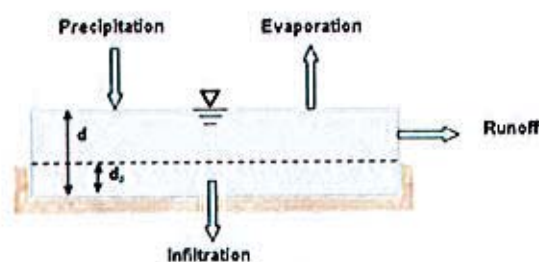
Este software tiene la posibilidad de implementar aplicaciones LID (Low Impact Development) emulando distintos tipos de TDUS en la cuenca de recogida de aguas.

Aparte de las propiedades ya mencionadas se pueden definir otras variables que controlarán las tasa generales de escorrentía superficial, infiltración y evaporación calculadas. Los valores tomados para estas variables son los medios propuestos para Green Roofs usuales.

Estos valores tendrán una mayor o menor influencia en la retención de agua de las distintas capas del elemento estudiado. Además de introducir valores de espesores, porosidad, permeabilidad, se tienen en cuenta otros parámetros necesarios para una correcta definición del modelo, tales como, la densidad de vegetación, retención vertical de agua en el terreno por efecto de adhesión a las partículas del sustrato, efecto de capilaridad, o factores propios de las celdas de drenaje, elemento inferior de recogida del agua.

El sistema se compone de una capa superficial, un sustrato material y la capa drenante, de los cuales el primero y el tercero son muy similares.

Para la capa superficial, se tomará una superficie vegetal con una posibilidad de acumulación grande de agua (100 mm), eliminando con esto la posibilidad que exista escorrentía superficial, obligando a la infiltración a la capa de sustrato del agua caída.



Un volumen vegetal del 10 % (considerado como crecimiento vegetativo denso, según el manual del SWMM).

LID Control Editor

Control Name:

LID Type:

Diagrama de la configuración de capas: Surface, Soil, Drainage Mat.

| Parameter                      | Value |
|--------------------------------|-------|
| Berm Height (in. or mm)        | 100   |
| Vegetation Volume Fraction     | 0.1   |
| Surface Roughness (Mannings n) | 0     |
| Surface Slope (percent)        | d     |

OK Cancel Help


Para la capa de material drenante, se tendrá la celda plástica de 30 mm de espesor, con un factor de oquedades muy elevado.



LID Control Editor

Control Name: Cubierta

LID Type: Green Roof



Surface Soil Drainage Mat

Thickness (in. or mm): 30

Void Fraction: 0.8

Roughness (Mannings n): 0.01

OK Cancel Help

La capa del sustrato, es la que se ajusta a cada elemento por lo que introduciéndose los datos de los sustratos en de los dos sistemas en el modelo y partiendo del mismo un hietograma de precipitación inicial, se obtendrá los resultados los que se muestran:

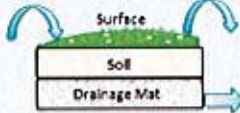
Para el Green Roofs extensivo:

- Sustrato tipo Sedum
- Espesor de 10 cm
- Permeabilidad de 13.800 mm/h = 23 cm/min
- Porosidad del 28%

LID Control Editor

Control Name: Cubierta

LID Type: Green Roof



Surface Soil Drainage Mat

Thickness (in. or mm): 100

Porosity (volume fraction): 0.28

Field Capacity (volume fraction): 0.244

Wilting Point (volume fraction): 0.136

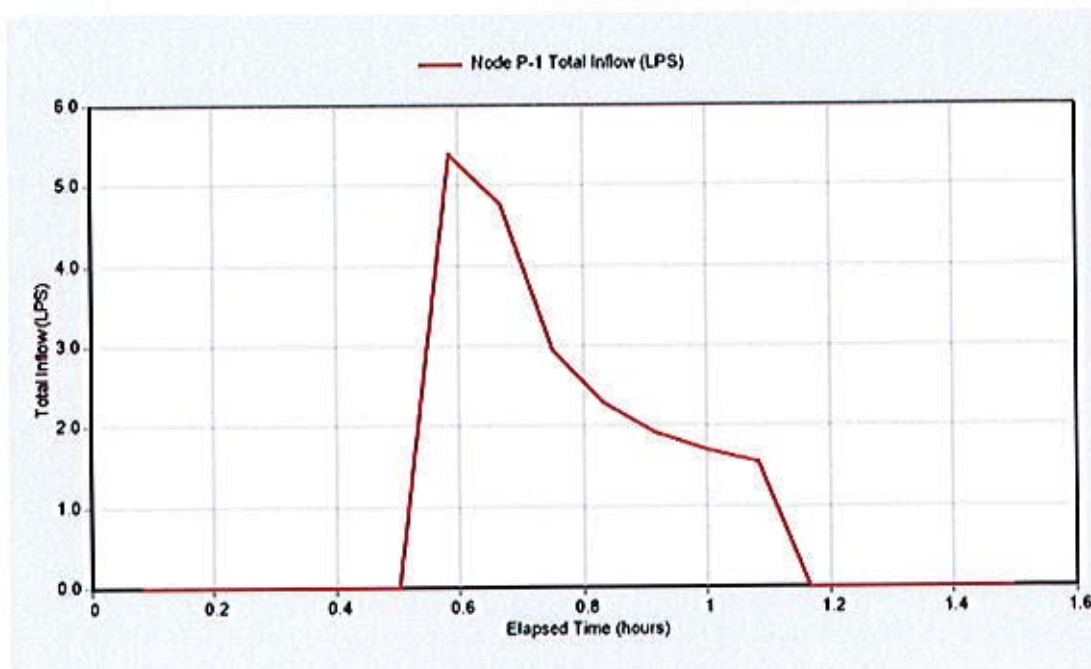
Conductivity (in/hr or mm/hr): 13800

Conductivity Slope: 10.0

Suction Head (in. or mm): 3.5

OK Cancel Help

Se obtiene un caudal máximo de 5,39 l/s dados por el hidrograma:



| Days | Hours    | Node P-1 |
|------|----------|----------|
| 0    | 00:05:00 | 0.00     |
| 0    | 00:10:00 | 0.00     |
| 0    | 00:15:00 | 0.00     |
| 0    | 00:20:00 | 0.00     |
| 0    | 00:25:00 | 0.00     |
| 0    | 00:30:00 | 0.00     |
| 0    | 00:35:00 | 5.39     |
| 0    | 00:40:00 | 4.77     |
| 0    | 00:45:00 | 2.95     |
| 0    | 00:50:00 | 2.30     |
| 0    | 00:55:00 | 1.94     |
| 0    | 01:00:00 | 1.72     |
| 0    | 01:05:00 | 1.56     |
| 0    | 01:10:00 | 0.00     |
| 0    | 01:15:00 | 0.00     |
| 0    | 01:20:00 | 0.00     |
| 0    | 01:25:00 | 0.00     |
| 0    | 01:30:00 | 0.00     |

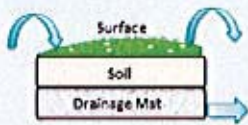
Para el Green Roofs intensivo:

- Sustrato tipo Jardín
- Espesor de 20 cm
- Permeabilidad de 900 mm/h = 1,5 cm/min
- Porosidad del 50%

UD Control Editor

Control Name:

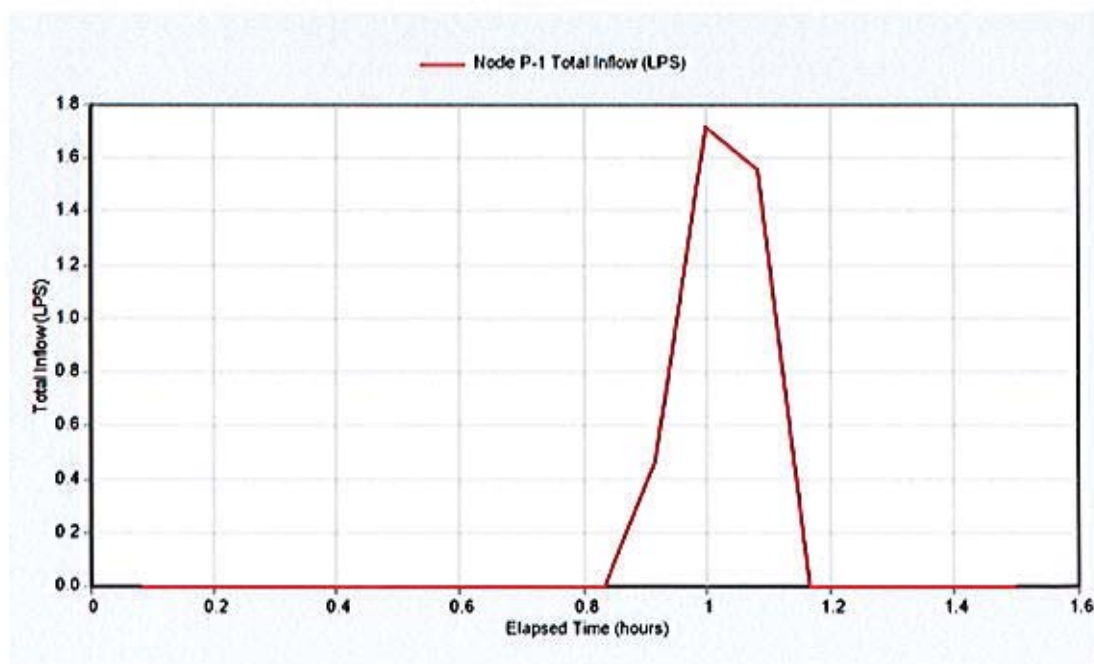
LID Type:



| Surface                          | Soil | Drainage Mat                       |
|----------------------------------|------|------------------------------------|
| Thickness (in. or mm)            |      | <input type="text" value="200"/>   |
| Porosity (volume fraction)       |      | <input type="text" value="0.50"/>  |
| Field Capacity (volume fraction) |      | <input type="text" value="0.244"/> |
| Wilting Point (volume fraction)  |      | <input type="text" value="0.136"/> |
| Conductivity (in/hr or mm/hr)    |      | <input type="text" value="900"/>   |
| Conductivity Slope               |      | <input type="text" value="10.0"/>  |
| Suction Head (in. or mm)         |      | <input type="text" value="3.5"/>   |

OK Cancel Help

Se obtiene un caudal máximo de 1,72 l/s dados por el hidrograma:





| Days | Hours    | Node P-1 |
|------|----------|----------|
| 0    | 00:05:00 | 0.00     |
| 0    | 00:10:00 | 0.00     |
| 0    | 00:15:00 | 0.00     |
| 0    | 00:20:00 | 0.00     |
| 0    | 00:25:00 | 0.00     |
| 0    | 00:30:00 | 0.00     |
| 0    | 00:35:00 | 0.00     |
| 0    | 00:40:00 | 0.00     |
| 0    | 00:45:00 | 0.00     |
| 0    | 00:50:00 | 0.00     |
| 0    | 00:55:00 | 0.47     |
| 0    | 01:00:00 | 1.72     |
| 0    | 01:05:00 | 1.56     |
| 0    | 01:10:00 | 0.00     |
| 0    | 01:15:00 | 0.00     |
| 0    | 01:20:00 | 0.00     |
| 0    | 01:25:00 | 0.00     |
| 0    | 01:30:00 | 0.00     |

#### 4.4.2.- HYDRUS

A modo de contraste de los resultados obtenidos por el programa SWMM enfocado para la gestión de aguas de lluvia, se utiliza el programa Hydrus que permite mediante el modelado a través de elementos finitos, la simulación del movimiento unidireccional de aguas, calor y solutos en medios saturados de forma variable. Para ello, el programa resuelve la ecuación de *Richards* para flujo de agua saturada – no saturada y la ecuación de advección basadas en *Fickian* para el transporte de calor y soluto. Por último, teniendo en cuenta que se elige estudiar la simulación a partir de un perfil de presiones dado por el *Field Capacity*, el programa se apoya en la ecuación de *Twarakavi*, para la obtención de los parámetros de contenido de agua y de saturación para el perfil de equilibrio (*Field Capacity*), además se escoge el modelo de curva de retención de *Van Genuchten* para la obtención de la variabilidad de la permeabilidad en virtud del grado de saturación.

En este software se estudia una columna de suelo de 1x1 m<sup>2</sup>, en los que se comprueba la evolución de los distintos parámetros representativos de la saturación y paso de agua a través del sustrato.

Si se parte del mismo hietograma de precipitación calculado para un T=10 años, tiempo de concentración de 5 minutos y duración de chubasco de 1 hora, se tendrán los resultados siguientes para cada Green Roofs.

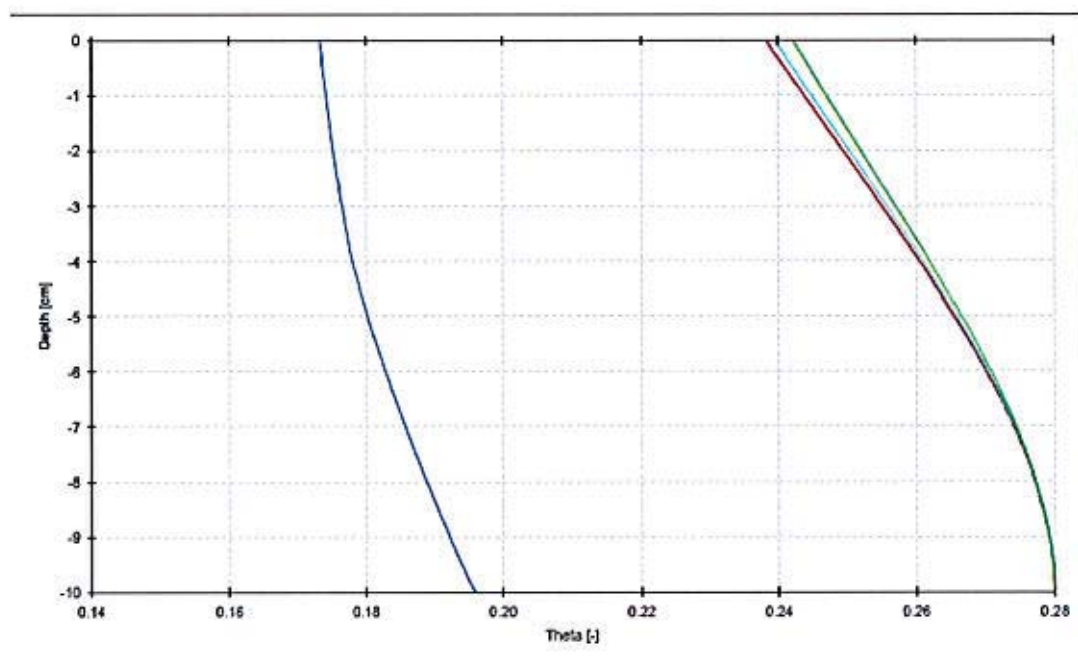
Para el Green Roofs extensivo:

- Sustrato tipo Sedum
- Espesor de 10 cm
- Permeabilidad de 13.800 mm/h=23 cm/min
- Porosidad del 28%

Como se ha puesto de manifiesto anteriormente, este sustrato tiene una alta permeabilidad, que hace suponer la gran capacidad de paso del agua por el material, y más aún, teniendo en cuenta que se tiene un pequeño espesor de capa.

Modelizando con Hydrus este elemento, se comprueba como este se satura rápidamente y tras la lluvia, el terreno se drena en muy poco espacio de tiempo, llegando a un perfil de equilibrio con una retención de agua próxima al 24% en superficie y del 28% en el fondo de la capa.

**Profile Information: Water Content**

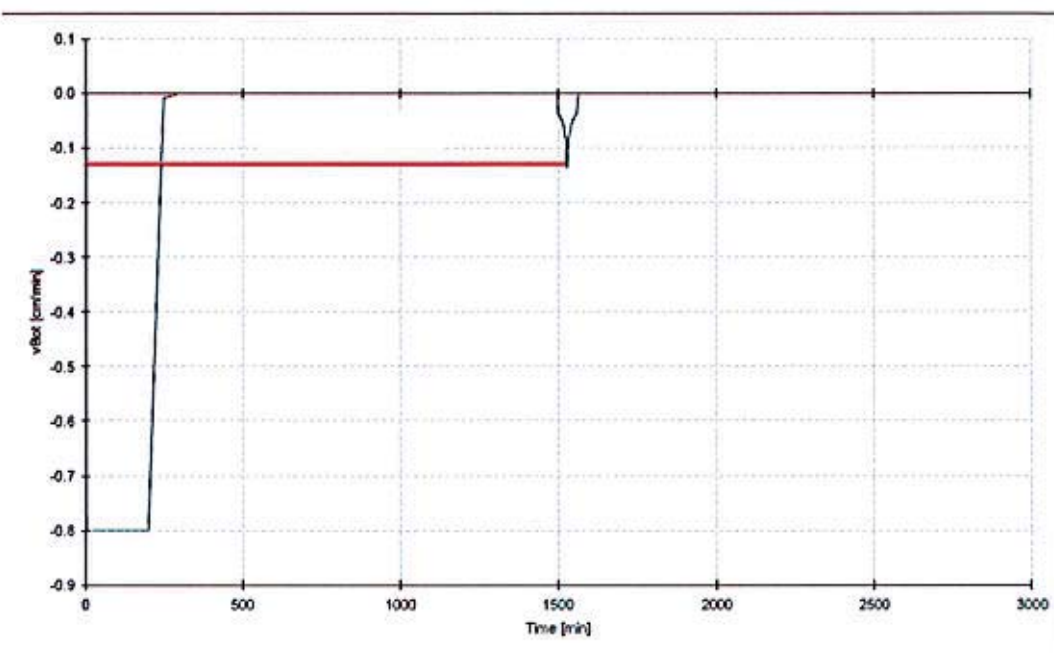


Para comprobar el flujo de agua en el fondo, se somete el material a un estrés importante en un plazo de tiempo inicial de 200 minutos, dejando que drene y sometiéndole una precipitación de proyecto posteriormente 1300 minutos después.

Esta prueba demuestra que el material es muy permeable y permite un paso a través de él de toda la precipitación que recibe. Se comprueba que tanto si se somete el sustrato en un

inicio a la precipitación de diseño, o si se le impone después de un episodio previo de alta precipitación el caudal obtenido es el mismo, siendo la gráfica:

**Bottom Flux**



Resultando un flujo pico en el fondo de la capa de sustrato de 0,135 cm/min, equivalente a un caudal para la superficie completa del Green Roofs de 375 m<sup>2</sup> de 8,44 l/s.

Para el Green Roofs intensivo:

- Sustrato tipo Jardín
- Espesor de 20 cm
- Porosidad del 50%

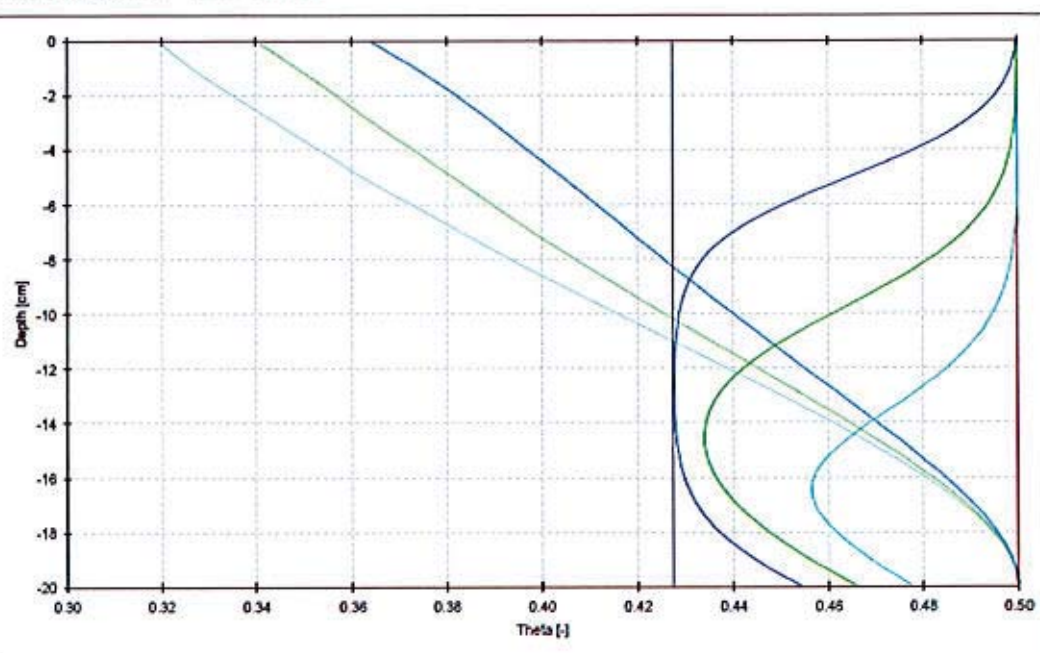
Un primer estudio se realizará para una permeabilidad mínima marcada por el fabricante de  $K=0,03$  cm/min.

Partiendo como condición inicial de un perfil de retención o presiones que corresponde con el Field Capacity (Twaraki) de un 42,5%, se puede comprobar como la retención de agua en el terreno tras la lluvia de diseño provoca una saturación completa de agua en los minutos iniciales, disminuyéndose con el paso del tiempo, para quedarse en equilibrio cuando en superficie existe un 32% y en el fondo del Green Roofs se mantiene en el 50% de agua.

En esta gráfica se observa la evolución en el tiempo del contenido de agua en el sustrato:

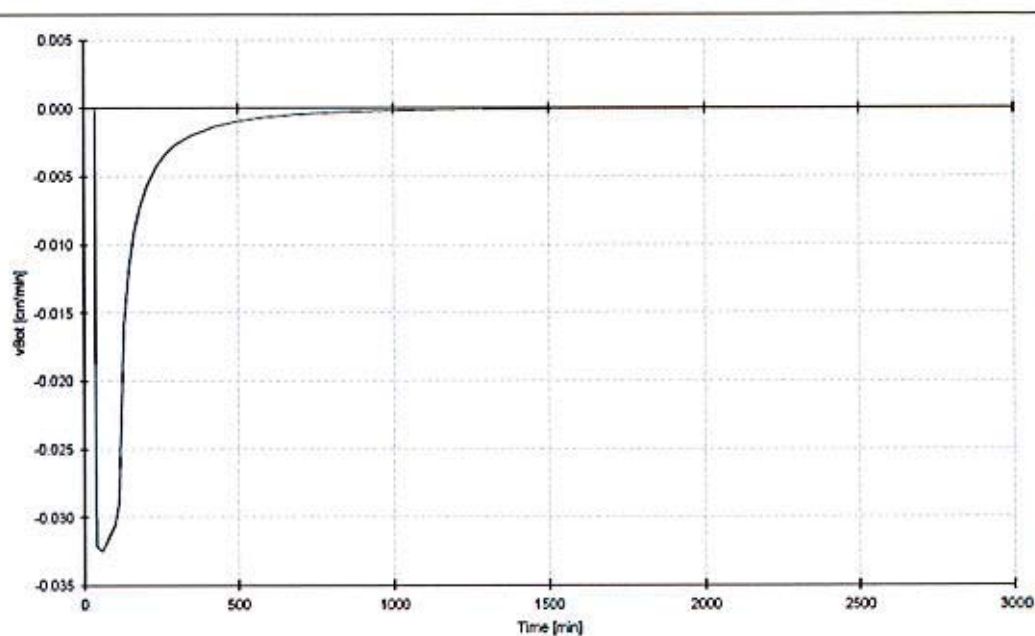


Profile Information: Water Content



La gráfica de salida del flujo de fondo presenta un valor pico de 0,0321 cm/min que equivale a un caudal para el caso de la superficie total del Green Roofs (375 m<sup>2</sup>) de 2,0 l/s.

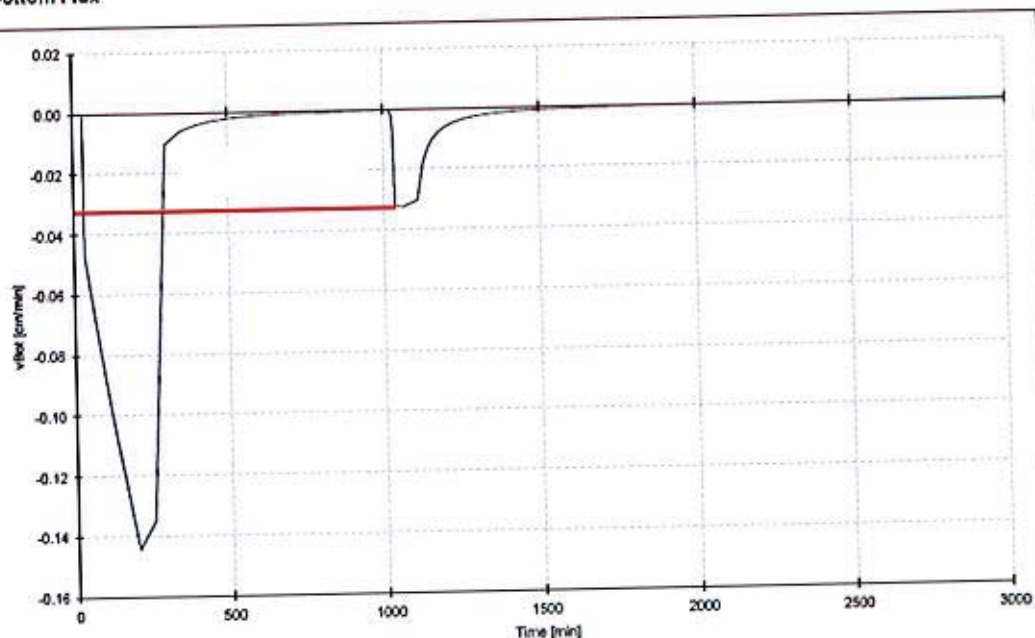
Bottom Flux



Cabe pensar que si se tienen varios episodios continuos de lluvia y al estar saturado el terreno, pudiesen obtenerse valores superiores de caudales para el hietograma de diseño,

pero por los ensayos realizados se comprueba que nuevamente el valor pico es el mismo, debido que primero el terreno vuelve a su perfil de equilibrio, manteniéndose un cierto contenido de agua en el sustrato.

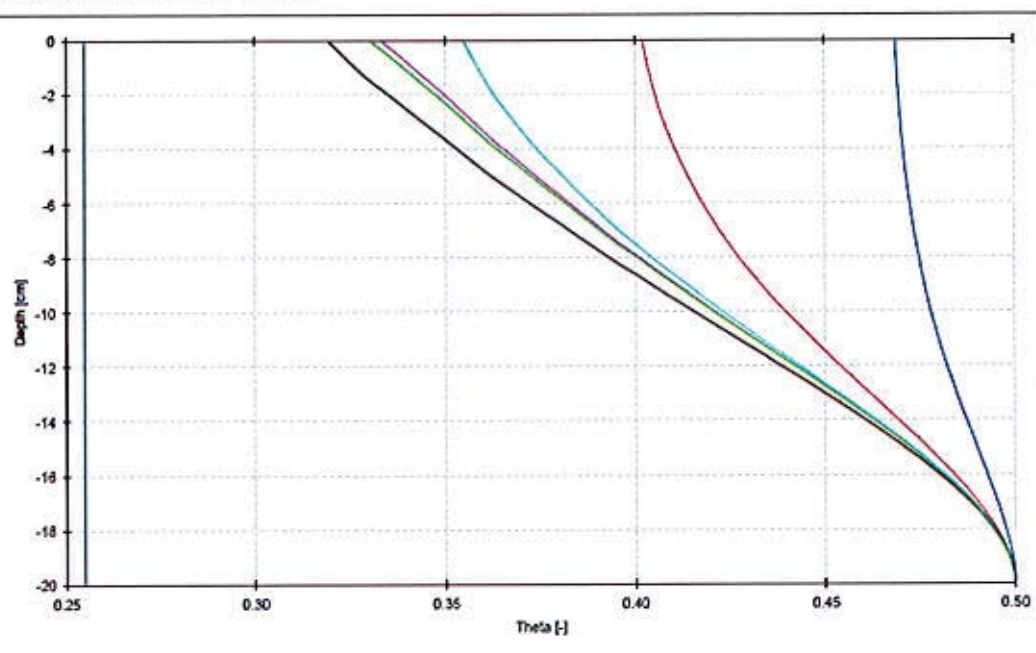
Bottom Flux



Como segundo estudio, se plantea el sustrato con una permeabilidad media de  $K=900 \text{ mm/h}$  = 1,5 cm/min.

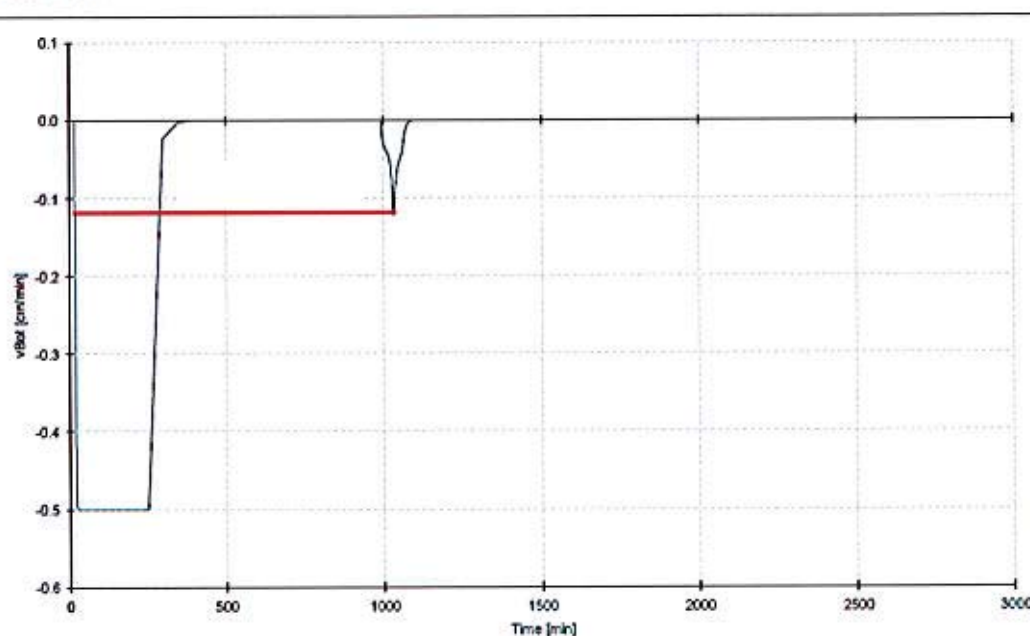
En este caso se parte de una retención de agua en el terreno de 25% (Field Capacity) convergiendo después del evento en superficie de un 32% y en el fondo del Green Roofs se mantiene en el 50% de agua.

**Profile Information: Water Content**



El caudal pico para el hietograma de diseño vendría dado por el flujo en el fondo del modelo, que para el caso es:

**Bottom Flux**



$Q=7,62$  l/s caudal inferior a los 8,46 l/s máximos previsibles.



#### **4.4.3.- CONCLUSIONES MODELIZACIONES**

El objetivo del estudio es conocer el comportamiento de las TDUS, para lo cual se tendrá que averiguar los caudales de aguas obtenidas en el tiempo a través de los aforos diseñados, es por ello que, será importante buscar un sustrato que mantenga un compromiso entre minimizar la permeabilidad sin llegar a encharcamientos nocivos y obtener caudales suficientemente significativos para poder ser aforados.

De los dos estudios anteriores se puede comprobar que a igualdad de parámetros físicos y de entrada de precipitaciones (hietograma), los resultados de caudales pico son mayores para el Software Hydrus que SWMM, siendo este último algo más conservador al obtenerse unos caudales más pequeños.

Es importante matizar que la modelización llevada a cabo con Hydrus, no computa la posible reducción por retención en las plantas, dato que SWMM puede que si realice al solicitar un input en este aspecto.

Por otra parte se comprueba por ambos programas que dadas las altas permeabilidades de partida de los sustratos estudiados, tras la saturación parcial del terreno, se obtiene un caudal punta equivalente al total del recogido debido a la precipitación de diseño.

Frente a la pequeña incertidumbre que marca el sustrato y los caudales que se obtiene, es conveniente fijar las características físicas del sustrato suministrado por la casa comercial, de forma que se garantice los resultados esperados para los caudales.

Como el medio para conocer el comportamiento de los sustratos es la obtención de caudales medibles en los aforadores, es interesante que al menos se puedan conocer el mayor número posible, por lo que se buscarán parámetros físicos del suelo que lo posibilite, evitando restringir el número de resultados en función a los eventos a disponer.

Los parámetros propuestos para cada sustrato de los Green Roofs son:

- Green Roofs Extensivo:
  - Permeabilidad  $K = 60 \text{ mm/min}$
  - Porosidad  $n = 0,28$
- Green Roofs Intensivo:
  - Permeabilidad  $K = 15 \text{ mm/min}$
  - Porosidad  $n = 0,50$

## 5.- MEDICIÓN DE CAUDALES

A modo de resumen en la tabla siguiente se muestran los caudales obtenidos para las distintas TDUS:

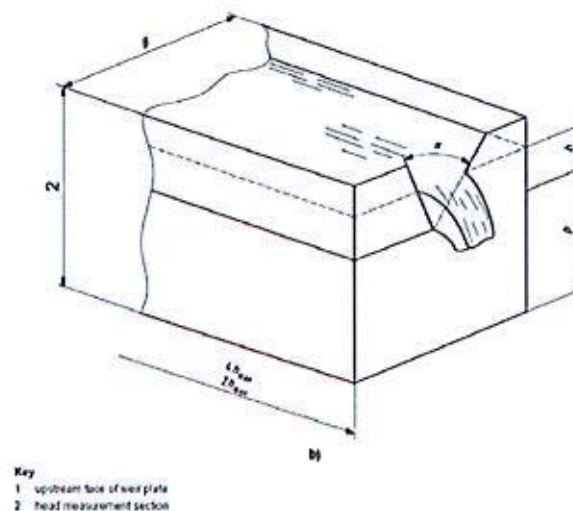
| CAUDALES PRECIPITACIÓN DE DISEÑO |             |                     |                       |                         |
|----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| TIPO DE TDUS                     |             | $Q_{SWMM}$<br>(l/s) | $Q_{HYDRUS}$<br>(l/s) | $Q_{RACIONAL}$<br>(l/s) |
| Green Roofs extensivo            | k=60 mm/min | 5,39                | 8,46                  | -                       |
| Green Roofs intensivo            | k=15 mm/min | 1,72                | 8,46                  | -                       |
| Resto de Green Roofs             |             | -                   | -                     | 8,46                    |
| Pavimentos porosos               |             | -                   | -                     | 1,69                    |
| Zanjas drenantes                 |             | -                   | -                     | 0,54                    |

Estos caudales tendrán diferentes formas de obtenerse, para lo cual se ha optado por tres formas diferentes:

- Vertederos de pared delgada contraídos en triángulo para medición de los caudales mayores.
- Medición de caudales pequeños.
- Pozos de medición con fondo en terreno natural.

### 5.1.- MEDICIÓN DE CAUDALES MAYORES. VERTEDEROS

Para el cálculo de los mayores caudales en las TDUS se ha optado por un vertedero de pared delgada con contracción lateral. Al tratarse de caudales relativamente bajos los vertederos de cresta en triángulo toman ventaja respecto a los rectangulares, debido a que las variaciones de la carga sobre la cresta (o cabeza h) son mayores para un mismo incremento de caudal.



Con estos dispositivos, el caudal descargado a través del vertedero, se puede expresar en función exclusiva de la carga del vertedero,  $h$ , es decir  $Q = f(h)$ .

La deducción de la expresión que permite calcular el caudal de flujo a través del vertedero de pared delgada, requiere plantear las siguientes hipótesis:

- Aguas arriba del vertedero, el flujo es uniforme y la presión varía linealmente con la profundidad, de acuerdo con la ley hidrostática de presiones.
- La superficie libre es paralela al fondo del canal, lo suficientemente lejos del plano del vertedero, aguas arriba, y todas las partículas que fluyen sobre el vertedero, se mueven horizontalmente (en realidad, la superficie libre se abate en la vecindad del vertedero).
- La presión externa a la lámina vertiente es la atmosférica.
- Los efectos debidos a la viscosidad y tensión superficial del líquido son despreciables.

Existe una gran multitud de expresiones que cuantifican el caudal en función de la carga hidráulica, cada autor marca unos condicionantes para que la formula sea válida. Es por lo que se opta por tomar la formulación más estandarizada posible, dada por:

- **ASTM. (1993).** American Society for Testing and Materials. ASTM D5242. Standard method for open-channel flow measurement of water with thin-plate weirs. 1993. Available from Global Engineering
- **ISO. (1980).** International Organization of Standards. ISO 1438/1-1980(E). Water flow measurement in open channels using weirs and venturi flumes - Part 1: Thin plate weirs. 1980. Available from Global Engineering
- **USBR. (1997).** U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Water Measurement Manual. 3ed.

Estos, sugieren utilizar la ecuación de **Kindsvater-Shen**, expresada como sigue:



$$Q_t = C_d \frac{8}{15} \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{2g} h_e^{5/2}$$

Dónde:

- $C_d \cong$  coeficiente de descarga
- $h_e \cong$  carga o cabeza efectiva

El coeficiente de descarga permite obtener el caudal real respecto al teórico formulado, corrigiendo el error de despreciar las pérdidas de carga del flujo, y tiene en cuenta, también, el efecto de la contracción de las líneas de corriente en la proximidad del vertedero y de la lámina vertiente sobre la cresta del mismo.

$C_d$  es adimensional, menor que 1, y es función de la viscosidad y tensión superficial del líquido, de la rugosidad de las paredes del vertedero y del canal de acceso, de la relación  $h/P$  y de la forma geométrica de la escotadura del vertedero.

El coeficiente de descarga  $C_d$  se ha determinado experimentalmente como una función de tres variables.

$$C_d = f\left(\frac{h}{p}, \frac{p}{B}, \alpha\right)$$

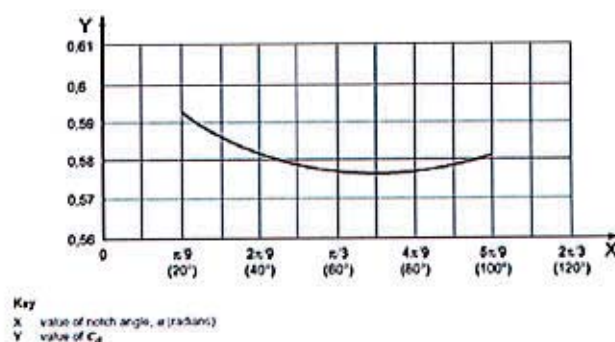
Dónde:

- $P \cong$  la altura del vértice de la muesca con respecto al suelo del canal de aproximación
- $B \cong$  la anchura del canal de aproximación
- $h_e = h + k_h$

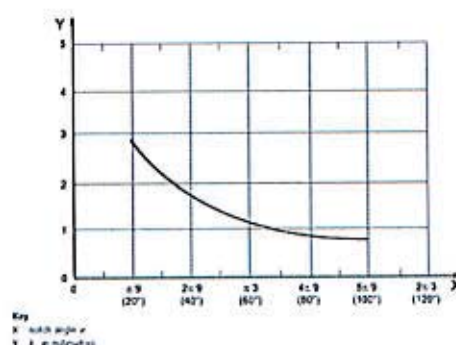
En la que  $k_h$  es una cantidad determinada experimentalmente, en metros, que compensa los efectos combinados de la viscosidad y la tensión superficial.

La poca variación de los valores de  $C_d$  en los vertederos triangulares los hace recomendables para el aforo de caudales inferiores a 30 l/s.

Para determinar los valores de  $C_d$  y  $k_h$  se toman las gráficas indicadas en la ISO 1438, siendo para los valores del coeficiente de descarga contraídos en función del ángulo " $\alpha$ " de del vertedero o vértice:



Y Los valores de  $k_h$ , también en función del ángulo " $\alpha$ " del vértice:



Por razones relacionadas con los riesgos de medición-error y falta de datos experimentales, los siguientes límites prácticos son aplicables al uso de la fórmula Kindsvater-Shen, dependiendo del estándar seguido se pueden resumir las siguientes condiciones:

| CONDICIONANTES DE CONTORNO                   |  |               |                      |                        |                      |                        |
|--|--|---------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|  | ISO 1438                                   |               | ASTM D5242           |                        | USBR                 |                        |
|  | TOTALMENTE CONTRAIDO<br>KINDSVATER<br>SHEN | BSI           | TOTALMENTE CONTRAIDO | PARCIALMENTE CONTRAIDO | TOTALMENTE CONTRAIDO | PARCIALMENTE CONTRAIDO |
| $\theta$                                     | 20°-100°                                   | 20°-100°      | 20°-100°             | $\theta=90^\circ$      | 20°-100°             | $\theta=90^\circ$      |
| $h/p$  | $\leq 0,35$                                | $\leq 0,40$   | $\leq 0,40$          | $\leq 1,2$             | $\leq 0,50$          | $\leq 1,0$             |
| $h/B$  | $\leq 0,2$                                 | -             | $\leq 0,20$          | $\leq 0,40$            | $\leq 0,20$          | $\leq 0,40$            |
| $h_{min}$                                    | 0,06 m                                     | 0,05 m        | 0,05 m               | 0,05 m                 | 0,05 m               | 0,05 m                 |
| $h_{max}$                                    | -  | 0,38 m        | 0,38 m               | 0,60 m                 | 0,38 m               | 0,60 m                 |
| $P_{min}$                                    | 0,09 m                                     | 0,45 m        | 0,45 m               | 0,10 m                 | 0,10 m               | 0,10 m                 |
| $B_{min}$                                    | -  | 1,00 m        | 0,91 m               | 0,60 m                 | -                    | -                      |
| Angulo chafan                                | 45°  | 45°           | 60°                  | 60°                    | 60°                  | 60°                    |
| Distancia lectura respecto pletina vertedero | 2-4 $h_{max}$                              | 2-4 $h_{max}$ | 4-5 $h_{max}$        | 4-5 $h_{max}$          | 4 $h_{max}$          | 4 $h_{max}$            |
| Separación entre notch y lamina aguas abajo  | -  | -             | 0,05 m               | 0,05 m                 | 0,06 m               | 0,06 m                 |

Estos factores determinarán las dimensiones del vertedero.

### 5.1.1.- DIMENSIONAMIENTO DEL VERTEDERO

El dimensionamiento del vertedero vendrá determinado en parte por carga máxima " $h_{max}$ " y mínima " $h_{min}$ " que es capaz de aforar con un error razonable ( $h_{max}$ ) o sin que se pegue la descarga del agua a la pared de aguas abajo lo que produce errores en el aforo ( $h_{min}$ ).

Además, se tendrá que determinar el ángulo " $\alpha$ " del vertedero ideal para recoger también este rango de caudales manteniendo la precisión de la lectura en términos razonables.

Como dato de partida se tomarán los caudales punta previsible a aforar en el vertedero según las TDUS indicadas anteriormente:

$Q_p$  en Green Roofs:

$Q=8,46$  l/s

$Q_p$  en Pavimentos Porosos:

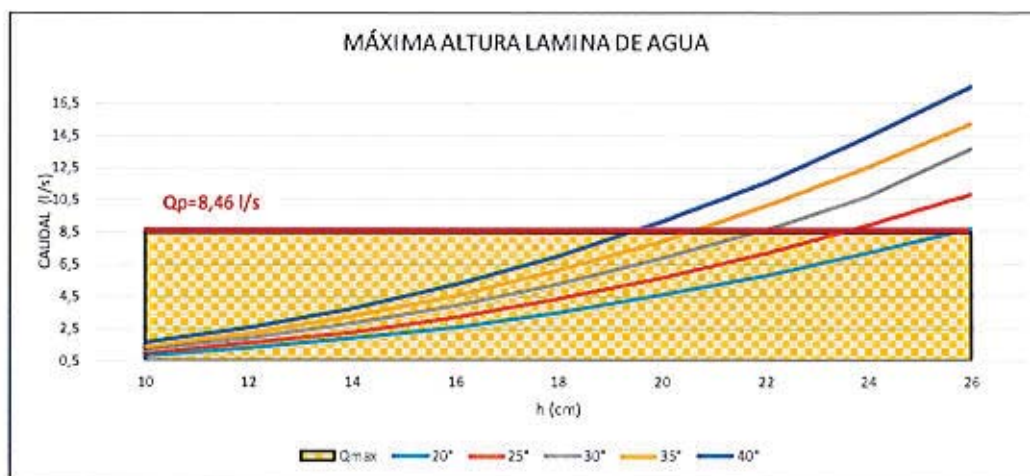
$Q=1,69$  l/s

Con estos caudales habrá que determinar que ángulos " $\alpha$ " del vertedero son capaces de registrar estos caudales, para lo cual se ha elaborado una gráfica que refleja para cada ángulo, la curva de caudales.

Superponiendo una línea horizontal con cada caudal permitirá determinar los ángulos con los que se puede contar para montar el vertedero.

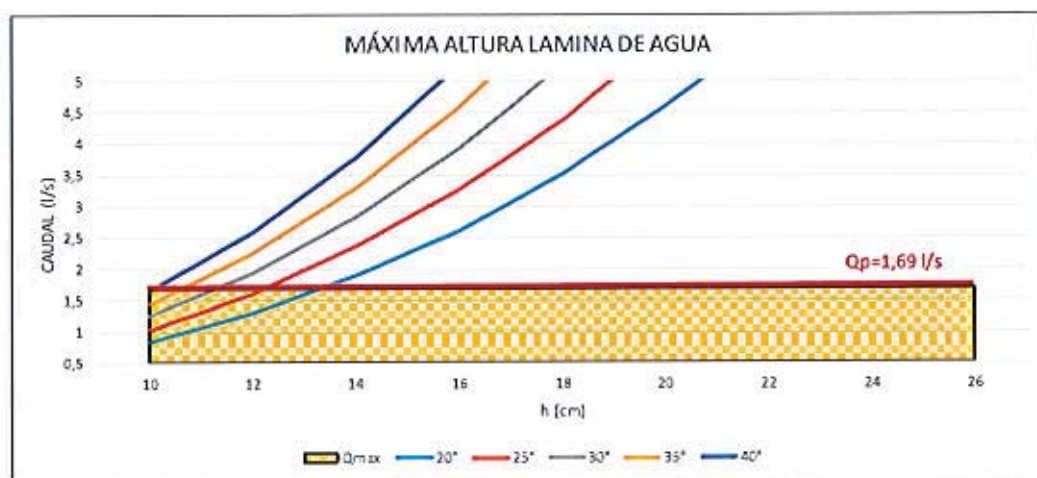


| Angulo notch | 20°    | 25°    | 30°    | 35°    | 40°    | Q (l/s) |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| $h_{max}$    | Q(h,θ) | Q(h,θ) | Q(h,θ) | Q(h,θ) | Q(h,θ) | Qmax    |
| (m)          | (l/s)  | (l/s)  | (l/s)  | (l/s)  | (l/s)  |         |
| 10           | 0,83   | 1,03   | 1,24   | 1,44   | 1,65   | 8,46    |
| 12           | 1,3    | 1,62   | 1,93   | 2,26   | 2,58   | 8,46    |
| 14           | 1,89   | 2,36   | 2,83   | 3,3    | 3,78   | 8,46    |
| 16           | 2,61   | 3,28   | 3,93   | 4,59   | 5,26   | 8,46    |
| 18           | 3,52   | 4,38   | 5,25   | 6,14   | 7,04   | 8,46    |
| 20           | 4,56   | 5,69   | 6,82   | 7,97   | 9,14   | 8,46    |
| 22           | 5,77   | 7,19   | 8,63   | 10,09  | 11,58  | 8,46    |
| 24           | 7,16   | 8,92   | 10,71  | 12,52  | 14,37  | 8,46    |
| 26           | 8,72   | 10,88  | 13,61  | 15,27  | 17,53  | 8,46    |



La parte inferior de la línea horizontal muestra los ángulos válidos para el vertedero. Como lo que se pretende es buscar el menor ángulo disponible para el mayor calado máximo posible, en el caso de caudal pico de 8,46 l/s para superficies impermeables, los menores ángulos no serían viables, tomándose un ángulo de 25° para un  $h_{max}$  de 24 cm.

Haciendo la misma operación para el caudal de los pavimentos porosos de 1,69 l/s, se tendrá:



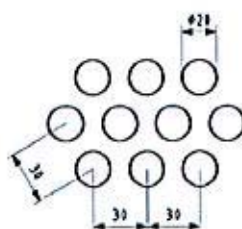
Será válido para una pletina con ángulo 20° y calado  $\geq 14$  cm.

Adicionalmente los vertederos deben cumplir ciertas condiciones en el canal de aproximación, para que las lecturas sean lo más fiable posible.

Según la norma ISO, el caudal en el canal de aproximación debe ser uniforme y estable, con la distribución de velocidad aproximada a la de un canal de longitud suficiente para desarrollar un flujo satisfactorio en canales lisos y rectos.

Como medida para acortar la longitud del canal de aproximación se dispondrán deflectores (suavizadores de flujo) a una separación igual a 5 veces la anchura de la lámina de agua (b) a la altura de carga máxima ( $h_{max}$ ).

Se instalarán 4 deflectores separados 20 cm entre sí, según las recomendaciones de la norma ISO. Estos disipadores estarán perforados con orificios de 20 mm, dejando un porcentaje de superficie abierta superior al 40 %.



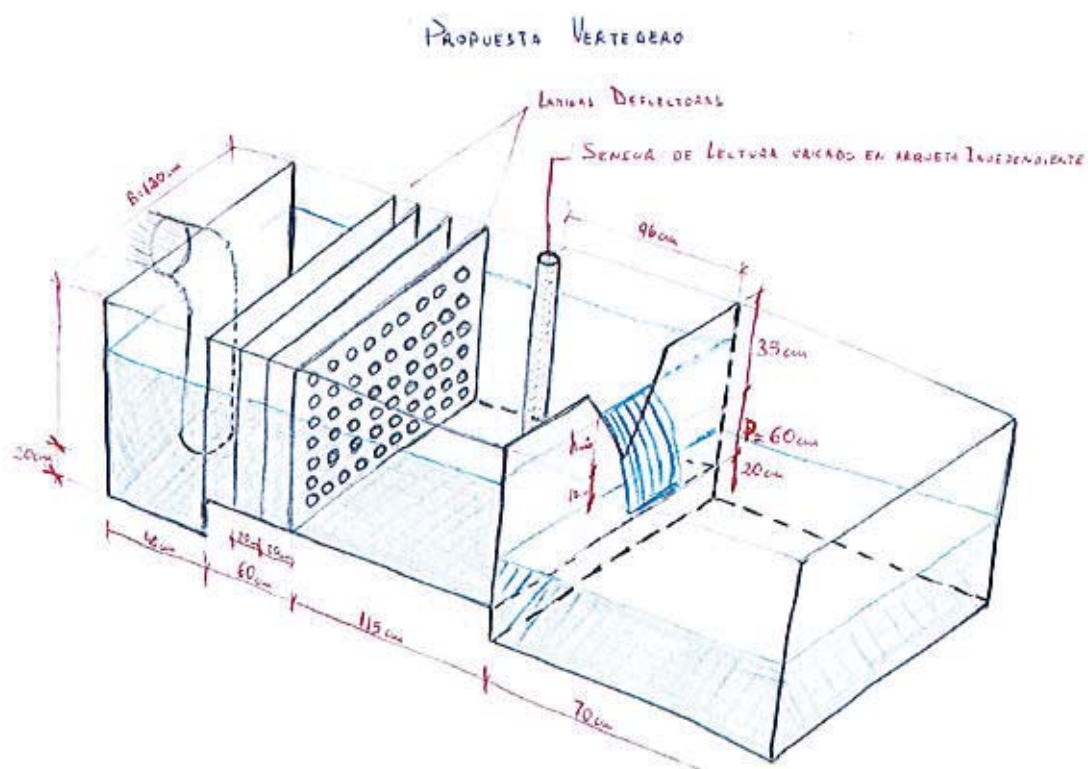
Dimensions in millimetres

Se han diseñado en total dos vertederos diferentes, cuyas dimensiones son las indicadas en la tabla siguiente:

DIMENSIONES VERTEDEROS

| $Q_p$<br>(l/s) | $\theta$<br>(°) | $h_{max}$<br>(cm) | $h_{min}$<br>(cm) | P<br>(cm) | B<br>(cm) | DISTANCIA<br>LECTURA<br>(cm) | b<br>(cm) | SEPARACIÓN<br>DEFLECTORES<br>(cm) |
|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 8,46           | 25              | 24                | 6                 | 60        | 120       | 96                           | 22,38     | 115                               |
| 1,69           | 20              | 20                | 6                 | 50        | 100       | 80                           | 14,56     | 75                                |

El vertedero más pequeño servirá para medir todos los caudales iguales o inferiores a 1,69 l/s.





A modo de comprobación respecto a las condiciones de contorno de cada vertedero, se presenta un checklist comparándolo con cada norma:

**CUMPLIMIENTO DE VERTEDERO  $Q_p=8,64$  l/s**

|           | DIMENSIONES | ISO    | ASTM   | USBR   |
|-----------|-------------|--------|--------|--------|
| $\theta$  | 25          | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h/p$     | 0,4         | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h/B$     | 0,2         | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h_{max}$ | 24          | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h_{min}$ | 6           | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| P         | 60          | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| B         | 120         | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |

**CUMPLIMIENTO DE VERTEDERO  $Q_p=1,69$  l/s**

|           | DIMENSIONES | ISO    | ASTM   | USBR   |
|-----------|-------------|--------|--------|--------|
| $\theta$  | 20          | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h/p$     | 0,4         | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h/B$     | 0,2         | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h_{max}$ | 20          | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| $h_{min}$ | 6           | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| P         | 50          | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |
| B         | 100         | CUMPLE | CUMPLE | CUMPLE |

A modo de resumen se presenta una tabla esquema que indica el rango de caudales para los dos tipos de vertederos diseñados.

**RANGO DE CAUDALES**

| VERTEDERO<br>TIPO | $\theta$<br>(°) | $h_{max}$<br>(cm) | $h_{min}$<br>(cm) | $Q_{max}$<br>(l/s) | $Q_p$<br>(dado para $h_{max}$ )<br>(l/s) | $Q_{min}$<br>(l/s) |
|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--|--------------------|
| 1                 | 25              | 24                | 6                 | 22,75              | 8,46                                     | 0,30               |
| 2                 | 20              | 20                | 6                 | 18,23              | 1,69                                     | 0,24               |

Todos los caudales estarán calculados siguiendo la indicada expresión de Kindsvater-Shen, donde el Caudal máximo es el dado para una carga igual a altura total del vertedero ( $h=35$  cm).

Por ultimo indicar que para evitar interferencia en los niveles de la lámina de agua sobre la cresta del vertedero, la ubicación del sensor de presión para la lectura de la carga hidráulica, se ubicara en un pozo de detección adjunto al vertedero, unido mediante un tubo comunicador de 1"½ situado a una altura de 20 cm por debajo de la muesca del vertedero.

#### **5.1.2.- ERROR DE PRECISIÓN EN LA LECTURA**

Otro factor importante a estudiar es el sensor a utilizar para realizar la lectura de la altura de lámina de agua.

Después de realizar las consultas pertinentes, se ha encontrado un sensor basado en un transductor de presión electrónico. Este sensor posee una precisión del 0,1% para su rango de lecturas, siendo el mínimo de 1 a 125 cm.

Por consiguiente el error cometido por el limnómetro será:

$$\varepsilon = \frac{1}{1000} = \pm 1,25 \text{ mm}$$

Esta precisión en la lectura del sensor puede provocar un error de cálculo del caudal que para los distintos caudales mínimos y ángulos de los dos vertederos diseñados es de:

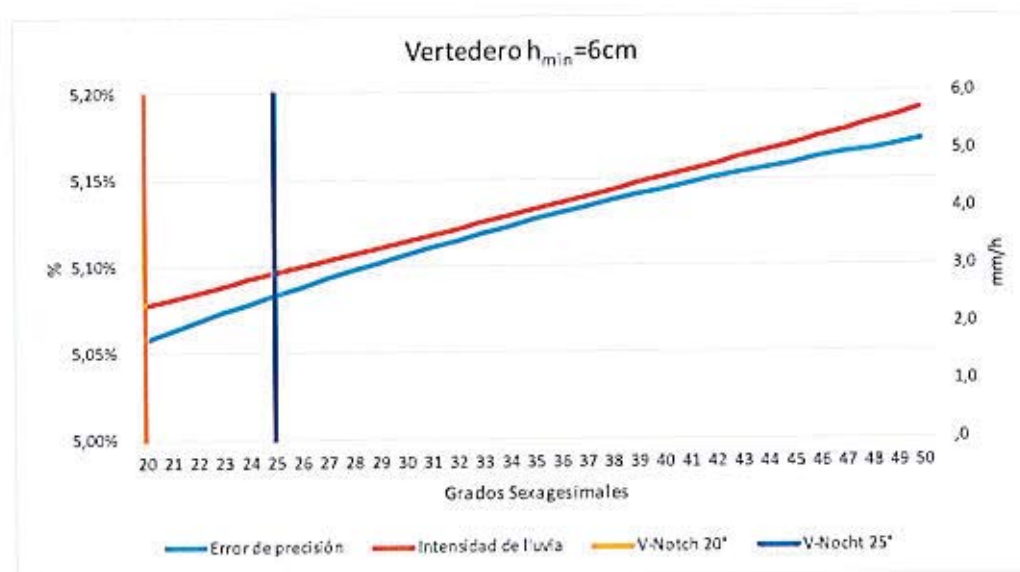


**ERROR DE PRECISIÓN DEL SENSOR**

| $\theta$<br>(Grados Sex.) | $h_{min}$<br>(m) | $Q(h,\theta)$<br>(l/s) | $Q(h+\epsilon,\theta)$<br>(l/s) | Error<br>% | I<br>(mm/h) |
|---------------------------|------------------|------------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| 20                        | 0,06             | 0,243076747            | 0,255369003                     | 5,06%      | 2,3335      |
| 21                        | 0,06             | 0,254556479            | 0,267443095                     | 5,06%      | 2,4437      |
| 22                        | 0,06             | 0,266009511            | 0,279490063                     | 5,07%      | 2,5537      |
| 23                        | 0,06             | 0,277440595            | 0,291514856                     | 5,07%      | 2,6634      |
| 24                        | 0,06             | 0,288854437            | 0,303522377                     | 5,08%      | 2,7730      |
| 25                        | 0,06             | 0,300255704            | 0,315517492                     | 5,08%      | 2,8825      |
| 26                        | 0,06             | 0,311649028            | 0,327505027                     | 5,09%      | 2,9918      |
| 27                        | 0,06             | 0,323039007            | 0,339489775                     | 5,09%      | 3,1012      |
| 28                        | 0,06             | 0,334430207            | 0,351476501                     | 5,10%      | 3,2105      |
| 29                        | 0,06             | 0,345827172            | 0,363469944                     | 5,10%      | 3,3199      |
| 30                        | 0,06             | 0,357234422            | 0,37547482                      | 5,11%      | 3,4295      |
| 31                        | 0,06             | 0,36865646             | 0,387495828                     | 5,11%      | 3,5391      |
| 32                        | 0,06             | 0,380097772            | 0,399537652                     | 5,11%      | 3,6489      |
| 33                        | 0,06             | 0,391562834            | 0,411604965                     | 5,12%      | 3,7590      |
| 34                        | 0,06             | 0,403056114            | 0,423702433                     | 5,12%      | 3,8693      |
| 35                        | 0,06             | 0,414582074            | 0,435834719                     | 5,13%      | 3,9800      |
| 36                        | 0,06             | 0,426145178            | 0,448006486                     | 5,13%      | 4,0910      |
| 37                        | 0,06             | 0,437749891            | 0,460222402                     | 5,13%      | 4,2024      |
| 38                        | 0,06             | 0,449400686            | 0,472487142                     | 5,14%      | 4,3142      |
| 39                        | 0,06             | 0,461102045            | 0,484805392                     | 5,14%      | 4,4266      |
| 40                        | 0,06             | 0,472858464            | 0,497181855                     | 5,14%      | 4,5394      |
| 41                        | 0,06             | 0,484674458            | 0,509621253                     | 5,15%      | 4,6529      |
| 42                        | 0,06             | 0,496554561            | 0,522128332                     | 5,15%      | 4,7669      |
| 43                        | 0,06             | 0,508503336            | 0,534707865                     | 5,15%      | 4,8816      |
| 44                        | 0,06             | 0,52052537             | 0,547364657                     | 5,16%      | 4,9970      |
| 45                        | 0,06             | 0,532625289            | 0,560103547                     | 5,16%      | 5,1132      |
| 46                        | 0,06             | 0,544807752            | 0,572929417                     | 5,16%      | 5,2302      |
| 47                        | 0,06             | 0,557077462            | 0,585847191                     | 5,16%      | 5,3479      |
| 48                        | 0,06             | 0,569439166            | 0,598861844                     | 5,17%      | 5,4666      |
| 49                        | 0,06             | 0,581897662            | 0,611978401                     | 5,17%      | 5,5862      |
| 50                        | 0,06             | 0,594457801            | 0,625201948                     | 5,17%      | 5,7068      |

Donde gráficamente se tiene:





Que para los vertederos con un ángulo de 20° es del 5,06%, y para los vertederos de 25° es del 5,08%.

Como conclusión, se podrá indicar que para los vertederos de 20° con un calado mínimo de 6 cm, se origina un error de 5,06% en caudales de 0,24 l/s para lluvias de intensidades inferiores a 2,33 mm/h, una vez saturada toda la sección de la TDUS.

Así mismo, para los vertederos de 25° con un calado mínimo de 6 cm, se origina un error de 5,08% en caudales de 0,30 l/s para lluvias de intensidades inferiores a 2,88 mm/h, una vez saturada toda la sección de la TDUS.

## 5.2.- MEDICIÓN DE CAUDALES PEQUEÑOS

Es importante indicar que el estudio y diseño de las instalaciones para la medición de esos caudales más pequeños no es objeto de este proyecto, pero aun así se dará a nivel informativo una idea básica de cómo se podría realizar.

Como se ha indicado anteriormente, se ha podido comprobar que los vertederos tienen un caudal mínimo a partir del cual la precisión y el régimen de funcionamiento no es el adecuado, por lo que se tendrá que proceder a cambiar el método de lectura.

Lo primero que conlleva esto, es buscar la forma de realizar la separación de la medición de caudales, para ello, se ha pensado en el montaje de una pletina de acero inoxidable en el compartimento de entrada de la cámara de aforo de modo que esta tenga una altura tal

que toda el agua que sobrepase este límite marque caudales mayores de 0,30 ó 0,24 l/s (según vertedero tipo 1 ó tipo 2), pasando el agua al vertedero descrito en el apartado anterior y cuantificándose mediante este. Las aguas que no sobrepasen esta altura serán las dadas por caudales inferiores a los caudales mínimos indicados y por tanto pasarán a otro compartimento para su cuantificación mediante otro procedimiento (Sistema secundario de medición de caudales pequeños). Es decir, la entrada de agua al aforador se realiza en un compartimento entre dos pletinas verticales de acero inoxidable a modo de separador de caudales. Una con orificio de fondo (la que va al aforador secundario de caudales pequeños) y otra a modo de aliviadero lateral que conduce las aguas hacia el vertedero (medidor de caudales grandes).

El funcionamiento de ambos es de modo que cuando el aforador secundario dé caudales en ascenso y próximos al caudal mínimo de aforo en el primario deberá cerrarse la salida del orificio para que todo vierta al aforo primario y al revés cuando se registre en el primario valores en descenso del caudal y que lleguen al caudal mínimo deberá abrirse de nuevo el orificio hacia el vertido al secundario.

Para la segregación de caudales, se utilizará el principio dado por la fórmula del orificio, entendiéndose por orificio toda apertura realizada en un depósito por debajo del nivel del líquido en pared lateral (para este caso). Se pretende utilizar un orificio de pared delgada materializado mediante una pletina de acero inoxidable con un orificio a 10 cm del fondo. La fórmula del caudal tiene la siguiente expresión:

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2gh}$$

Donde:

- Q es el caudal que desagua el orificio
- S es la sección del orificio
- h es la altura de la lámina de agua sobre el orificio
- $\mu$  es el coeficiente de descarga que dependerá de la geometría del orificio de "h".

Se propone:

- Vertederos tipo 1, de caudales mínimos 0,30 l/s un orificio de  $\varnothing=19$  mm, y  $\mu=0,6238$ .
- Vertederos tipo 2, de caudales mínimos 0,24 l/s un orificio de  $\varnothing=17$  mm, y  $\mu=0,6225$ .

Separados los caudales, se plantean dos soluciones, nombradas solo a nivel informativo:



- Medición mediante caudalímetro electromagnético. Para ello se verterá en un prisma o cilindro aguas arriba el caudal recibido en el que en el fondo se colocará una tubería de diámetro necesario para la colocación del caudalímetro y la disposición de otro prisma aguas abajo con la altura de lámina necesaria para mantener a sección llena el tubo que los conecta. Este segundo prisma, sería realmente una pileta de suficiente ancho como para que el aliviadero que se instale en un lateral de esta vierta con muy poca sobre elevación y por tanto no se haga necesario medir el nivel en la pileta.

El alivio de la pileta se vertería mediante bombeo (en una poceta) al pozo situado aguas abajo del aforador.

Posiblemente sea necesario la instalación de cilindros y caudalímetros para la cuantificación del rango total de caudales.

- Medición mediante llenado de prismas de volúmenes conocidos. Otro sistema planteado es la cuantificación de los caudales mediante la medición de la variación de volúmenes conocidos en un intervalo de tiempo determinado. Para lo cual, se instalarían dos prismas de forma que uno de ellos esté siempre vacío para poder recibir en el momento necesario las aguas para su medición. La misión del segundo recipiente es la de trabajar de forma simultanea para que no quede en ningún momento aguas sin computar, de forma que cuando uno esté en fase de llenado, el segundo se encuentre vaciándose.

La lectura de la lámina de agua se realizaría mediante limnómetro. Las mediciones de la diferencia de altura de la lámina de agua del recipiente de sección conocida dividido entre la diferencia de tiempo entre las dos mediciones proporcionará la velocidad ascensional de llenado, que multiplicado por la sección del cilindro o prisma permite obtener el caudal buscado.

### 5.3.- POZOS DE MEDICIÓN CON FONDO EN TERRENO NATURAL

En aquellas TDUS que no tienen solera de fondo se instalarán pozos de medición en los que se montarán sensores de presión. Estos pozos se materializan con un tubo de PVC perforado de 40mm de diámetro en el que se instalará el sensor de presión de dimensiones Ø22 mm x 182 mm de largo. El tubo en cualquier caso se anclará en el suelo mediante un dado circular de hormigón de Ø30 cm x 40cm de profundidad.

Por otra parte el sensor se suspenderá del cable desde superficie mediante un sistema anclaje.



## 6.- ESTADISTICA DE PRECIPITACIONES

Para conocer la probabilidad de tener lecturas de caudales con los distintos elementos de medición, se ha realizado un estudio estadístico de las precipitaciones de la zona.

Para ello, se han obtenido las precipitaciones de una estación pluviométrica perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Tajo.

En concreto se trata de la estación MC01 Henares Guadalajara, en el Sistema Automático de Información hidrológica (SAIH). En las coordenadas:

- Huso 30
- UTMx 484.435
- UTM y 4.498.290

Esta estación perteneciente a un Marco de Control del Río Henares en Guadalajara capital, se encuentra a escasos 15 km de la EDAR de Meco, ubicación de las TDUS.

Los datos obtenidos son las lecturas quinceminutales en "mm" de los últimos 14 años, es decir desde enero de 2003 hasta enero de 2017.

De esta información se han extrapolado los datos de días en los que se ha tenido precipitación. Obteniendo un listado estadístico que relaciona el número de eventos con las precipitaciones obtenidas.

Se tiene un registro total de 458.976 datos de precipitación, que corresponden a 4.781 días, de los cuales hay constancia de lluvia en 1.133 ocasiones, es decir un 23,70% de días.

Extrapolado a un año, nos indica que de media se tendrán 86,5 días de lluvia.

De los datos estudiados se puede ver que tan solo 1 evento ha superado los 34 mm de precipitación, un 2,29% supera los 20 mm de lluvia, un 10,24% supera los 10 mm y el 27,10 % supera los 5 mm. Estos resultados obtenidos a través de una serie histórica de eventos, queda abierta a nuevas precipitaciones, que pueden generar diferentes numero de eventos registrados.

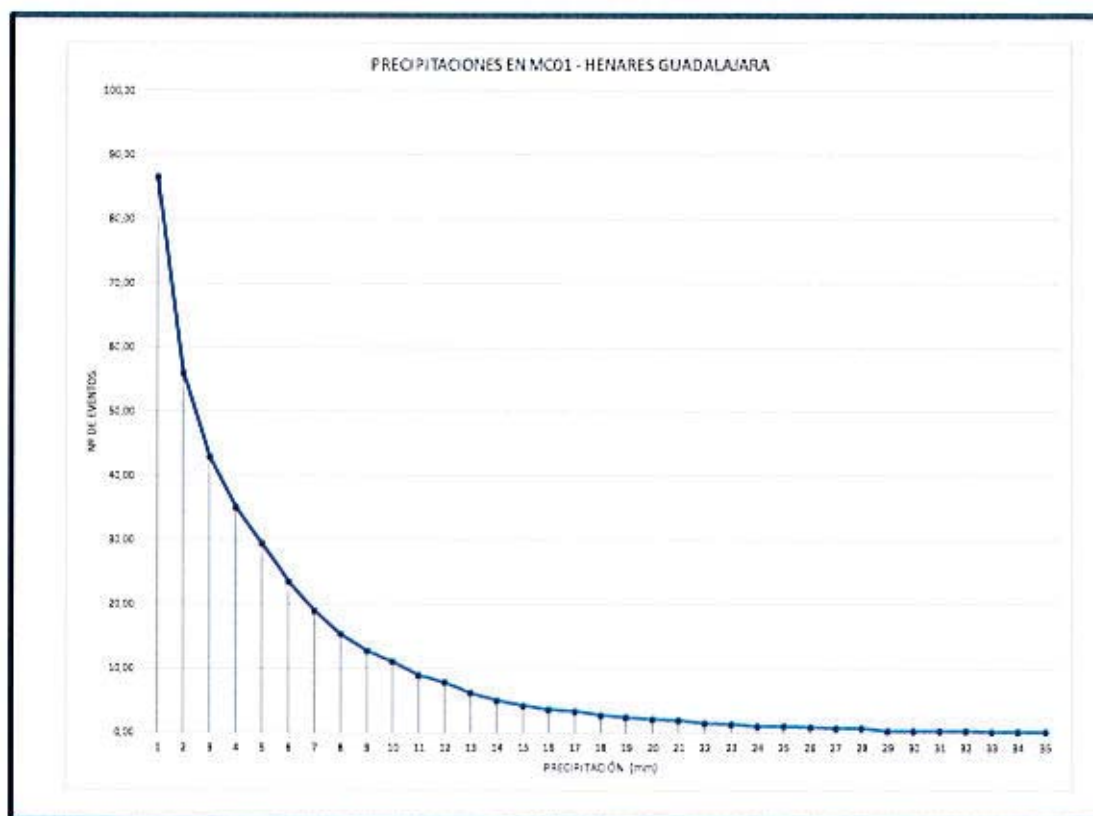
A modo de resumen se presenta la tabla completa de días de lluvia para un año:

**ESTADÍSTICA SOBRE DIAS DE LLUVIA EN UN AÑO**

| PRECIPITACIÓN<br>(mm) | Nº EVENTOS | PROBABILIDAD |
|-----------------------|------------|--------------|
| > 0                   | 86,50      | 100,00%      |
| ≥ 1                   | 56,04      | 64,78%       |
| ≥ 2                   | 42,98      | 49,69%       |
| ≥ 3                   | 35,04      | 40,51%       |
| ≥ 4                   | 29,39      | 33,98%       |
| ≥ 5                   | 23,44      | 27,10%       |
| ≥ 6                   | 19,01      | 21,98%       |
| ≥ 7                   | 15,35      | 17,74%       |
| ≥ 8                   | 12,67      | 14,65%       |
| ≥ 9                   | 10,99      | 12,71%       |
| ≥ 10                  | 8,86       | 10,24%       |
| ≥ 11                  | 7,86       | 9,09%        |
| ≥ 12                  | 6,11       | 7,06%        |
| ≥ 13                  | 4,89       | 5,65%        |
| ≥ 14                  | 4,28       | 4,94%        |
| ≥ 15                  | 3,59       | 4,15%        |
| ≥ 16                  | 3,28       | 3,80%        |
| ≥ 17                  | 2,75       | 3,18%        |
| ≥ 18                  | 2,37       | 2,74%        |
| ≥ 19                  | 2,14       | 2,47%        |
| > 20                  | 1,98       | 2,29%        |
| > 21                  | 1,53       | 1,77%        |
| > 22                  | 1,37       | 1,59%        |
| > 23                  | 1,07       | 1,24%        |
| > 24                  | 0,99       | 1,15%        |
| > 25                  | 0,84       | 0,97%        |
| > 26                  | 0,69       | 0,79%        |
| > 27                  | 0,69       | 0,79%        |
| > 28                  | 0,31       | 0,35%        |
| > 29                  | 0,23       | 0,26%        |
| > 30                  | 0,23       | 0,26%        |
| > 31                  | 0,23       | 0,26%        |
| > 32                  | 0,15       | 0,18%        |
| > 33                  | 0,15       | 0,18%        |
| > 34                  | 0,08       | 0,09%        |

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| <b>DIAS DE LLUVIA AL AÑO</b> | <b>86,50</b>  |
| <b>PORCENTAJES</b>           | <b>23,70%</b> |

Pudiendo representarse gráficamente:



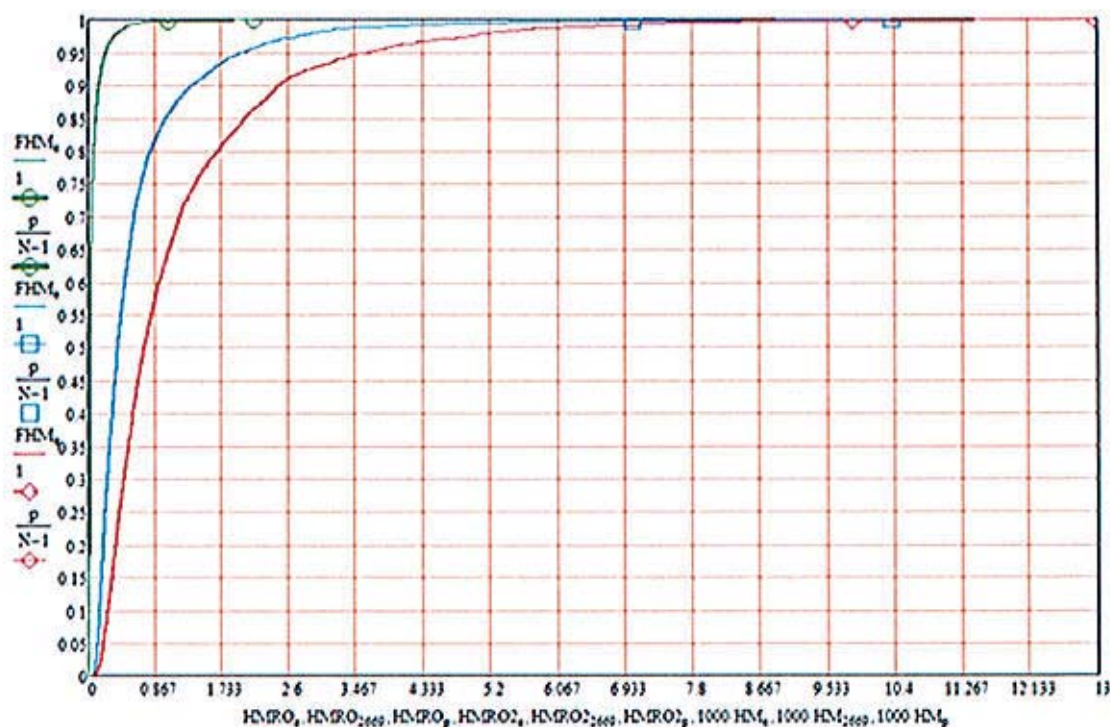
Por otra parte se presenta una gráfica que representa en abscisas los caudales obtenidos en l/s y en ordenadas la frecuencia de aparición en tanto por uno (los puntos gordos son los caudales extremo de la serie y de periodo de retorno 10 años). La línea roja corresponde a la distribución de caudales de la cubierta impermeable. La línea verde y azul suponen la distribución de caudales que se daría para la cubierta intensiva suponiendo un coeficiente de permeabilidad de 0,03 y 3 cm/min que es el rango que una de las casas comerciales estudias establece para su sustrato (es muy amplio, sí, pero con el tema de permeabilidades las oscilaciones son altas). Las distribuciones de caudales para permeabilidades intermedias quedarían dentro del huso de esas dos líneas [verde y azul]; como se puede ver en la situación media el 50% de los eventos generarían caudales inferiores a 0,3 l/s que viene a ser el umbral de medición fiable de un vertedero triangular, es decir, justificaría el dejar preparado la infraestructura de aforo secundario (Green Roof intensivas).

En el Green Roof impermeable (línea roja) prácticamente el 85% de los eventos superará el caudal umbral de 0,3 l/s.



En Green Roofs intensivos para  $K=0,03$  cm/min se tienen 3 ev/año y con  $K=3$  cm/min se llegaría a 32 ev/año. Para el resto de Green Roofs (gravas, impermeables y GR extensiva) se llegará a unos 38 ev/año.

Estos datos son los que se pueden ver en la siguiente gráfica facilitada por la Dirección del Proyecto:



Retomando la tabla de vertederos en la que se especifica el rango de caudales en los que van a funcionar, se podrá determinar la precipitación mínima a partir de la cual se tendrá registro.

| RANGO DE CAUDALES |                 |                   |                   |                    |  |                    |
|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--|--------------------|
| VERTEDERO<br>TIPO | $\theta$<br>(°) | $h_{max}$<br>(cm) | $h_{min}$<br>(cm) | $Q_{max}$<br>(l/s) | $Q_p$<br>(dado para $h_{max}$ )<br>(l/s) | $Q_{min}$<br>(l/s) |
| 1                 | 25              | 24                | 6                 | 22,75              | 8,46                                     | 0,30               |
| 2                 | 20              | 20                | 6                 | 18,23              | 1,69                                     | 0,24               |

Para las TDUS del tipo Green Roofs (excepto la intensiva), se tendrá que el caudal mínimo de 0,30 l/s corresponde a una intensidad de lluvia de 2,88 mm/h y a una precipitación de 2,28 mm. Esta se tendrá de media en 35 ocasiones al año.

Para la TDUS de Firme Poroso 1 (FP1), los vertederos tendrán una lectura fiable a partir de un caudal mínimo de 0,24 l/s que corresponde a una intensidad de lluvia de 2,33 mm/h y una precipitación de 1,55 mm que se producirá en un 49,69 % de las lluvias del año (> 43 días).

Pero claro está que la duración del chubasco tendrá que ser tal que los sustratos se comiencen a saturar y el agua fluya hasta el vertedero, lo que disminuirá considerablemente el número de eventos a registrar, ya que la retención de agua para cada uno es de:

- Green Roofs Extensivo de 10 cm es de 28 mm
- Green Roofs Intensivo de 20 cm es de 100 mm

Es cierto que este volumen por metro cuadrado es un volumen máximo, y se podrán tener movimiento de agua antes de que se sature todo el terreno, como es esperable.

Por otra parte para llegar al caudal punta en el vertedero se tendrán que cumplir al menos dos premisas, por una parte que se tenga una lluvia igual a la del hietograma, es decir, equivalente a un periodo de retorno de 10 años ( $P=54,07$  mm), y al igual que para el caudal mínimo, una precipitación que sea capaz de rellenar todos los huecos vacíos del esqueleto mineral del sustrato. Lluvia previsible por definición una vez cada 10 años.

Es importante destacar que se pueden además sumar precipitaciones de chubascos seguidos en el tiempo, lo que ocasionaría que se sobrepase la barrera de retención de agua del terreno y se consiga la lectura en el vertedero.

## 7.- REGISTROS ESPERABLES

Visto lo expuesto anteriormente, se puede concluir que el número de registros que se obtendrán a lo largo de un año, para las TDUS que se obtiene el caudal por concentración de las lluvias caídas va a depender principalmente de la duración de la precipitación, del tipo de sustrato, de la forma de la lluvia y de las intensidades que en él se den.

Por una parte, se ha comprobado que las permeabilidades son tales para ambos sustratos que no existirá obstáculo limitador para la obtención de los caudales punta.



Por otra parte, los caudales mínimos para poder obtener registros son muy numerosos al año, donde el único inconveniente lo marca la porosidad del suelo que es el factor de almacenamiento de agua retenida en el terreno.

Las lluvias previsibles para las TDUS rondan los 45 eventos al año.

Para el resto de TDUS, dadas las superficies y el sistema de medición utilizado, los eventos que puedan dar lugar a registros serán pocos números, teniendo que provocar el estrés del sistema mediante inundación forzada.

De igual forma, para la obtención de registro en estas últimas se tendrán que cumplir:

- Lluvias de intensidad próximas a la correspondiente a una duración de 5 minutos y periodo de retorno de  $T=10$  años.
- La acumulación de eventos consecutivos de menor precipitación para alcanzar y/o superar los 54,07 mm.
- Una mayor duración del chubasco, que permita una variación de las condiciones de presión de la cara inferior del sustrato con respecto al perfil de equilibrio (condiciones iniciales) para que se comience a tener un flujo de agua incluso antes de que el material esté saturado.

## **8.- ELEMENTOS DE DRENAJE. AGUAS DE PROCESO**

### **8.1.- DESCRIPCIÓN**

Una vez concentradas las aguas de las TDUS, estas se verterán a arquetas de registro cuadradas de 40x40x50 cm y 60x60x70 cm (dependiendo el caso) de fábrica de ladrillo de  $\frac{1}{2}$  pie de espesor, contiguo a ellas. Este pozo se comunicará mediante tubería de PVC-U liso serie teja de diámetro 200 mm SN4, al compartimento de entrada del Vertedero.

La tubería que comunica la salida del vertedero con el pozo tomamuestras, así como el resto de la red que conduce las aguas de proceso hasta la red de vaciado de la EDAR es de PVC-U SN8 pero en diámetro 250 mm. Se ha tomado este diámetro como mínimo, como criterio de partida para facilitar un adecuado mantenimiento de la red, ya que la tubería está sobredimensionada respecto a los caudales reales recogidos por las TDUS.

Los pozos de registro de la red de aguas de proceso son de ladrillo macizos de 1 pie de espesor y diámetro interior 1.100 mm.

Por otra parte, para recoger la escorrentía que se genere en la TDUS de pavimento con capa de rodadura impermeable (FP1), se va a disponer de una cuneta triangular revestida



de hormigón, con taludes 1H:1V y 60 cm de ancho y 30 cm de profundidad. Esta cuneta se dispondrá en el lado de mayor dimensión de la TDUS (lado de 15 metros).

El caudal teórico de aportación y que deberá ser capaz de desaguar esta cuneta es de 0,00169 m<sup>3</sup>/s, valor obtenido en el apartado 3.2.

Para la comprobación hidráulica de la cuneta propuesta, se utilizará la fórmula de Manning, tomando los siguientes valores:

- J: pendiente del tramo en tanto por uno
- Rh: radio hidráulico en metros
- K: coeficiente de rugosidad de Manning, tomamos un valor de 60, para cunetas revestidas de hormigón.
- V: velocidad en m/s
- Q: caudal que es capaz de desaguar la cuneta para cada la pendiente considerada en m<sup>3</sup>/s

#### COMPROBACIÓN HIDRAULICA

| PTE %  | longitud | DATOS CUNETA   |                | K  | Rh (m) | h (m) | B (m) | Sm (m <sup>2</sup> ) | v (m/s) | Q QUE DESAGUA (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|----------|----------------|----------------|----|--------|-------|-------|----------------------|---------|-----------------------------------|
|        |          | TALUD INT. (m) | TALUD EXT. (m) |    |        |       |       |                      |         |                                   |
| 0,5000 | 15,000   | 1              | 1              | 60 | 0,071  | 0,200 | 0,400 | 0,040                | 0,725   | 0,029                             |

## APENDICE 1: LISTADO REGISTROS MC01 HENARES-GUADALAJARA (SAIH)

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 22/01/2003 | 3,6                |
| 31/01/2003 | 2,2                |
| 19/02/2003 | 12,8               |
| 22/02/2003 | 0,8                |
| 23/02/2003 | 0,4                |
| 25/02/2003 | 17,8               |
| 26/02/2003 | 3,2                |
| 27/02/2003 | 2,8                |
| 05/03/2003 | 1,6                |
| 21/03/2003 | 0,2                |
| 22/03/2003 | 3,4                |
| 26/03/2003 | 2,6                |
| 27/03/2003 | 12,6               |
| 28/03/2003 | 0,6                |
| 30/03/2003 | 7,4                |
| 31/03/2003 | 4,8                |
| 11/04/2003 | 2,6                |
| 12/04/2003 | 3,4                |
| 13/04/2003 | 4,2                |
| 14/04/2003 | 10                 |
| 15/04/2003 | 1                  |
| 19/04/2003 | 13,4               |
| 20/04/2003 | 0,4                |
| 21/04/2003 | 0,2                |
| 22/04/2003 | 0,8                |
| 23/04/2003 | 0,2                |
| 05/05/2003 | 3,4                |
| 06/05/2003 | 4,4                |
| 07/05/2003 | 3                  |
| 08/05/2003 | 3,4                |
| 31/05/2003 | 1,2                |
| 04/06/2003 | 0,2                |
| 05/06/2003 | 0,4                |
| 23/06/2003 | 0,4                |
| 30/06/2003 | 1                  |
| 12/07/2003 | 0,2                |
| 05/08/2003 | 0,4                |
| 21/08/2003 | 2,8                |
| 22/08/2003 | 8,2                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 23/08/2003 | 1,4                |
| 24/08/2003 | 0,4                |
| 30/09/2003 | 2,8                |
| 01/10/2003 | 4,797              |
| 02/10/2003 | 5,101              |
| 03/10/2003 | 1,467              |
| 12/10/2003 | 2,987              |
| 13/10/2003 | 1,903              |
| 14/10/2003 | 7,124              |
| 15/10/2003 | 0,074              |
| 16/10/2003 | 7,139              |
| 17/10/2003 | 0,348              |
| 19/10/2003 | 25,471             |
| 22/10/2003 | 0,112              |
| 25/10/2003 | 6,089              |
| 26/10/2003 | 13,125             |
| 27/10/2003 | 1,403              |
| 28/10/2003 | 8,247              |
| 29/10/2003 | 0,208              |
| 31/10/2003 | 9,891              |
| 05/11/2003 | 0,074              |
| 07/11/2003 | 0,063              |
| 08/11/2003 | 0,222              |
| 09/11/2003 | 3,8                |
| 10/11/2003 | 2,6                |
| 11/11/2003 | 0,2                |
| 15/11/2003 | 5,8                |
| 16/11/2003 | 10,6               |
| 22/11/2003 | 0,6                |
| 23/11/2003 | 8,8                |
| 26/11/2003 | 2,6                |
| 27/11/2003 | 1,8                |
| 30/11/2003 | 6,2                |
| 01/12/2003 | 0,6                |
| 03/12/2003 | 0,2                |
| 05/12/2003 | 4,4                |
| 06/12/2003 | 1,6                |
| 09/12/2003 | 5                  |
| 10/12/2003 | 1,8                |



**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 18/12/2003 | 2                  |
| 28/12/2003 | 4                  |
| 29/12/2003 | 0,2                |
| 30/12/2003 | 0,2                |
| 13/01/2004 | 0,4                |
| 14/01/2004 | 0,6                |
| 20/02/2004 | 4,2                |
| 21/02/2004 | 8,8                |
| 22/02/2004 | 2,4                |
| 24/02/2004 | 15                 |
| 25/02/2004 | 11,33              |
| 26/02/2004 | 5,8                |
| 27/02/2004 | 0,2                |
| 06/03/2004 | 0,4                |
| 10/03/2004 | 0,2                |
| 12/03/2004 | 12                 |
| 13/03/2004 | 1,8                |
| 27/03/2004 | 0,2                |
| 28/03/2004 | 7,8                |
| 29/03/2004 | 5,6                |
| 30/03/2004 | 5,6                |
| 31/03/2004 | 0,4                |
| 01/04/2004 | 4,2                |
| 02/04/2004 | 6,6                |
| 15/04/2004 | 0,4                |
| 16/04/2004 | 4,2                |
| 17/04/2004 | 3                  |
| 18/04/2004 | 0,4                |
| 22/04/2004 | 0,6                |
| 27/04/2004 | 1,2                |
| 28/04/2004 | 1,4                |
| 29/04/2004 | 11                 |
| 01/05/2004 | 7,8                |
| 02/05/2004 | 8                  |
| 03/05/2004 | 12                 |
| 05/05/2004 | 1,2                |
| 06/05/2004 | 1,8                |
| 09/05/2004 | 0,4                |
| 10/05/2004 | 11,8               |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 11/05/2004 | 3,6                |
| 12/05/2004 | 0,2                |
| 21/05/2004 | 3                  |
| 22/05/2004 | 0,2                |
| 23/05/2004 | 11,4               |
| 24/05/2004 | 0,2                |
| 25/05/2004 | 7,2                |
| 26/05/2004 | 0,2                |
| 06/06/2004 | 4,6                |
| 07/06/2004 | 2,2                |
| 11/06/2004 | 0,2                |
| 05/07/2004 | 0,2                |
| 06/07/2004 | 20,6               |
| 07/07/2004 | 0,2                |
| 16/07/2004 | 1                  |
| 17/07/2004 | 4,6                |
| 21/07/2004 | 0,2                |
| 28/07/2004 | 0,2                |
| 01/08/2004 | 0,6                |
| 02/08/2004 | 0,6                |
| 09/08/2004 | 9,4                |
| 10/08/2004 | 0,2                |
| 17/08/2004 | 6,6                |
| 19/08/2004 | 2,2                |
| 02/09/2004 | 0,2                |
| 03/09/2004 | 6,4                |
| 07/09/2004 | 6,8                |
| 09/10/2004 | 0,8                |
| 11/10/2004 | 0,2                |
| 12/10/2004 | 0,2                |
| 18/10/2004 | 3,2                |
| 19/10/2004 | 1,4                |
| 20/10/2004 | 24                 |
| 21/10/2004 | 1,6                |
| 25/10/2004 | 31,6               |
| 26/10/2004 | 0,2                |
| 27/10/2004 | 27,322             |
| 28/10/2004 | 0,6                |
| 29/10/2004 | 3,4                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 01/11/2004 | 0,2                |
| 03/11/2004 | 1,4                |
| 04/11/2004 | 10,4               |
| 05/11/2004 | 1                  |
| 10/11/2004 | 1,8                |
| 29/11/2004 | 2,4                |
| 01/12/2004 | 12,4               |
| 02/12/2004 | 2,6                |
| 04/12/2004 | 0,4                |
| 05/12/2004 | 0,4                |
| 08/12/2004 | 0,6                |
| 06/02/2005 | 4,6                |
| 07/02/2005 | 1,4                |
| 22/02/2005 | 2                  |
| 23/02/2005 | 5                  |
| 24/02/2005 | 0,8                |
| 22/03/2005 | 0,8                |
| 23/03/2005 | 5,8                |
| 25/03/2005 | 1                  |
| 26/03/2005 | 0,4                |
| 29/03/2005 | 0,2                |
| 02/04/2005 | 6                  |
| 03/04/2005 | 4,8                |
| 08/04/2005 | 1,4                |
| 14/04/2005 | 0,8                |
| 11/05/2005 | 0,6                |
| 12/05/2005 | 5,6                |
| 17/05/2005 | 1                  |
| 30/05/2005 | 0,4                |
| 31/05/2005 | 0,262              |
| 10/10/2005 | 1,677              |
| 11/10/2005 | 0,186              |
| 12/10/2005 | 2,459              |
| 13/10/2005 | 3,759              |
| 14/10/2005 | 0,148              |
| 18/10/2005 | 2,899              |
| 19/10/2005 | 0,148              |
| 20/10/2005 | 0,313              |
| 21/10/2005 | 0,473              |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 22/10/2005 | 6,028              |
| 23/10/2005 | 0,074              |
| 27/10/2005 | 0,336              |
| 28/10/2005 | 9,099              |
| 30/10/2005 | 0,819              |
| 31/10/2005 | 2,1                |
| 09/11/2005 | 1,427              |
| 12/11/2005 | 3,922              |
| 13/11/2005 | 4,797              |
| 14/11/2005 | 7,255              |
| 15/11/2005 | 7,973              |
| 02/12/2005 | 4,61               |
| 03/12/2005 | 1,24               |
| 26/12/2005 | 2,216              |
| 27/12/2005 | 6,826              |
| 28/12/2005 | 0,063              |
| 29/12/2005 | 0,263              |
| 01/01/2006 | 0,2                |
| 05/01/2006 | 0,2                |
| 06/01/2006 | 4,8                |
| 07/01/2006 | 5,8                |
| 08/01/2006 | 0,4                |
| 09/01/2006 | 2,2                |
| 15/01/2006 | 1,4                |
| 16/01/2006 | 7,6                |
| 30/01/2006 | 0,4                |
| 19/02/2006 | 5,6                |
| 20/02/2006 | 0,8                |
| 22/02/2006 | 0,2                |
| 23/02/2006 | 2,8                |
| 24/02/2006 | 0,2                |
| 25/02/2006 | 5,2                |
| 26/02/2006 | 11,8               |
| 27/02/2006 | 0,2                |
| 04/03/2006 | 6,4                |
| 05/03/2006 | 1,2                |
| 17/03/2006 | 1,6                |
| 18/03/2006 | 4,4                |
| 19/03/2006 | 1,4                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 20/03/2006 | 0,8                |
| 21/03/2006 | 1,4                |
| 22/03/2006 | 0,4                |
| 23/03/2006 | 1,4                |
| 24/03/2006 | 0,6                |
| 05/04/2006 | 0,4                |
| 06/04/2006 | 2                  |
| 07/04/2006 | 1,4                |
| 14/04/2006 | 0,8                |
| 15/04/2006 | 5,6                |
| 17/04/2006 | 0,6                |
| 21/04/2006 | 6,4                |
| 22/04/2006 | 3                  |
| 03/05/2006 | 3,6                |
| 04/05/2006 | 1,8                |
| 05/05/2006 | 0,2                |
| 06/05/2006 | 1                  |
| 12/05/2006 | 0,2                |
| 13/05/2006 | 0,8                |
| 09/06/2006 | 3,8                |
| 12/06/2006 | 0,2                |
| 15/06/2006 | 5,4                |
| 16/06/2006 | 1,6                |
| 17/06/2006 | 27,2               |
| 20/06/2006 | 0,2                |
| 23/06/2006 | 4,4                |
| 30/06/2006 | 7,2                |
| 05/07/2006 | 0,23               |
| 12/07/2006 | 0,663              |
| 13/07/2006 | 0,229              |
| 14/07/2006 | 0,732              |
| 15/07/2006 | 0,146              |
| 16/07/2006 | 0,187              |
| 17/07/2006 | 0,376              |
| 18/07/2006 | 1,066              |
| 19/07/2006 | 0,704              |
| 17/08/2006 | 8,8                |
| 07/09/2006 | 1,6                |
| 12/09/2006 | 7                  |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 13/09/2006 | 1,6                |
| 14/09/2006 | 1,6                |
| 15/09/2006 | 0,8                |
| 21/09/2006 | 2,4                |
| 22/09/2006 | 1,2                |
| 24/09/2006 | 1,4                |
| 03/10/2006 | 1,2                |
| 11/10/2006 | 0,4                |
| 17/10/2006 | 14                 |
| 18/10/2006 | 5                  |
| 19/10/2006 | 3,8                |
| 20/10/2006 | 17,4               |
| 22/10/2006 | 6,4                |
| 23/10/2006 | 8,4                |
| 25/10/2006 | 4                  |
| 26/10/2006 | 8,6                |
| 02/11/2006 | 3,6                |
| 03/11/2006 | 21,8               |
| 04/11/2006 | 5                  |
| 05/11/2006 | 6,6                |
| 07/11/2006 | 6                  |
| 08/11/2006 | 3,6                |
| 15/11/2006 | 0,4                |
| 16/11/2006 | 7,6                |
| 18/11/2006 | 0,4                |
| 23/11/2006 | 0,2                |
| 24/11/2006 | 0,6                |
| 25/11/2006 | 9                  |
| 28/11/2006 | 1,2                |
| 05/12/2006 | 7,8                |
| 06/12/2006 | 0,4                |
| 07/12/2006 | 2,8                |
| 08/12/2006 | 4,4                |
| 16/01/2007 | 0,2                |
| 22/01/2007 | 3,2                |
| 29/01/2007 | 0,2                |
| 30/01/2007 | 4,2                |
| 03/02/2007 | 1,2                |
| 05/02/2007 | 4,4                |



**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 08/02/2007 | 18                 |
| 09/02/2007 | 3                  |
| 11/02/2007 | 0,8                |
| 12/02/2007 | 2,8                |
| 13/02/2007 | 0,2                |
| 16/02/2007 | 1,6                |
| 17/02/2007 | 1,8                |
| 20/02/2007 | 4,2                |
| 21/02/2007 | 0,2                |
| 23/02/2007 | 1,6                |
| 25/02/2007 | 0,6                |
| 06/03/2007 | 2                  |
| 07/03/2007 | 6,8                |
| 12/03/2007 | 0,2                |
| 20/03/2007 | 0,2                |
| 27/03/2007 | 1,8                |
| 30/03/2007 | 0,6                |
| 31/03/2007 | 4,2                |
| 01/04/2007 | 3,6                |
| 04/04/2007 | 3,4                |
| 06/04/2007 | 5                  |
| 07/04/2007 | 6,8                |
| 09/04/2007 | 1,8                |
| 10/04/2007 | 0,6                |
| 11/04/2007 | 14,8               |
| 12/04/2007 | 11,8               |
| 13/04/2007 | 2,8                |
| 15/04/2007 | 0,4                |
| 16/04/2007 | 1                  |
| 17/04/2007 | 2,8                |
| 20/04/2007 | 0,8                |
| 25/04/2007 | 6,2                |
| 26/04/2007 | 15,8               |
| 27/04/2007 | 6,2                |
| 28/04/2007 | 8,8                |
| 30/04/2007 | 3,6                |
| 01/05/2007 | 1,8                |
| 02/05/2007 | 2,6                |
| 03/05/2007 | 12,4               |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 04/05/2007 | 0,4                |
| 05/05/2007 | 0,2                |
| 19/05/2007 | 4,2                |
| 20/05/2007 | 11,8               |
| 22/05/2007 | 0,2                |
| 23/05/2007 | 22                 |
| 24/05/2007 | 10,2               |
| 25/05/2007 | 1                  |
| 26/05/2007 | 0,8                |
| 10/06/2007 | 8,6                |
| 14/06/2007 | 3,6                |
| 15/06/2007 | 0,8                |
| 16/06/2007 | 4,4                |
| 17/06/2007 | 17                 |
| 05/08/2007 | 1,6                |
| 06/08/2007 | 3,8                |
| 24/08/2007 | 7                  |
| 25/08/2007 | 5,8                |
| 26/08/2007 | 0,2                |
| 14/09/2007 | 0,4                |
| 15/09/2007 | 0,2                |
| 21/09/2007 | 4,395              |
| 23/09/2007 | 0,6                |
| 01/10/2007 | 1,104              |
| 02/10/2007 | 1,516              |
| 03/10/2007 | 10,787             |
| 04/10/2007 | 4,492              |
| 05/10/2007 | 0,454              |
| 06/10/2007 | 0,074              |
| 23/10/2007 | 2,974              |
| 24/10/2007 | 2,044              |
| 19/11/2007 | 1,62               |
| 20/11/2007 | 21,531             |
| 21/11/2007 | 0,642              |
| 22/11/2007 | 1,184              |
| 23/11/2007 | 0,063              |
| 24/11/2007 | 0,074              |
| 01/12/2007 | 0,6                |
| 20/12/2007 | 3,6                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 22/12/2007 | 0,2                |
| 02/01/2008 | 3                  |
| 03/01/2008 | 6,8                |
| 06/01/2008 | 0,4                |
| 10/01/2008 | 1,2                |
| 11/01/2008 | 7,4                |
| 14/01/2008 | 1                  |
| 16/01/2008 | 0,6                |
| 01/02/2008 | 0,2                |
| 02/02/2008 | 1                  |
| 03/02/2008 | 4                  |
| 04/02/2008 | 5                  |
| 11/02/2008 | 0,2                |
| 17/02/2008 | 0,2                |
| 18/02/2008 | 1                  |
| 19/02/2008 | 2,4                |
| 21/02/2008 | 0,6                |
| 22/02/2008 | 0,2                |
| 24/02/2008 | 2,4                |
| 25/02/2008 | 2                  |
| 27/02/2008 | 2,4                |
| 28/02/2008 | 0,4                |
| 18/03/2008 | 1,6                |
| 22/03/2008 | 1,4                |
| 26/03/2008 | 0,8                |
| 27/03/2008 | 0,2                |
| 30/03/2008 | 1,2                |
| 07/04/2008 | 17,2               |
| 08/04/2008 | 5                  |
| 09/04/2008 | 11,6               |
| 10/04/2008 | 9                  |
| 11/04/2008 | 5                  |
| 13/04/2008 | 1,2                |
| 16/04/2008 | 0,6                |
| 17/04/2008 | 11                 |
| 18/04/2008 | 9,6                |
| 19/04/2008 | 6,6                |
| 20/04/2008 | 9,4                |
| 21/04/2008 | 0,2                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 08/05/2008 | 12,2               |
| 09/05/2008 | 22,4               |
| 10/05/2008 | 14,8               |
| 11/05/2008 | 0,4                |
| 12/05/2008 | 4                  |
| 13/05/2008 | 3                  |
| 14/05/2008 | 1                  |
| 16/05/2008 | 5                  |
| 17/05/2008 | 0,2                |
| 18/05/2008 | 0,8                |
| 21/05/2008 | 27,2               |
| 23/05/2008 | 16,4               |
| 24/05/2008 | 0,2                |
| 25/05/2008 | 5,8                |
| 30/05/2008 | 0,8                |
| 31/05/2008 | 11,4               |
| 01/06/2008 | 2,2                |
| 02/06/2008 | 5,2                |
| 05/06/2008 | 3,2                |
| 08/06/2008 | 0,2                |
| 09/06/2008 | 4,4                |
| 10/06/2008 | 1,6                |
| 11/06/2008 | 7,2                |
| 16/06/2008 | 16,6               |
| 17/06/2008 | 1,2                |
| 24/06/2008 | 11                 |
| 10/07/2008 | 0,2                |
| 16/07/2008 | 0,2                |
| 27/08/2008 | 1                  |
| 06/09/2008 | 8                  |
| 10/09/2008 | 2,8                |
| 21/09/2008 | 0,4                |
| 22/09/2008 | 22                 |
| 23/09/2008 | 4,8                |
| 07/10/2008 | 4,4                |
| 11/10/2008 | 0,2                |
| 12/10/2008 | 5,4                |
| 13/10/2008 | 2                  |
| 16/10/2008 | 0,2                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 17/10/2008 | 2                  |
| 18/10/2008 | 2                  |
| 19/10/2008 | 1                  |
| 20/10/2008 | 1,6                |
| 21/10/2008 | 0,8                |
| 22/10/2008 | 9                  |
| 28/10/2008 | 33,2               |
| 29/10/2008 | 0,2                |
| 30/10/2008 | 0,2                |
| 31/10/2008 | 15,6               |
| 01/11/2008 | 0,8                |
| 02/11/2008 | 1,6                |
| 04/11/2008 | 0,6                |
| 07/11/2008 | 0,6                |
| 24/11/2008 | 1,6                |
| 25/11/2008 | 0,2                |
| 28/11/2008 | 0,6                |
| 29/11/2008 | 3,2                |
| 30/11/2008 | 0,2                |
| 01/12/2008 | 0,062              |
| 03/12/2008 | 0,6                |
| 04/12/2008 | 0,2                |
| 06/12/2008 | 1,4                |
| 07/12/2008 | 5,8                |
| 08/12/2008 | 12,6               |
| 09/12/2008 | 6,6                |
| 13/12/2008 | 9.243              |
| 16/12/2008 | 0,2                |
| 03/01/2009 | 12,4               |
| 09/01/2009 | 1,8                |
| 10/01/2009 | 4,4                |
| 11/01/2009 | 0,2                |
| 12/01/2009 | 0,4                |
| 13/01/2009 | 0,8                |
| 19/01/2009 | 6,4                |
| 22/01/2009 | 4                  |
| 23/01/2009 | 0,2                |
| 25/01/2009 | 1,6                |
| 29/01/2009 | 4,6                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 31/01/2009 | 2,2                |
| 01/02/2009 | 6                  |
| 02/02/2009 | 4,2                |
| 04/02/2009 | 5,8                |
| 05/02/2009 | 3                  |
| 06/02/2009 | 2,8                |
| 10/02/2009 | 0,222              |
| 01/03/2009 | 0,6                |
| 03/03/2009 | 6                  |
| 04/03/2009 | 0,6                |
| 05/03/2009 | 3                  |
| 28/03/2009 | 1,029              |
| 30/03/2009 | 0,074              |
| 06/04/2009 | 4,2                |
| 07/04/2009 | 1,6                |
| 10/04/2009 | 7,4                |
| 11/04/2009 | 0,4                |
| 14/04/2009 | 2,4                |
| 15/04/2009 | 4,8                |
| 16/04/2009 | 3,6                |
| 17/04/2009 | 0,2                |
| 18/04/2009 | 4,6                |
| 19/04/2009 | 1                  |
| 20/04/2009 | 0,2                |
| 26/04/2009 | 2                  |
| 30/04/2009 | 0,2                |
| 01/05/2009 | 0,2                |
| 09/05/2009 | 0,8                |
| 10/05/2009 | 2                  |
| 23/05/2009 | 3,2                |
| 06/06/2009 | 3                  |
| 08/06/2009 | 1,6                |
| 14/06/2009 | 0,8                |
| 15/06/2009 | 0,2                |
| 16/06/2009 | 3                  |
| 18/06/2009 | 1                  |
| 23/07/2009 | 0,4                |
| 09/08/2009 | 2,8                |
| 10/08/2009 | 4,6                |



**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 13/09/2009 | 0,2                |
| 17/09/2009 | 12,8               |
| 18/09/2009 | 0,2                |
| 19/09/2009 | 0,2                |
| 27/09/2009 | 1,8                |
| 29/09/2009 | 0,4                |
| 30/09/2009 | 3,8                |
| 07/10/2009 | 0,2                |
| 08/10/2009 | 4,6                |
| 20/10/2009 | 9,4                |
| 21/10/2009 | 2,8                |
| 22/10/2009 | 8,4                |
| 26/11/2009 | 0,6                |
| 27/11/2009 | 0,8                |
| 29/11/2009 | 9                  |
| 02/12/2009 | 1,6                |
| 03/12/2009 | 1                  |
| 06/12/2009 | 0,4                |
| 07/12/2009 | 2,8                |
| 16/12/2009 | 1                  |
| 17/12/2009 | 0,2                |
| 21/12/2009 | 9,6                |
| 22/12/2009 | 9                  |
| 23/12/2009 | 9,8                |
| 24/12/2009 | 19,4               |
| 25/12/2009 | 2,6                |
| 26/12/2009 | 7,8                |
| 28/12/2009 | 7                  |
| 29/12/2009 | 6,2                |
| 30/12/2009 | 5,6                |
| 03/01/2010 | 2,4                |
| 04/01/2010 | 5                  |
| 05/01/2010 | 0,6                |
| 07/01/2010 | 5                  |
| 11/01/2010 | 3,4                |
| 12/01/2010 | 11,2               |
| 13/01/2010 | 7                  |
| 14/01/2010 | 1,6                |
| 17/01/2010 | 1,6                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 18/01/2010 | 0,2                |
| 19/01/2010 | 1,6                |
| 20/01/2010 | 0,2                |
| 23/01/2010 | 0,8                |
| 26/01/2010 | 0,8                |
| 04/02/2010 | 1                  |
| 05/02/2010 | 0,4                |
| 08/02/2010 | 7,2                |
| 15/02/2010 | 5,6                |
| 16/02/2010 | 15,4               |
| 17/02/2010 | 5,4                |
| 18/02/2010 | 1                  |
| 21/02/2010 | 7                  |
| 22/02/2010 | 4,2                |
| 23/02/2010 | 6,4                |
| 24/02/2010 | 0,6                |
| 25/02/2010 | 4,2                |
| 27/02/2010 | 2,8                |
| 01/03/2010 | 1                  |
| 02/03/2010 | 0,2                |
| 03/03/2010 | 6,4                |
| 06/03/2010 | 10                 |
| 07/03/2010 | 4                  |
| 08/03/2010 | 0,2                |
| 19/03/2010 | 1,2                |
| 21/03/2010 | 3,4                |
| 24/03/2010 | 6,4                |
| 25/03/2010 | 4,4                |
| 29/03/2010 | 1,2                |
| 30/03/2010 | 0,8                |
| 03/04/2010 | 1,4                |
| 07/04/2010 | 1,6                |
| 13/04/2010 | 2,2                |
| 14/04/2010 | 6,2                |
| 15/04/2010 | 9,2                |
| 16/04/2010 | 0,2                |
| 17/04/2010 | 7                  |
| 18/04/2010 | 2,2                |
| 19/04/2010 | 0,6                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 21/04/2010 | 3,8                |
| 22/04/2010 | 1,4                |
| 03/05/2010 | 0,2                |
| 07/05/2010 | 1,6                |
| 08/05/2010 | 1,4                |
| 09/05/2010 | 16,8               |
| 10/05/2010 | 0,2                |
| 12/05/2010 | 2,2                |
| 13/05/2010 | 4,6                |
| 15/05/2010 | 0,4                |
| 27/05/2010 | 0,2                |
| 08/06/2010 | 2                  |
| 09/06/2010 | 8,4                |
| 10/06/2010 | 4                  |
| 11/06/2010 | 0,2                |
| 12/06/2010 | 23,6               |
| 13/06/2010 | 0,2                |
| 19/06/2010 | 2,6                |
| 25/06/2010 | 9,4                |
| 26/06/2010 | 5,8                |
| 27/06/2010 | 3,4                |
| 28/06/2010 | 4,4                |
| 29/06/2010 | 0,2                |
| 02/07/2010 | 1,8                |
| 03/07/2010 | 6,2                |
| 08/07/2010 | 0,4                |
| 09/08/2010 | 3,2                |
| 19/08/2010 | 2,4                |
| 01/09/2010 | 16                 |
| 03/10/2010 | 2,2                |
| 04/10/2010 | 0,4                |
| 08/10/2010 | 0,4                |
| 09/10/2010 | 25,4               |
| 11/10/2010 | 0,6                |
| 29/10/2010 | 3,2                |
| 01/12/2010 | 0,2                |
| 02/12/2010 | 0,2                |
| 03/12/2010 | 1,6                |
| 05/12/2010 | 0,4                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 06/12/2010 | 0,6                |
| 07/12/2010 | 0,4                |
| 08/12/2010 | 0,4                |
| 09/12/2010 | 0,2                |
| 10/12/2010 | 0,2                |
| 11/12/2010 | 0,2                |
| 12/12/2010 | 0,2                |
| 13/12/2010 | 2                  |
| 19/12/2010 | 1,2                |
| 20/12/2010 | 0,4                |
| 21/12/2010 | 14                 |
| 22/12/2010 | 8                  |
| 23/12/2010 | 3,2                |
| 30/12/2010 | 2,2                |
| 31/12/2010 | 0,2                |
| 02/01/2011 | 0,2                |
| 04/01/2011 | 0,4                |
| 05/01/2011 | 1,2                |
| 06/01/2011 | 1                  |
| 07/01/2011 | 1,2                |
| 08/01/2011 | 9,2                |
| 09/01/2011 | 11,4               |
| 10/01/2011 | 0,6                |
| 11/01/2011 | 0,2                |
| 27/01/2011 | 3,4                |
| 28/01/2011 | 7,4                |
| 30/01/2011 | 0,8                |
| 13/02/2011 | 2,2                |
| 14/02/2011 | 0,8                |
| 15/02/2011 | 3,8                |
| 16/02/2011 | 4                  |
| 17/02/2011 | 2,6                |
| 18/02/2011 | 0,2                |
| 19/02/2011 | 6,6                |
| 20/02/2011 | 0,4                |
| 04/03/2011 | 8,2                |
| 05/03/2011 | 1,2                |
| 08/03/2011 | 0,4                |
| 11/03/2011 | 5                  |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 12/03/2011 | 4,6                |
| 13/03/2011 | 1                  |
| 14/03/2011 | 2                  |
| 15/03/2011 | 0,6                |
| 16/03/2011 | 5,2                |
| 17/03/2011 | 0,2                |
| 22/03/2011 | 0,2                |
| 23/03/2011 | 0,2                |
| 24/03/2011 | 2,6                |
| 25/03/2011 | 1,2                |
| 26/03/2011 | 1,6                |
| 27/03/2011 | 9,8                |
| 03/04/2011 | 4,2                |
| 19/04/2011 | 3,4                |
| 20/04/2011 | 1,4                |
| 21/04/2011 | 13                 |
| 22/04/2011 | 12,4               |
| 23/04/2011 | 3                  |
| 29/04/2011 | 6,4                |
| 30/04/2011 | 2,2                |
| 01/05/2011 | 0,2                |
| 02/05/2011 | 1                  |
| 03/05/2011 | 0,2                |
| 07/05/2011 | 20,8               |
| 13/05/2011 | 0,6                |
| 14/05/2011 | 4,6                |
| 26/05/2011 | 18,4               |
| 27/05/2011 | 17                 |
| 30/05/2011 | 34,4               |
| 06/06/2011 | 9,8                |
| 07/06/2011 | 11,6               |
| 29/06/2011 | 0,2                |
| 03/07/2011 | 0,2                |
| 12/07/2011 | 0,4                |
| 12/08/2011 | 2,2                |
| 13/08/2011 | 0,6                |
| 18/08/2011 | 1,2                |
| 21/08/2011 | 0,2                |
| 01/09/2011 | 1                  |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 02/09/2011 | 0,2                |
| 03/09/2011 | 1,6                |
| 24/10/2011 | 3,2                |
| 25/10/2011 | 0,2                |
| 27/10/2011 | 28,6               |
| 28/10/2011 | 0,2                |
| 02/11/2011 | 1,6                |
| 03/11/2011 | 7,8                |
| 04/11/2011 | 20,2               |
| 05/11/2011 | 5,8                |
| 06/11/2011 | 0,4                |
| 10/11/2011 | 0,4                |
| 14/11/2011 | 5,6                |
| 15/11/2011 | 0,2                |
| 18/11/2011 | 0,8                |
| 19/11/2011 | 0,4                |
| 20/11/2011 | 2,6                |
| 22/11/2011 | 4,8                |
| 23/11/2011 | 0,4                |
| 02/12/2011 | 4                  |
| 10/12/2011 | 0,2                |
| 11/12/2011 | 0,4                |
| 16/12/2011 | 1                  |
| 15/01/2012 | 0,8                |
| 16/01/2012 | 4,6                |
| 01/02/2012 | 0,2                |
| 02/02/2012 | 0,4                |
| 02/03/2012 | 0,2                |
| 21/03/2012 | 5,6                |
| 01/04/2012 | 0,4                |
| 03/04/2012 | 9                  |
| 04/04/2012 | 4,2                |
| 05/04/2012 | 11,8               |
| 06/04/2012 | 4,2                |
| 10/04/2012 | 1,2                |
| 12/04/2012 | 4,2                |
| 14/04/2012 | 3                  |
| 15/04/2012 | 0,2                |
| 19/04/2012 | 3,6                |



**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 21/04/2012 | 0,2                |
| 26/04/2012 | 1                  |
| 27/04/2012 | 0,4                |
| 28/04/2012 | 6,2                |
| 29/04/2012 | 7,6                |
| 30/04/2012 | 2                  |
| 01/05/2012 | 4,8                |
| 03/05/2012 | 1,4                |
| 04/05/2012 | 14,2               |
| 05/05/2012 | 5,8                |
| 06/05/2012 | 1,8                |
| 08/05/2012 | 1                  |
| 19/05/2012 | 0,6                |
| 20/05/2012 | 7                  |
| 19/06/2012 | 5                  |
| 26/07/2012 | 3,2                |
| 27/07/2012 | 1,4                |
| 23/08/2012 | 0,2                |
| 23/09/2012 | 4,6                |
| 26/09/2012 | 12,2               |
| 28/09/2012 | 20,6               |
| 29/09/2012 | 4,6                |
| 13/10/2012 | 1,2                |
| 14/10/2012 | 0,8                |
| 15/10/2012 | 0,2                |
| 19/10/2012 | 19,8               |
| 20/10/2012 | 2,4                |
| 21/10/2012 | 7,4                |
| 24/10/2012 | 3                  |
| 25/10/2012 | 0,6                |
| 26/10/2012 | 1                  |
| 27/10/2012 | 0,4                |
| 30/10/2012 | 9,6                |
| 03/11/2012 | 10                 |
| 04/11/2012 | 14,6               |
| 07/11/2012 | 0,8                |
| 08/11/2012 | 9,4                |
| 09/11/2012 | 1                  |
| 10/11/2012 | 1,2                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 11/11/2012 | 0,4                |
| 17/11/2012 | 2                  |
| 26/11/2012 | 7,2                |
| 13/12/2012 | 0,2                |
| 14/12/2012 | 2                  |
| 15/12/2012 | 1,8                |
| 19/12/2012 | 0,2                |
| 25/12/2012 | 5,8                |
| 26/12/2012 | 0,2                |
| 31/12/2012 | 0,8                |
| 01/01/2013 | 0,4                |
| 12/01/2013 | 1,224              |
| 13/01/2013 | 2                  |
| 16/01/2013 | 3,8                |
| 18/01/2013 | 0,4                |
| 19/01/2013 | 7,8                |
| 20/01/2013 | 0,8                |
| 21/01/2013 | 0,2                |
| 22/01/2013 | 4,8                |
| 23/01/2013 | 0,4                |
| 24/01/2013 | 0,38               |
| 27/01/2013 | 2,2                |
| 02/02/2013 | 0,6                |
| 10/02/2013 | 2,6                |
| 11/02/2013 | 0,2                |
| 18/02/2013 | 1,4                |
| 20/02/2013 | 0,2                |
| 21/02/2013 | 0,8                |
| 22/02/2013 | 4,8                |
| 23/02/2013 | 1,4                |
| 28/02/2013 | 0,2                |
| 04/03/2013 | 5,2                |
| 05/03/2013 | 6                  |
| 06/03/2013 | 0,2                |
| 07/03/2013 | 12,342             |
| 08/03/2013 | 11,2               |
| 09/03/2013 | 6,8                |
| 10/03/2013 | 1,6                |
| 11/03/2013 | 5,2                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 16/03/2013 | 0,2                |
| 17/03/2013 | 6,6                |
| 19/03/2013 | 3,4                |
| 20/03/2013 | 0,2                |
| 22/03/2013 | 0,6                |
| 23/03/2013 | 0,4                |
| 24/03/2013 | 3,6                |
| 25/03/2013 | 2,8                |
| 26/03/2013 | 6,4                |
| 27/03/2013 | 5,2                |
| 28/03/2013 | 0,2                |
| 29/03/2013 | 6,2                |
| 31/03/2013 | 5                  |
| 01/04/2013 | 2,4                |
| 03/04/2013 | 7,8                |
| 04/04/2013 | 1,6                |
| 05/04/2013 | 2,2                |
| 08/04/2013 | 0,4                |
| 26/04/2013 | 0,2                |
| 27/04/2013 | 9,2                |
| 29/04/2013 | 5,4                |
| 30/04/2013 | 0,2                |
| 01/05/2013 | 0,2                |
| 10/05/2013 | 0,2                |
| 14/05/2013 | 5,6                |
| 15/05/2013 | 7,2                |
| 17/05/2013 | 8,4                |
| 18/05/2013 | 5                  |
| 19/05/2013 | 2,2                |
| 20/05/2013 | 0,6                |
| 26/05/2013 | 0,6                |
| 29/05/2013 | 8,4                |
| 30/05/2013 | 1,2                |
| 07/06/2013 | 2                  |
| 08/06/2013 | 0,2                |
| 10/06/2013 | 0,6                |
| 20/06/2013 | 0,6                |
| 21/06/2013 | 1,2                |
| 20/07/2013 | 1,4                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 21/07/2013 | 1,8                |
| 22/07/2013 | 0,2                |
| 12/08/2013 | 1                  |
| 06/09/2013 | 1                  |
| 08/09/2013 | 2,6                |
| 11/09/2013 | 2,6                |
| 28/09/2013 | 6,408              |
| 29/09/2013 | 0,062              |
| 30/09/2013 | 1,083              |
| 01/10/2013 | 0,938              |
| 03/10/2013 | 2,824              |
| 04/10/2013 | 8,81               |
| 19/10/2013 | 3,8                |
| 20/10/2013 | 0,2                |
| 22/10/2013 | 6,6                |
| 23/10/2013 | 0,4                |
| 24/10/2013 | 2,4                |
| 25/10/2013 | 16,8               |
| 26/10/2013 | 4,6                |
| 07/11/2013 | 0,4                |
| 16/11/2013 | 1,2                |
| 17/11/2013 | 13,6               |
| 18/11/2013 | 1,8                |
| 13/12/2013 | 1,8                |
| 18/12/2013 | 0,6                |
| 19/12/2013 | 14                 |
| 20/12/2013 | 0,2                |
| 24/12/2013 | 13,2               |
| 25/12/2013 | 10,6               |
| 26/12/2013 | 0,2                |
| 27/12/2013 | 0,2                |
| 28/12/2013 | 6,6                |
| 31/12/2013 | 0,4                |
| 01/01/2014 | 2,2                |
| 02/01/2014 | 7,4                |
| 03/01/2014 | 6                  |
| 04/01/2014 | 7,8                |
| 05/01/2014 | 0,2                |
| 06/01/2014 | 0,4                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 13/01/2014 | 8,2                |
| 14/01/2014 | 0,4                |
| 15/01/2014 | 0,2                |
| 16/01/2014 | 5,2                |
| 17/01/2014 | 1,8                |
| 18/01/2014 | 9,4                |
| 19/01/2014 | 0,6                |
| 21/01/2014 | 4,4                |
| 22/01/2014 | 4,6                |
| 28/01/2014 | 1,6                |
| 29/01/2014 | 1,2                |
| 01/02/2014 | 0,2                |
| 03/02/2014 | 0,2                |
| 04/02/2014 | 3,4                |
| 05/02/2014 | 2,4                |
| 06/02/2014 | 2,6                |
| 07/02/2014 | 0,8                |
| 08/02/2014 | 1,6                |
| 09/02/2014 | 8,8                |
| 10/02/2014 | 3,6                |
| 11/02/2014 | 10                 |
| 12/02/2014 | 1,2                |
| 13/02/2014 | 0,4                |
| 14/02/2014 | 2,4                |
| 15/02/2014 | 6,4                |
| 16/02/2014 | 0,2                |
| 21/02/2014 | 1,6                |
| 24/02/2014 | 0,2                |
| 26/02/2014 | 0,2                |
| 01/03/2014 | 4,897              |
| 03/03/2014 | 0,2                |
| 20/03/2014 | 1,2                |
| 22/03/2014 | 0,2                |
| 24/03/2014 | 0,2                |
| 25/03/2014 | 0,8                |
| 26/03/2014 | 0,2                |
| 29/03/2014 | 1,2                |
| 30/03/2014 | 0,6                |
| 31/03/2014 | 1                  |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 02/04/2014 | 9,4                |
| 03/04/2014 | 0,6                |
| 21/04/2014 | 14,4               |
| 22/04/2014 | 0,2                |
| 24/04/2014 | 11,8               |
| 26/04/2014 | 0,4                |
| 21/05/2014 | 5,2                |
| 22/05/2014 | 0,8                |
| 23/05/2014 | 0,4                |
| 28/05/2014 | 2,2                |
| 11/06/2014 | 1,8                |
| 12/06/2014 | 3,2                |
| 24/06/2014 | 2,6                |
| 25/06/2014 | 0,2                |
| 26/06/2014 | 0,8                |
| 02/07/2014 | 1                  |
| 03/07/2014 | 10,6               |
| 06/07/2014 | 2,2                |
| 18/08/2014 | 0,8                |
| 11/09/2014 | 11                 |
| 15/09/2014 | 3,4                |
| 18/09/2014 | 1,4                |
| 19/09/2014 | 1,2                |
| 22/09/2014 | 6,8                |
| 24/09/2014 | 0,2                |
| 28/09/2014 | 0,8                |
| 03/10/2014 | 1,4                |
| 09/10/2014 | 20,2               |
| 10/10/2014 | 27,6               |
| 11/10/2014 | 13,8               |
| 12/10/2014 | 1,4                |
| 13/10/2014 | 5,8                |
| 14/10/2014 | 16,2               |
| 15/10/2014 | 0,2                |
| 02/11/2014 | 0,6                |
| 03/11/2014 | 8,2                |
| 04/11/2014 | 12,2               |
| 07/11/2014 | 0,6                |
| 08/11/2014 | 0,4                |



**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 10/11/2014 | 0,4                |
| 11/11/2014 | 18,4               |
| 12/11/2014 | 0,2                |
| 14/11/2014 | 5,4                |
| 15/11/2014 | 0,6                |
| 16/11/2014 | 0,2                |
| 23/11/2014 | 0,2                |
| 25/11/2014 | 6,2                |
| 26/11/2014 | 3,2                |
| 27/11/2014 | 0,2                |
| 28/11/2014 | 24                 |
| 29/11/2014 | 4,2                |
| 30/11/2014 | 0,6                |
| 13/12/2014 | 4,8                |
| 14/12/2014 | 10,4               |
| 15/12/2014 | 0,2                |
| 28/12/2014 | 0,2                |
| 01/01/2016 | 1,8                |
| 02/01/2016 | 0,2                |
| 03/01/2016 | 1,4                |
| 04/01/2016 | 11,2               |
| 05/01/2016 | 0,2                |
| 06/01/2016 | 0,4                |
| 08/01/2016 | 0,6                |
| 09/01/2016 | 4,8                |
| 10/01/2016 | 5,2                |
| 11/01/2016 | 9,2                |
| 14/01/2016 | 2,2                |
| 15/01/2016 | 1,2                |
| 28/01/2016 | 2,4                |
| 29/01/2016 | 1,2                |
| 30/01/2016 | 0,2                |
| 07/02/2016 | 10,6               |
| 11/02/2016 | 0,4                |
| 12/02/2016 | 11,2               |
| 13/02/2016 | 2,8                |
| 14/02/2016 | 0,2                |
| 15/02/2016 | 0,2                |
| 18/02/2016 | 1,6                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 24/02/2016 | 3,2                |
| 26/02/2016 | 4,6                |
| 27/02/2016 | 2,2                |
| 28/02/2016 | 0,2                |
| 04/03/2016 | 1,4                |
| 05/03/2016 | 0,4                |
| 06/03/2016 | 0,2                |
| 07/03/2016 | 5,6                |
| 18/03/2016 | 0,4                |
| 19/03/2016 | 20,37              |
| 20/03/2016 | 0,126              |
| 21/03/2016 | 5,877              |
| 22/03/2016 | 2,973              |
| 27/03/2016 | 0,2                |
| 31/03/2016 | 0,4                |
| 03/04/2016 | 0,8                |
| 04/04/2016 | 22                 |
| 05/04/2016 | 1                  |
| 10/04/2016 | 3,6                |
| 11/04/2016 | 4,4                |
| 12/04/2016 | 6,6                |
| 13/04/2016 | 2,2                |
| 15/04/2016 | 0,8                |
| 16/04/2016 | 16,2               |
| 19/04/2016 | 5,6                |
| 20/04/2016 | 27,4               |
| 21/04/2016 | 2,4                |
| 22/04/2016 | 3,4                |
| 23/04/2016 | 3,4                |
| 24/04/2016 | 0,2                |
| 28/04/2016 | 0,4                |
| 29/04/2016 | 4                  |
| 30/04/2016 | 0,6                |
| 06/05/2016 | 4,69               |
| 07/05/2016 | 3,643              |
| 08/05/2016 | 12,214             |
| 09/05/2016 | 14,19              |
| 10/05/2016 | 2,4                |
| 11/05/2016 | 3,8                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 12/05/2016 | 1,8                |
| 13/05/2016 | 1,8                |
| 22/05/2016 | 5,8                |
| 28/05/2016 | 5,6                |
| 29/05/2016 | 3,2                |
| 30/05/2016 | 0,6                |
| 04/06/2016 | 1,2                |
| 06/07/2016 | 11,2               |
| 07/07/2016 | 3,8                |
| 08/07/2016 | 0,2                |
| 13/09/2016 | 10,6               |
| 14/09/2016 | 4,8                |
| 12/10/2016 | 13,4               |
| 13/10/2016 | 7,8                |
| 14/10/2016 | 0,4                |
| 17/10/2016 | 0,4                |
| 18/10/2016 | 3,8                |
| 19/10/2016 | 6                  |
| 22/10/2016 | 9,6                |
| 23/10/2016 | 8,2                |
| 24/10/2016 | 2,2                |

**LISTADO PRECIPITACIONES  
2003-2017**

| Fecha      | Precipitación (mm) |
|------------|--------------------|
| 04/11/2016 | 11,4               |
| 05/11/2016 | 13,6               |
| 06/11/2016 | 0,6                |
| 20/11/2016 | 11,4               |
| 21/11/2016 | 4,4                |
| 22/11/2016 | 2,8                |
| 23/11/2016 | 9,2                |
| 24/11/2016 | 4                  |
| 25/11/2016 | 2,4                |
| 26/11/2016 | 2,8                |
| 27/11/2016 | 1,2                |
| 29/11/2016 | 0,4                |
| 03/12/2016 | 0,2                |
| 04/12/2016 | 6,8                |
| 05/12/2016 | 0,2                |
| 15/12/2016 | 0,2                |
| 16/12/2016 | 2,8                |
| 27/01/2017 | 12,2               |
| 28/01/2017 | 0,2                |
| 30/01/2017 | 0,2                |

## ANEJO Nº06. CÁLCULOS ESTRUCTURALES



## ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| <b>ANEJO Nº06. CÁLCULOS ESTRUCTURALES</b>                | <b>1</b> |
| 1.- MUROS TDUS   | 3        |
| 1.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS PROYECTADOS               | 3        |
| 1.2.- CÁLCULO DEL MURO                                   | 3        |
| 1.2.1.- ACCIONES CONSIDERADAS                            | 3        |
| 1.2.2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO                      | 4        |
| 1.2.3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES                | 4        |
| 1.2.4.- CÁLCULOS   | 5        |
| 1.3.- RESUMEN DE RESULTADOS                              | 7        |
| 1.4.- CONDICIONES DE CIMENTACIÓN                         | 8        |
| 2.- CASETA DE CONTROL DE TDUS                            | 9        |
| 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CASETA          | 9        |
| 2.2.- CÁLCULO DEL MURO                                   | 9        |
| 2.2.1.- ACCIONES CONSIDERADAS                            | 9        |
| 2.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES                | 10       |
| 2.2.3.- CÁLCULOS   | 11       |
| 3.- CÁMARAS DE AFORO                                     | 13       |
| 3.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS CÁMARAS DE AFORO                | 13       |
| 3.2.- CÁLCULO DE LAS CÁMARAS                             | 13       |
| 3.2.1.- ACCIONES CONSIDERADAS                            | 13       |
| 3.2.2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO                      | 14       |
| 3.2.3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES                | 14       |
| 3.2.4.- CÁLCULOS   | 15       |
| 3.3.- PROCESO DE CÁLCULO                                 | 16       |
| <br>APENDICES:   |          |
| APENDICE 1: LISTADO DEL MURO TIPO ZANJA DRENANTE 1 (ZD1) | 24       |
| APENDICE 2: LISTADO DEL MURO TIPO ZANJA DRENANTE 2 (ZD2) | 25       |
| APENDICE 3: LISTADO DEL MURO TIPO GREEN ROOFS (GR)       | 26       |
| APENDICE 4: LISTADO DEL MURO TIPO FIRME POROSO (FP)      | 27       |

## 1.- MUROS TDUS

### 1.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS PROYECTADOS

Para resolver los recintos de las TDUS, se disponen pequeños muros convencionales de hormigón armado en L, unidos a la solera o bien cimentados con una zapata de compensación. De acuerdo a los requerimientos de diseño se han proyectado los siguientes tipos:

- Tipo Balsa Drenante 1: Correspondiente a una balsa de 3,0m de ancho por 8,0m de largo, y una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 2,0m, que se cierra con solera inferior, al disponer de un dren de fondo. Todos los espesores son de 0,20m.
- Tipo Balsa Drenante 2: Cuyo objeto es similar al anterior, pero sin solera. En este caso, que es más exigente estructuralmente, se dispone una zapata hacia el lado exterior, con un ancho total de 1,40m. En este caso el alzado es de 1,60m de alto y 0,25m de espesor.
- Tipo Balsa Green Roof: Similar a la primera pero con una altura de alzado reducida a 1,30m.
- Tipo Balsa Pavimento Poroso: Sin solera. se dispone una zapata hacia el lado exterior, con un ancho total de 1,00m. En este caso el alzado es de 0,75m de alto y 0,20m de espesor.

### 1.2.- CÁLCULO DEL MURO

#### 1.2.1.- Acciones consideradas

Para este caso se han considerado las siguientes acciones:

- Peso propio del muro y la zapata, considerando su sección y una densidad del hormigón de 25 kN/m<sup>2</sup> (Acción permanente de valor constante).
- Acción de las tierras del trasdós (Acción permanente de valor no constante), considerando su peso actuando sobre el tacón de trasdós, de acuerdo a una densidad aparente de 18 kN/m<sup>3</sup>, como presión vertical; y el empuje de tierras concomitante con el coeficiente de empuje activo, en una situaciones:
  - Permanente: Para un terreno granular tipo grava o gravilla de  $\Phi=32^\circ$  y cohesión nula, sin considerar fricción muro terreno.
- Sobrecarga de uso sobre el trasdós: 4 kN/m<sup>2</sup>, supuesta indefinida.

Estas acciones se combinan para las comprobaciones tipo GEO respecto a la combinación característica, de acuerdo a lo establecido en la Guía de Cimentaciones de Obras de Carreteras” (MF 2004).

Para las comprobaciones estructurales establecidas en EHE-08, se aplica de forma simplificada un coeficiente de mayoración de acciones uniforme de  $\gamma_d = 1,5$  en situación persistente y  $\gamma_d = 1,0$  para situación sísmica, sobre la combinación característica anterior.

### 1.2.2.- Características del terreno

Los criterios para determinar los empujes sobre los muros parten de los siguientes parámetros.

- Densidad del relleno (kN/m<sup>3</sup>): 18,0
- Ángulo rozamiento del relleno ( $\Phi$ ): 32°
- Rozamiento muro - terreno ( $\delta$ ): 0°
- Tensión admisible terreno < 100 kPa

Con los siguientes coeficientes de empuje:

- Empuje activo  $K_h / K_v$  persistente : 0,307 / 0,00

Que se deducen de la fórmula de Mononobe - Okabe.

### 1.2.3.- Características de los materiales

De acuerdo a la tipología de materiales para Hormigón Armado según EHE-08

- HORMIGÓN EN CIMIENTOS: Tipo HA-25/P/20/IIa
  - Consistencia plástica
  - Tamaño máximo del árido 20 mm
  - Obra en contacto con el terreno, sin agresividad química
  - Contenido mínimo de cemento 275 kg/m<sup>3</sup>.
  - Relación máxima a/c 0,60.
  - $f_{ck} > 25$  Mpa en probeta cilíndrica a 28 días.
  - Coeficiente minoración en ELU  $\gamma_c = 1,5$
  - Nivel de control: Estadístico
- ACERO PASIVO: Tipo B 500 S
  - $F_{yk} > 500$  Mpa.
  - Coeficiente minoración en ELU  $\gamma_s = 1,15$
- RECUBRIMIENTO (según tablas 37.2.4.1 a y b):
  - Vida útil 50 años
  - Tipos de cemento usuales para hormigón armado
  - Nominal 30 mm + Accidental 5mm



#### 1.2.4.- Cálculos

Los cálculos se realizan sobre un formato informatizado de hoja de cálculo tipo EXCEL. Se han definido las tres secciones tipo de muro descritas, que afectan tanto a la cimentación como a las acciones sobre el alzado inferior.

A continuación se explica su contenido:

##### A) Datos geométricos

Se definen los datos característicos de la sección transversal, tal como claramente se especifica en la hoja. Para ello se define un muro tipo en L, cuyas magnitudes principales son las siguientes:

- Altura del alzado: Entre terreno de relleno en su trasdós y cara superior de zapata.
- Espesores del alzado en coronación y en arranque.
- Anchos de tacón de trasdós e intradós.
- Cantos de zapata en sus extremos, pudiendo ser diferentes.

##### B) Datos del relleno de trasdós y coeficientes de empuje

- Ángulo de rozamiento interno del relleno ( $\Phi$ )
- Rozamiento suelo – muro ( $\delta$ )
- Pendiente del relleno de trasdós si existe ( $\beta$ )
- Densidad del relleno ( $\gamma_{ap}$ )
- Sobrecarga de coronación del muro ( $q$ )
- Aceleración sísmica básica ( $a_b$ ), % de  $g$ , si es preciso.

Con ello se calcula por la fórmula de Mononobe – Okabe los coeficientes de empuje activo horizontal y vertical.

##### C) Establecimiento de Acciones

El cálculo se realiza efectuando el balance y la composición de fuerzas y momentos en el centro de la zapata, por ml de muro. Para ello se calculan las acciones individuales, repartidas entre estabilizadoras y volcadoras, de las siguientes hipótesis:

- Peso del alzado del muro.
- Peso de la zapata
- Acciones en coronación.
- Peso del relleno del trasdós.
- Empuje horizontal del relleno del trasdós.
- Componente vertical del anterior empuje.
- Empuje del agua si procede.

##### D) Composición de solicitaciones

Se calcula la composición de solicitaciones en pie de muro y fondo de cimiento. Con ello conseguimos comprobar la seguridad a deslizamiento, a vuelco y la tensión transmitida al

terreno, debiendo encajarse estos resultados dentro de los márgenes admisibles con una excentricidad de la reacción inferior al cuarto del ancho. De acuerdo a los criterios de seguridad para los diversos modos de fallo establecidos en la Guía de Cimentaciones, se da por válida la solución cuando:

- Coef. de seguridad al vuelco rígido (combinación característica) > 1,80
- Coef. de seguridad deslizamiento (combinación característica) > 1,30
- Excentricidad relativa (B / Exc) < 4,0
- Presión admisible (característica / sísmica) en kPa < 100

#### E) Cálculo de los armados

- **ALZADO:** Con los datos anteriores se calculan las solicitaciones sobre el alzado del muro, (arranque, alzado y coronación), calculando el armado necesario, y comprobando la seguridad a cortante. Se comprueban los criterios de cuantía mínima mecánica (0,04  $U_c$ ) y geométrica (3,2 por mil horizontal, 1 por mil vertical). Asimismo se verifica el cumplimiento del ELS fisuración.
- **ZAPATA:** Se aplica el criterio de diseño del Art. 59.4.1 de EHE, basado en el establecimiento de bielas, para el cálculo de la armadura transversal, si es el caso de zapata rígida, o bien Art. 59.4.2, para zapatas flexibles como es nuestro caso. Para ello se localiza en la puntera de la zapata la máxima reacción total del terreno, y la posición de su resultante en relación al eje del muro. La armadura longitudinal se calcula con criterios de disposición de cuantía mínima (0,9 por mil y por cara).

### 1.3.- RESUMEN DE RESULTADOS

Se resumen a continuación los valores más representativos de los cálculos de muros efectuados:

| RESUMEN              | TIPO ZD-1 | TIPO ZD-2 | TIPO GR | TIPO PP |
|----------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| $F_v =$              | 4.65      | 2.51      | 9.17    | 4.82    |
| $F_d =$              | 2.25      | 1.33      | 3.11    | 2.27    |
| $B / EXC =$          | 8.27      | 10.44     | 14.52   | 504.97  |
| $\Sigma COB (KPA) =$ | 56.2      | 21.20     | 34.18   | 11.29   |
| $M, K (MKN) =$       | 9.8       | 5.3       | 3.06    | 0.73    |
| $V, K (KN) =$        | 13.5      | 9.0       | 6.27    | 2.48    |

2 Siendo:

$F_v$  = Coeficiente de seguridad al vuelco rígido.

$F_d$  = Coeficiente de seguridad al deslizamiento (\*).

$B / Exc$  = Excentricidad relativa de la reacción respecto al ancho de la zapata.

$M, k$  = Flector en la base del muro.

$V, k$  = Cortante en la base del muro.



- 3 (\*) *En el caso de las TDUS con solera, se ha supuesto una anchura de la zapata correspondiente a medio ancho, a efectos de gestión de los resultados. Sin embargo este tipo de muro no pueden fallar por deslizamiento.*

#### 1.4.- CONDICIONES DE CIMIENTACIÓN

Tal como se observa las presiones transmitidas al cimiento son muy bajas en todos los casos. Sin embargo es preciso señalar que, de acuerdo a la información geotécnica existente de la EDAR –INTEINCO (Abril 2013), se detecta la presencia de suelos edáficos de hasta 1,0m de espesor, totalmente inapropiados para el apoyo de cualquier tipo de obra de fábrica, incluso de pequeña entidad. Por dicha razón es preciso efectuar una sustitución de terreno, hasta alcanzar los suelos naturales de arcillas y limos arenosos, y rellenar hasta cota de fondo de solera, con suelos de préstamos de tipo adecuados según PG-3, compactados al 95% del PM en un espesor mínimo de 30 cm.

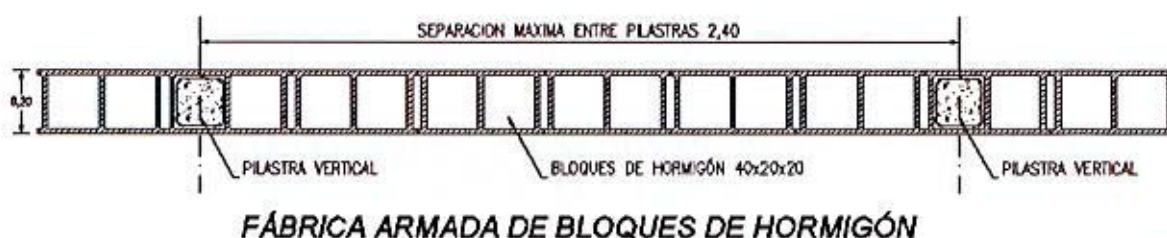
Así mismo bajo toda estructuras se extiende una capa de 10 cm de espesor de un hormigón de limpieza de  $f_{ck} = 150 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.- CASETA DE CONTROL DE TDUS

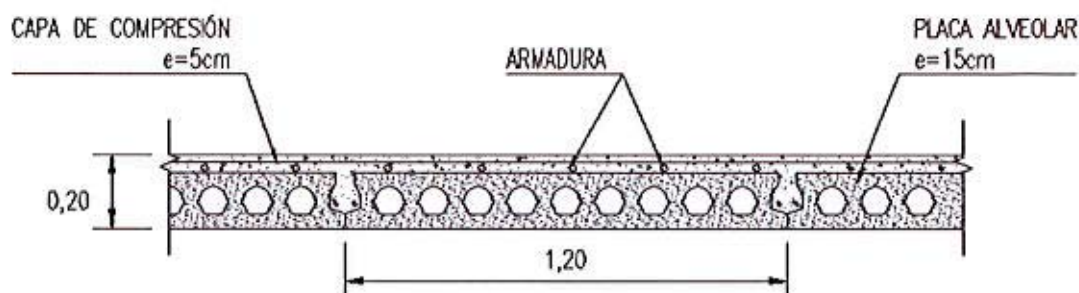
### 2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CASETA

La caseta de instalaciones tiene planta rectangular, con unas dimensiones exteriores de 3,00 x 2,00 metros, y una altura total de 2,80 metros. La cimentación de la caseta se resuelve con una zapata continua de hormigón armado bajo los muros perimetrales, de 30x30 centímetros de sección, apoyada directamente sobre el terreno, a través de una capa de hormigón de limpieza y saneo. Interiormente se dispone una solera de hormigón armado de 15 centímetros de espesor, bajo la que se extiende un enchachado de piedra.

Los muros perimetrales de la caseta están constituidos por fábricas de bloque de hormigón de 20 centímetros de espesor total, ejecutado con piezas de dimensiones 39x39x19 centímetros. Con el fin de aumentar la ductilidad de la fábrica, así como su resistencia ante esfuerzos horizontales, se dispondrán en el interior de la fábrica pilastras verticales de hormigón armado separadas entre sí un máximo de 2,00 metros.



El forjado de cubierta de la caseta está constituido por placas alveolares de hormigón armado prefabricado, de 15 centímetros de espesor y 60 centímetros de anchura; sobre las que se extenderá una capa de compresión de hormigón armado de 5 centímetros. El canto total del forjado de cubierta será por tanto de 20 centímetros.



### FORJADO LOSA ALVEOLAR PREFABRICADA 15+5 Cm.

## 2.2.- CÁLCULO DEL MURO

### 2.2.1.- Acciones consideradas

Para el cálculo de las solicitaciones actuantes sobre la estructura de la caseta se han considerado las siguientes acciones:

- *Cargas permanentes:*

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Peso propio fábrica bloques (h=2,60m): | 5,20 kN/m               |
| Peso propio hormigón armado:           | 25,00 kN/m <sup>3</sup> |
| Peso propio forjado alveolar (e=20cm): | 3,85 kN/m <sup>2</sup>  |
| Carga permanente (acabado cubierta):   | 1,00 kN/m <sup>2</sup>  |
| Carga permanente (acabado solera):     | 1,00 kN/m <sup>2</sup>  |

- *Sobrecargas:*

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Sobrecarga de uso sobre solera:       | 5,00 kN/m <sup>2</sup> |
| Sobrecarga de mantenimiento cubierta: | 1,00 kN/m <sup>2</sup> |
| Sobrecarga de nieve:                  | 0,60 kN/m <sup>2</sup> |
| Presión máxima del viento:            | 0,90 kN/m <sup>2</sup> |

Características del terreno

- Densidad del relleno (kN/m<sup>3</sup>): 18,0
- Ángulo rozamiento del relleno ( $\Phi$ ): 32°
- Rozamiento muro - terreno ( $\delta$ ): 0°
- Tensión admisible terreno < 100 kPa

**2.2.2.- Características de los materiales**

De acuerdo a la tipología de materiales para Hormigón Armado según EHE-08

- **HORMIGÓN EN CIMIENTOS:** Tipo HA-25/P/20/IIa
  - Consistencia plástica
  - Tamaño máximo del árido 20 mm
  - Obra en contacto con el terreno, sin agresividad química
  - Contenido mínimo de cemento 275 kg/m<sup>3</sup>.
  - Relación máxima a/c 0,60.
  - $f_{ck} > 25$  Mpa en probeta cilíndrica a 28 días.
  - Coeficiente minoración en ELU  $\gamma_c = 1,5$
  - Nivel de control: Estadístico
- **ACERO PASIVO:** Tipo B 500 S



- $F_{yk} > 500 \text{ Mpa.}$
- Coeficiente minoración en ELU  $\gamma_s = 1,15$
- RECUBRIMIENTO (según tablas 37.2.4.1 a y b):
  - Vida útil 50 años
  - Tipos de cemento usuales para hormigón armado
  - Nominal 30 mm + Accidental 5mm
- FORJADO DE PLACAS ALVEOLARES:
  - Dimensiones: 60 x 15 cms.
  - Hormigón en placa: HP-40 ( $f_{ck} > 40 \text{ N/mm}^2$ )
  - Hormigón in situ: HA-25 ( $f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ ).
  - Rigidez total: 17.893 KNm<sup>2</sup>/m.
  - Momento último: 120,87 mKN (máximo).
  - Cortante último: 255,13 KN/m (máximo).
- FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN):
  - Tipo de bloque: BHH 39x19x19
  - Resistencia bloque:  $>7,00 \text{ N/mm}^2$
  - Mortero: M-5 ( $f_m > 5,00 \text{ N/mm}^2$ )
  - Resistencia característica a compresión:  $f_{dm}=2,00 \text{ N/mm}^2$
  - Resistencia característica a flexión:  $f_{xk1}=0,10 \text{ N/mm}^2$
  - Resistencia característica a corte puro:  $f_{dm}=0,20 \text{ N/mm}^2$
  - Armaduras corrugadas: B-500 S ( $f_{yk} > 500 \text{ N/mm}^2$ ).
  - Hormigón para armar: HA-25 ( $f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ ).

### 2.2.3.- Cálculos

Con ayuda de un programa informático de cálculo de estructuras, se ha modelizado completamente la estructura de la caseta de instalaciones y de sus elementos de cimentación. Antes de iniciar el cálculo se reparten las cargas actuantes mencionadas en el apartado 4.3 de la presente memoria, por hipótesis sobre los diferentes elementos estructurales que conforman la caseta.

El cálculo de todos los elementos estructurales se ha realizado mediante el programa de cálculo TRICALC v.8.0. Este programa permite realizar el cálculo de estructuras tridimensionales, considerando la interacción entre todos los elementos que las conforman.

Las acciones actuantes sobre la estructura de los forjados se ponderan con los coeficientes de mayoración establecidos por el Código Técnico de la Edificación, constituyendo las diferentes hipótesis de cálculo:

|                                    |                |      |
|------------------------------------|----------------|------|
| – <u>Cargas permanentes:</u>       | Hipótesis 0:   | 1,35 |
| – <u>Cargas variables:</u>         | Hipótesis 1:   | 1,50 |
| – <u>Cargas de viento o nieve:</u> | Hipótesis 2/3: | 1,50 |

El peso propio y las cargas permanentes actúan en todo momento sobre la estructura de la caseta, y constituyen el estado de carga denominado 0.

Las cargas variables, así como las acciones de viento y nieve, constituyen los estados de carga denominado 1, 2 y 3; estas cargas pueden ser concomitantes entre sí, o con las anteriores.

La estructura se calcula considerando las distintas combinaciones de los estados de carga posible, con el fin de obtener todas las combinaciones que resulten pésimas para la estructura.

### 3.- CÁMARAS DE AFORO

#### 3.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS CÁMARAS DE AFORO

Para resolver la estructura de las cámaras de aforo, se disponen muros perimetrales de contención, de hormigón armado, unidos en su base a una losa de cimentación. De acuerdo a los requerimientos de diseño se han proyectado los siguientes tipos:

- Cámara de aforo tipo 1: Correspondiente a una Cámara de 2,8m de anchura máxima y 1,8 de mínima; con una longitud total de 6,05m, y una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 3,0m, que se cimenta sobre una losa inferior de 0,30m de canto.
- Cámara de aforo tipo 2: Correspondiente a una Cámara de 2,6m de anchura máxima y 1,6 de mínima; con una longitud total de 5,95m, y una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 3,0m, que se cimenta sobre una losa inferior de 0,30m de canto.
- Cámara de aforo tipo 3: Correspondiente a una Cámara de planta rectangular, de dimensiones 2,9 x 2,1 m; con una altura máxima de alzado –a efectos de cálculo- de 3,0m, que se cimenta sobre una losa inferior de 0,30m de canto.

#### 3.2.- CÁLCULO DE LAS CÁMARAS

##### 3.2.1.- Acciones consideradas

Para este caso se han considerado las siguientes acciones:

- Peso propio del muro y la zapata, considerando su sección y una densidad del hormigón de 25 kN/m<sup>2</sup> (Acción permanente de valor constante).
- Acción de las tierras del trasdós (Acción permanente de valor no constante), considerando su peso actuando sobre el tacón de trasdós, de acuerdo a una densidad aparente de 18 kN/m<sup>3</sup>, como presión vertical; y el empuje de tierras concomitante con el coeficiente de empuje activo, en una situaciones:
  - Permanente: Para un terreno granular tipo grava o gravilla de  $\Phi=32^\circ$  y cohesión nula, sin considerar fricción muro terreno.
- Sobrecarga de uso sobre el trasdós: 4 kN/m<sup>2</sup>, supuesta indefinida.
- Subpresiones: Según el estudio geotécnico de Inteico, el nivel freático se sitúa a una profundidad mínima de 3,00 metros respecto de la rasante del terreno. Esta cota es prácticamente la misma que la cota de apoyo de la cimentación de los vertederos (aproximadamente la -3,40), por lo que la subpresión sería mínima. En cualquier caso, de existir esta subpresión, su valor sería mucho menor que el peso propio la estructura de los vertederos, por lo que sus efectos serían nulos.



Estas acciones se combinan para las comprobaciones tipo GEO respecto a la combinación característica, de acuerdo a lo establecido en la Guía de Cimentaciones de Obras de Carreteras" (MF 2004).

Para las comprobaciones estructurales establecidas en EHE-08, se aplica de forma simplificada un coeficiente de mayoración de acciones uniforme de  $\gamma_d = 1,5$  en situación persistente y  $\gamma_d = 1,0$  para situación sísmica, sobre la combinación característica anterior.

### 3.2.2.- Características del terreno

Los criterios para determinar los empujes sobre los muros parten de los siguientes parámetros.

- |  |         |
|--|---------|
| • Densidad del relleno (kN/m <sup>3</sup> ): | 18,0    |
| • Ángulo rozamiento del relleno ( $\Phi$ ):  | 32°     |
| • Rozamiento muro - terreno ( $\delta$ ):    | 0°      |
| • Tensión admisible terreno <                | 100 kPa |

Con los siguientes coeficientes de empuje:

- |   |              |
|---|--------------|
| • Empuje activo $K_h / K_v$ persistente : | 0,307 / 0,00 |
|---|--------------|

Que se deducen de la fórmula de Mononobe - Okabe.

### 3.2.3.- Características de los materiales

De acuerdo a la tipología de materiales para Hormigón Armado según EHE-08

- HORMIGÓN EN CIMIENTOS: Tipo HA-30/P/20/IIa
  - Consistencia plástica
  - Tamaño máximo del árido 20 mm
  - Obra en contacto con el terreno, sin agresividad química
  - Contenido mínimo de cemento 275 kg/m<sup>3</sup>.
  - Relación máxima a/c 0,60.
  - $f_{ck} > 30$  Mpa en probeta cilíndrica a 28 días.
  - Coeficiente minoración en ELU  $\gamma_c = 1,5$
  - Nivel de control: Estadístico
- ACERO PASIVO: Tipo B 500 S
  - $f_{yk} > 500$  Mpa.
  - Coeficiente minoración en ELU  $\gamma_s = 1,15$
- RECUBRIMIENTO (según tablas 37.2.4.1 a y b):
  - Vida útil 50 años
  - Tipos de cemento usuales para hormigón armado

- Nominal 30 mm + Accidental 5mm

### 3.2.4.- Cálculos

Los cálculos se realizan sobre un formato informatizado de hoja de cálculo tipo EXCEL. Se han definido las secciones tipo de muro y cimentación descritas anteriormente, que afectan tanto a la cimentación como a las acciones sobre el alzado inferior.

A continuación se explica su contenido:

#### A) Datos geométricos

Se definen los datos característicos de la sección transversal, tal como claramente se especifica en la hoja. Para ello se define un muro tipo en L, cuyas magnitudes principales son las siguientes:

- Altura del alzado: Entre terreno de relleno en su trasdós y cara superior de zapata.
- Espesores del alzado en coronación y en arranque.
- Anchos de tacón de trasdós e intradós.
- Cantos de zapata en sus extremos, pudiendo ser diferentes.

#### B) Datos del relleno de trasdós y coeficientes de empuje

- Ángulo de rozamiento interno del relleno ( $\Phi$ )
- Rozamiento suelo – muro ( $\delta$ )
- Pendiente del relleno de trasdós si existe ( $\beta$ )
- Densidad del relleno ( $\gamma_{ap}$ )
- Sobrecarga de coronación del muro ( $q$ )
- Aceleración sísmica básica ( $a_b$ ), % de  $g$ , si es preciso.

Con ello se calcula por la fórmula de Mononobe – Okabe los coeficientes de empuje activo horizontal y vertical.

#### C) Establecimiento de Acciones

El cálculo se realiza efectuando el balance y la composición de fuerzas y momentos en el centro de la zapata, por ml de muro. Para ello se calculan las acciones individuales, repartidas entre estabilizadoras y volcadoras, de las siguientes hipótesis:

- Peso del alzado del muro.
- Peso de la zapata
- Acciones en coronación.
- Peso del relleno del trasdós.
- Empuje horizontal del relleno del trasdós.
- Componente vertical del anterior empuje.
- Empuje del agua si procede.

#### D) Composición de solicitaciones

Se calcula la composición de solicitaciones en pie de muro y fondo de cimiento. Con ello conseguimos comprobar la seguridad a deslizamiento, a vuelco y la tensión transmitida al terreno, debiendo encajarse estos resultados dentro de los márgenes admisibles con una excentricidad de la reacción inferior al cuarto del ancho. De acuerdo a los criterios de



seguridad para los diversos modos de fallo establecidos en la Guía de Cimentaciones, se da por válida la solución cuando:

- Coef. de seguridad al vuelco rígido (combinación característica)  $> 1,80$
- Coef. de seguridad deslizamiento (combinación característica)  $> 1,30$
- Excentricidad relativa ( $B / Exc$ )  $< 4,0$
- Presión admisible (característica / sísmica) en kPa  $< 100$

#### E) Cálculo de los armados

- **ALZADO:** Con los datos anteriores se calculan las solicitaciones sobre el alzado del muro, (arranque, alzado y coronación), calculando el armado necesario, y comprobando la seguridad a cortante. Se comprueban los criterios de cuantía mínima mecánica (0,04  $U_c$ ) y geométrica (3,2 por mil horizontal, 1 por mil vertical). Asimismo se verifica el cumplimiento del ELS fisuración.
- **ZAPATA:** Se aplica el criterio de diseño del Art. 59.4.1 de EHE, basado en el establecimiento de bielas, para el cálculo de la armadura transversal, si es el caso de zapata rígida, o bien Art. 59.4.2, para zapatas flexibles como es nuestro caso. Para ello se localiza en la puntera de la zapata la máxima reacción total del terreno, y la posición de su resultante en relación al eje del muro. La armadura longitudinal se calcula con criterios de disposición de cuantía mínima (0,9 por mil y por cara).

### 3.3.- PROCESO DE CÁLCULO

#### Cálculo de cámaras de aforo (muro perimetral $h = 3,00$ mts)

##### Comprobaciones geotécnicas

| Geometría    |      |   |
|--------------|------|---|
| Hm (m) =     | 3,00 | Altura del alzado desde la solera       |
| Em (m) =     | 0,30 | Espesor muro en coronación              |
| T,tr (H/V) = | 0,00 | Talud de trasdós del alzado             |
| T,in (H/V) = | 0,00 | Talud de intradós del alzado            |
| B,in (m) =   | 1,00 | Tacón de intradós de muro               |
| B,tr (m) =   | 0,00 | Tacón de trasdós de muro                |
| Z,in (m) =   | 0,30 | Canto extremo intradós                  |
| Z,tr (m) =   | 0,30 | Canto extremo de trasdós $\geq Z,in$    |
| B (m) =      | 1,30 | Ancho de la solera                      |
| Exc,m (m) =  | 0,00 | Exc eje muro base - eje muro coronación |
| Exc,mz (m) = | 0,50 | Exc solera - eje muro coronación        |
| E,tr (m) =   | 0,00 | Sobrespesor muro lado trasdós           |
| E,in (m) =   | 0,00 | Sobrespesor muro lado intradós          |
| E,inf (m) =  | 0,30 | Espesor muro en arranque                |

| Datos del terreno               |       |                                |
|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) = | 18,00 | Densidad relleno trasdós       |
| $q_0$ (kN/m <sup>2</sup> ) =    | 4,00  | Sobrecarga plataforma superior |
| $i$ (° / rad) =                 | 0,00  | 0,00 Pendiente terreno trasdós |
| $\beta$ (° / rad) =             | 0,00  | 0,00 Talud trasdós de muro     |
| $\delta$ (° / rad) =            | 0,00  | 0,00 Rozamiento muro-terreno   |
| $\Phi$ (° / rad) =              | 32,00 | 0,56 Ángulo Rozamiento Interno |



|                       |      |      |                     |
|-----------------------|------|------|---------------------|
| $K_h = A_c/g$         | 0,00 | 0,00 | Aceleración sísmica |
| $\theta (^{\circ}) =$ | 0,00 | 0,00 | Arc Tang $K_h$      |

|  |       |                           |  |
|--|-------|---------------------------|--|
| Coeficientes empuje activo: Formula Mononobe-Okabe |       |                           |  |
| $K_a =$  | 0,307 | Coeficiente empuje activo |  |
| $K_{ah} =$   | 0,307 | Coef empuje horizontal    |  |
| $K_{av} =$   | 0,000 | Coef empuje vertical      |  |

Acciones de peso propio por ml

| Elemento      | Pp (kN) | CDG (m) | M.po (mkN) |
|---------------|---------|---------|------------|
| Muro tr tras  | 0,00    | -0,150  | 0,00       |
| Muro tr intra | 0,00    | 0,150   | 0,00       |
| Muro Recto    | 22,50   | 0,000   | 0,00       |
| Alzado total  | 22,50   | 0,000   | 0,00       |
| Encepado      | 9,75    | 0,500   | -4,88      |
| Relleno Tras  | 0,00    | -0,150  | 0,00       |

Acciones de empuje del terreno

| Presiones   | $\sigma_x$ (Kpa) | $\tau$ (Kpa) |
|-------------|------------------|--------------|
| Coronación  | 1,23             | 0,00         |
| Pie muro    | 17,82            | 0,00         |
| Base encep. | 19,48            | 0,00         |

|                                      |       |        |                       |
|--------------------------------------|-------|--------|-----------------------|
| Resultante empujes sobre alzado muro |       |        |                       |
| $F_x / M,m =$                        | 28,58 | -30,42 | Horizontal sobre muro |
| $F_y / M,m =$                        | 0,00  | 0,00   | Vertical sobre muro   |

|   |      |       |                             |
|---|------|-------|-----------------------------|
| Resultante empujes sobre canto solera (0 = No) >> |      |       | 1                           |
| Horizontal sobre canto solera                     |      |       |                             |
| $F_x / M,z =$                                     | 5,60 | -0,85 |                             |
| $F_y / M,z =$                                     | 0,00 | 0,00  | Vertical sobre canto solera |

Composición de solicitaciones

|             | $F_x$ (kN/m) | $F_y$ (kN/m) | $M$ (mkN/m) |                           |
|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------|
| Coronación  | 1,50         | 0,00         | 0,00        | Acciones exteriores       |
| Pie de muro | 30,08        | 22,50        | -30,42      | Resultante en pie de muro |
| Base encep. | 35,67        | 32,25        | -29,04      | Resultante base solera    |

Comprobación al vuelco rígido respecto a la puntera

|             |         |   |    |
|-------------|---------|---|----|
| $F_v >$     | 1,80    | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $D_p$ (m) = | 1,15    | Distancia puntera a eje de referencia               |    |
| $M_{est} =$ | 32,21   | Momento estabilizador acciones de peso propio       |    |
| $M_{vol} =$ | -39,83  | Momento estabilizador acciones de empujes terreno   |    |
| $F_v =$     | No      |   |    |
|             | procede | Coeficiente de seguridad al vuelco                  | OK |

Comprobación al deslizamiento por la base de la zapata

|                  |               |   |    |
|------------------|---------------|---|----|
| $F, d >$         | 1,30          | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $\alpha$ (rad) = | 0,00          | Inclinación cimiento zapata                         |    |
| $F_{y,zap}$ =    | 32,25         | Resultante vertical en base de zapata               |    |
| $F_{x,zap}$ =    | 35,67         | Resultante horizontal en base de zapata             |    |
| $F, d$ =         | No<br>procede | Coeficiente de seguridad al deslizamiento           | OK |

Comprobación de presión en  
cimientos

|                      |               |   |    |
|----------------------|---------------|---|----|
| $B / Exc >$          | 4,00          | Excentricidad relativa máxima admisible       |    |
| $\sigma_{con}$ (kPa) |               |   |    |
| $<$                  | 200,00        | Tensión admisible en cimientos                |    |
| $Exc$ (m) =          | 0,90          | Excentricidad respecto al centro de la zapata |    |
| $B / Exc$ =          | No<br>procede | Excentricidad relativa                        | OK |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) |               |   |    |
| $=$                  | -64,36        | Tensión de área cobaricéntrica                | OK |

Cálculo de Armados

| Materiales y coeficientes de ponderación |        |   |
|--|--------|---|
| $F_{ck}$ (MPa) =                         | 30,00  | Resistencia característica del hormigón   |
| $F_{yk}$ (MPa) =                         | 510,00 | Resistencia característica de la armadura |
| $\gamma_G$ (*) =                         | 1,50   | Coeficiente mayoración acciones           |
| $\gamma_c$ =                             | 1,50   | Coeficiente minoración hormigón           |
| $\gamma_s$ =                             | 1,15   | Coeficiente minoración acero              |
| $r$ (m) =                                | 0,045  | Recubrimiento mecánico                    |

Armado del muro

|   |      |
|---|------|
| Cuantía mínima geométrica vertical (/mil por cara) >>   | 0,90 |
| Cuantía mínima geométrica horizontal (/mil por cara) >> | 1,60 |

| Solicitaciones |       |       |                  |              |          |          |
|----------------|-------|-------|------------------|--------------|----------|----------|
| Y (m)          | C (m) | D (m) | $\sigma_h$ (kPa) | Vk<br>(kN/m) | Mk (mKN) | Uo(kN/m) |
| 0,00           | 0,30  | 0,255 | 1,2              | 1,5          | 0,0      | 5100,0   |
| 3,00           | 0,30  | 0,255 | 17,8             | 30,1         | 34,9     | 5100,0   |

| Cálculo del armado vertical<br>trasdós |      |      |          |      |      |       |
|--|------|------|----------|------|------|-------|
| Y (m)                                  | As1  | As21 | $\alpha$ | As22 | As3  | As,vt |
| 0,00                                   | 0,00 | 4,60 | 1,50     | 0,00 | 2,70 | 2,70  |
| 3,00                                   | 4,73 | 4,60 | 1,06     | 5,03 | 2,70 | 4,73  |

| Armadura real vertical<br>trasdós |        |      |       | Armadura real vertical<br>intradós |        |      |       |
|-----------------------------------|--------|------|-------|------------------------------------|--------|------|-------|
| N                                 | $\Phi$ | As,r | Check | N                                  | $\Phi$ | As,r | Check |



|   |    |      |    |   |    |      |    |
|---|----|------|----|---|----|------|----|
| 4 | 16 | 8,04 | OK | 4 | 12 | 4,52 | OK |
| 4 | 16 | 8,04 | OK | 4 | 12 | 4,52 | OK |

| Armadura Real horizontal por cara |   |        |      |       |  |
|-----------------------------------|---|--------|------|-------|--|
| Ash                               | N | $\Phi$ | As,r | Check |  |
| 4,80                              | 5 | 12     | 5,65 | OK    |  |
| 4,80                              | 5 | 12     | 5,65 | OK    |  |

#### Comprobación cortante

|                     |       |  |
|---------------------|-------|--|
| $\xi =$             | 1,230 | Epsilon                                  |
| $\rho_1 =$          | 0,003 | Cuantía geométrica armadura longitudinal |
| $V_{cu}$ (kN) =     | 79,64 | Contribución del hormigón                |
| $V_{u2,min}$ (kN) = | 77,83 | Cortante resistido mínimo                |
| $V_{su}$ (kN) =     | 0,00  | Se dispone:                              |
| $V_{u2}$ (kN) =     | 79,64 | Máximo cortante admisible Art. 44.2.3.2  |
| $V_d$ (kN) =        | 45,11 | Cortante mayorado OK                     |

#### Armado de la cimentación

|  |        |   |
|--|--------|---|
| $C$ (m) =                                      | 0,30   | Canto de la zapata  |
| $D$ (m) =                                      | 0,25   | Canto útil de la zapata   |
| $B_{in}$ (m) =                                 | 1,00   | Tacón de intradós de muro   |
| $E_{inf}$ (m) =                                | 0,30   | Espesor muro en arranque  |
| $B_{tr}$ (m) =                                 | 0,00   | Tacón de trasdós de muro  |
| $Exc$ (m) =                                    | 0,90   | Excentricidad respecto al centro de la zapata                                 |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) =                         | -64,36 | Tensión de área cobaricéntrica  |
| Armadura tacón intradós (transversal inferior) |        |   |
| $L_1$ (m) =                                    | -0,50  | Área de aplicación de presión<br>Reacción del terreno en el tacón de intradós |
| $R_1$ (kN/ml)                                  | 32,25  |   |
| $X_1$ (ml) =                                   | 1,40   | Brazo mecánico reacción terreno tacón intradós                                |
| $As_1$ (cm <sup>2</sup> ) =                    | 7,70   | Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1  |
| $As_2$ (cm <sup>2</sup> ) =                    | 2,70   | Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil                             |
| Armadura real $\Phi/s$                         | 16     | 0,25 Real >>> 8,04 OK   |
| Armadura tacón trasdós (transversal superior)  |        |   |
| $L_1$ (m) =                                    | 0,00   | Área de aplicación de presión<br>Reacción del terreno en el tacón de trasdós  |
| $R_2$ (kN/ml)                                  | 0,00   |   |
| $X_2$ (ml) =                                   | 0,00   | Brazo mecánico reacción terreno tacón trasdós                                 |
| $R_{2t}$ (kN/ml) =                             | 0,00   | Reacción del relleno del trasdós  |
| $X_t$ (ml) =                                   | 0,15   | Brazo mecánico reacción terreno tacón trasdós                                 |
| $As_1$ (cm <sup>2</sup> ) =                    | 0,00   | Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1  |
| $As_2$ (cm <sup>2</sup> ) =                    | 2,70   | Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil                             |
| Armadura real $\Phi/s$                         | 12     | 0,25 Real >>> 4,52 OK   |
| Armadura tacón intradós (reparto)              |        |   |
| $As_{I1}$ (cm <sup>2</sup> ) =                 | 7,02   | Armadura mínima cuantía mínima geométrica 1.8/mil                             |
| Armadura real $\Phi/N$                         | 12     | 16 Real >>> 18,10 OK  |



Sep =

25 <<< Separación media

### Cálculo de cámaras de aforo (muro perimetral h = 2,00 mts)

#### Comprobaciones geotécnicas

| Geometría    |      |   |
|--------------|------|---|
| Hm (m) =     | 2,00 | Altura del alzado desde la solera       |
| Em (m) =     | 0,30 | Espesor muro en coronación              |
| T,tr (H/V) = | 0,00 | Talud de trasdós del alzado             |
| T,in (H/V) = | 0,00 | Talud de intradós del alzado            |
| B,in (m) =   | 1,00 | Tacón de intradós de muro               |
| B,tr (m) =   | 0,00 | Tacón de trasdós de muro                |
| Z,in (m) =   | 0,30 | Canto extremo intradós                  |
| Z,tr (m) =   | 0,30 | Canto extremo de trasdós $\geq Z,in$    |
| B (m) =      | 1,30 | Ancho de la solera                      |
| Exc,m (m) =  | 0,00 | Exc eje muro base - eje muro coronación |
| Exc,mz (m) = | 0,50 | Exc solera - eje muro coronación        |
| E,tr (m) =   | 0,00 | Sobrespesor muro lado trasdós           |
| E,in (m) =   | 0,00 | Sobrespesor muro lado intradós          |
| E,inf (m) =  | 0,30 | Espesor muro en arranque                |

| Datos del terreno               |       |                                |
|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) = | 18,00 | Densidad relleno trasdós       |
| $q_0$ (kN/m <sup>2</sup> ) =    | 4,00  | Sobrecarga plataforma superior |
| $i$ (° / rad) =                 | 0,00  | 0,00 Pendiente terreno trasdós |
| $\beta$ (° / rad) =             | 0,00  | 0,00 Talud trasdós de muro     |
| $\delta$ (° / rad) =            | 0,00  | 0,00 Rozamiento muro-terreno   |
| $\Phi$ (° / rad) =              | 32,00 | 0,56 Ángulo Rozamiento Interno |
| $K_h = A_c/g$                   | 0,00  | 0,00 Aceleración sísmica       |
| $\theta$ (°) =                  | 0,00  | 0,00 Arc Tang $K_h$            |

| Coeficientes empuje activo: Formula Mononobe-Okabe |       |                           |
|--|-------|---------------------------|
| Cálculos parciales                                 |       |                           |
| A1 =   | 0,72  |                           |
| A2 =   | 1,00  |                           |
| A3 =   | 0,28  |                           |
| A4 =   | 1,00  |                           |
| A5 =   | 0,00  |                           |
| Coeficientes empuje                                |       |                           |
| $K_a$ =  | 0,307 | Coeficiente empuje activo |
| $K_{ah}$ =   | 0,307 | Coef empuje horizontal    |
| $K_{av}$ =   | 0,000 | Coef empuje vertical      |

#### Acciones de peso propio por ml

| Elemento      | Pp (kN) | CDG (m) | M,po (mkN) |
|---------------|---------|---------|------------|
| Muro tr tras  | 0,00    | -0,150  | 0,00       |
| Muro tr intra | 0,00    | 0,150   | 0,00       |
| Muro Recto    | 15,00   | 0,000   | 0,00       |

|              |       |        |       |
|--------------|-------|--------|-------|
| Alzado total | 15,00 | 0,000  | 0,00  |
| Encepado     | 9,75  | 0,500  | -4,88 |
| Relleno Tras | 0,00  | -0,150 | 0,00  |

#### Acciones de empuje del terreno

| Presiones   | $\sigma_x$ (Kpa) | $\tau$ (Kpa) |
|-------------|------------------|--------------|
| Coronación  | 1,23             | 0,00         |
| Pie muro    | 12,29            | 0,00         |
| Base encep. | 13,95            | 0,00         |

#### Resultante empujes sobre alzado muro

|                |       |       |                       |
|----------------|-------|-------|-----------------------|
| $F_x / M, m =$ | 13,52 | -9,83 | Horizontal sobre muro |
| $F_y / M, m =$ | 0,00  | 0,00  | Vertical sobre muro   |

#### Resultante empujes sobre canto solera (0 = No) >>

|                |      |       |                               |
|----------------|------|-------|-------------------------------|
| $F_x / M, z =$ | 3,94 | -0,60 | Horizontal sobre canto solera |
| $F_y / M, z =$ | 0,00 | 0,00  | Vertical sobre canto solera   |

#### Composición de solicitaciones

|             | $F_x$ (kN/m) | $F_y$ (kN/m) | $M$ (mkN/m) |                           |
|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------|
| Coronación  | 1,50         | 0,00         | 0,00        | Acciones exteriores       |
| Pie de muro | 15,02        | 15,00        | -9,83       | Resultante en pie de muro |
| Base encep. | 18,96        | 24,75        | -7,44       | Resultante base solera    |

#### Comprobación al vuelco rígido respecto a la puntera

|              |            |   |    |
|--------------|------------|---|----|
| $F, v >$     | 1,80       | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $D, p$ (m) = | 1,15       | Distancia puntera a eje de referencia               |    |
| $M, est =$   | 23,59      | Momento estabilizador acciones de peso propio       |    |
| $M, vol =$   | -14,48     | Momento estabilizador acciones de empujes terreno   |    |
| $F, v =$     | No procede | Coeficiente de seguridad al vuelco                  | OK |

#### Comprobación al deslizamiento por la base de la zapata

|                  |            |   |    |
|------------------|------------|---|----|
| $F, d >$         | 1,30       | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $\alpha$ (rad) = | 0,00       | Inclinación cimiento zapata                         |    |
| $F_y, zap =$     | 24,75      | Resultante vertical en base de zapata               |    |
| $F_x, zap =$     | 18,96      | Resultante horizontal en base de zapata             |    |
| $F, d =$         | No procede | Coeficiente de seguridad al deslizamiento           | OK |

#### Comprobación de presión en cimientos

|                       |        |   |    |
|-----------------------|--------|---|----|
| $B / Exc >$           | 4,00   | Excentricidad relativa máxima admisible       |    |
| $\sigma, con$ (kPa) < | 200,00 | Tensión admisible en cimientos                |    |
| $Exc$ (m) =           | 0,30   | Excentricidad respecto al centro de la zapata |    |
| $B / Exc =$           | 4,32   | Excentricidad relativa                        | OK |
| $\sigma, cob$ (kPa) = | 35,42  | Tensión de área cobaricéntrica                | OK |



### Cálculo de Armados

| Materiales y coeficientes de ponderación |        |   |
|--|--------|---|
| Fck (mPa) =                              | 30,00  | Resistencia característica del hormigón   |
| Fyk (mPa) =                              | 510,00 | Resistencia característica de la armadura |
| $\gamma_G$ (*) =                         | 1,50   | Coefficiente mayoración acciones          |
| $\gamma_c$ =                             | 1,50   | Coefficiente minoración hormigón          |
| $\gamma_s$ =                             | 1,15   | Coefficiente minoración acero             |
| r (m) =                                  | 0,045  | Recubrimiento mecánico                    |

### Armado del muro

Cuantía mínima geométrica vertical (/mil por cara) >> 0,90

Cuantía mínima geométrica horizontal (/milpor cara) >> 1,60

| Solicitaciones |       |       |                  |           |          |          |
|----------------|-------|-------|------------------|-----------|----------|----------|
| Y (m)          | C (m) | D (m) | $\sigma_h$ (kPa) | Vk (kN/m) | Mk (mKN) | Uo(kN/m) |
| 0,00           | 0,30  | 0,255 | 1,2              | 1,5       | 0,0      | 5100,0   |
| 2,00           | 0,30  | 0,255 | 12,3             | 15,0      | 12,8     | 5100,0   |

| Cálculo del armado vertical trasdós |      |      |          |      |      |       |
|-------------------------------------|------|------|----------|------|------|-------|
| Y (m)                               | As1  | As21 | $\alpha$ | As22 | As3  | As,vt |
| 0,00                                | 0,00 | 4,60 | 1,50     | 0,00 | 2,70 | 2,70  |
| 2,00                                | 1,71 | 4,60 | 1,34     | 2,30 | 2,70 | 2,70  |

| Armadura real vertical trasdós |        |      |       | Armadura real vertical intradós |        |      |       | 50% As3 |
|--------------------------------|--------|------|-------|---------------------------------|--------|------|-------|---------|
| N                              | $\Phi$ | As,r | Check | N                               | $\Phi$ | As,r | Check |         |
| 4                              | 12     | 4,52 | OK    | 4                               | 12     | 4,52 | OK    |         |
| 4                              | 12     | 4,52 | OK    | 4                               | 12     | 4,52 | OK    |         |

| Armadura Real horizontal por cara |   |        |      |       |  |
|-----------------------------------|---|--------|------|-------|--|
| Ash                               | N | $\Phi$ | As,r | Check |  |
| 4,80                              | 5 | 12     | 5,65 | OK    |  |
| 4,80                              | 5 | 12     | 5,65 | OK    |  |

### Comprobación cortante

$\xi$  = 1,230 Epsilon  
 $\rho_1$  = 0,002 Cuantía geométrica armadura longitudinal  
 $V_{cu}$  (kN) = 65,74 Contribución del hormigón  
 $V_{u2,min}$  (kN) = 77,83 Cortante resistido mínimo  
 $V_{su}$  (kN) = 0,00 Se dispone:  
 $V_{u2}$  (kN) = 77,83 Máximo cortante admisible Art. 44.2.3.2



Vd (kN) = 22,53 Cortante mayorado OK

Armado de la zapata

C (m) = 0,30 Canto de la zapata  
Canto útil de la  
D (m) = 0,25 zapata  
B,in (m) = 1,00 Tacón de intradós de muro  
E,inf (m) = 0,30 Espesor muro en arranque  
B,tr (m) = 0,00 Tacón de trasdós de muro  
Exc (m) = 0,30 Excentricidad respecto al centro de la zapata  
 $\sigma_{cob}$  (kPa) = 35,42 Tensión de área cobaricéntrica

Armadura tacón intradós (transversal inferior)

L1 (m) = 0,70 Área de aplicación de presión  
Reacción del terreno en el tacón de  
R1 (kN/ml) 24,75 intradós  
X1 (ml) = 0,80 Brazo mecánico reacción terreno tacón intradós  
As1 (cm2) = 3,23 Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1  
As2 (cm2) = 2,70 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil

Armadura real  $\Phi/s$  12 0,25 Real >>> 4,52 OK

Armadura tacón trasdós (transversal superior)

L1 (m) = 0,00 Área de aplicación de presión  
Reacción del terreno en el tacón de  
R2 (kN/ml) 0,00 trasdós  
X2 (ml) = 0,00 Brazo mecánico reacción terreno tacón trasdós  
R2t (kN/ml) = 0,00 Reacción del relleno del trasdós  
Xt (ml) = 0,15 Brazo mecánico reacción terreno tacón trasdós  
As1 (cm2) = 0,00 Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1  
As2 (cm2) = 2,70 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil

Armadura real  $\Phi/s$  12 0,25 Real >>> 4,52 OK

Armadura tacón intradós (reparto)

AsI1 (cm2) = 7,02 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 1.8/mil

Armadura real  $\Phi/N$  12 16 Real >>> 18,10 OK

Sep = 25 <<< Separación media

## APENDICE 1: LISTADO DEL MURO TIPO ZANJA DRENANTE 1 (ZD1)

## Cálculo de muros en L: Balsa Zanja Drenante 1

### Comprobaciones geotécnicas

| Geometría    |       |   |
|--------------|-------|---|
| Hm (m) =     | 2.00  | Altura del alzado desde zapata          |
| Em (m) =     | 0.20  | Espesor muro en coronación              |
| T,tr (H/V) = | 0.00  | Talud de trasdós del alzado             |
| T,in (H/V) = | 0.00  | Talud de intradós del alzado            |
| B,in (m) =   | 0.00  | Tacón de intradós de muro               |
| B,tr (m) =   | 1.50  | Tacón de trasdós de muro                |
| Z,in (m) =   | 0.20  | Canto extremo intradós                  |
| Z,tr (m) =   | 0.20  | Canto extremo de trasdós $\geq Z_{in}$  |
| B (m) =      | 1.70  | Ancho de zapata                         |
| Exc,m (m) =  | 0.00  | Exc eje muro base - eje muro coronación |
| Exc,mz (m) = | -0.75 | Exc zapata - eje muro coronacion        |
| E,tr (m) =   | 0.00  | Sobrespesor muro lado trasdós           |
| E,in (m) =   | 0.00  | Sobrespesor muro lado intradós          |
| E,inf (m) =  | 0.20  | Espesor muro en arranque                |

| Datos del terreno               |       |                                |
|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) = | 18.00 | Densidad relleno trasdós       |
| qo (kN/m <sup>2</sup> ) =       | 4.00  | Sobrecarga plataforma superior |
| i (° / rad) =                   | 0.00  | 0.00 Pendiente terreno trasdós |
| $\beta$ (° / rad) =             | 0.00  | 0.00 Talud trasdós de muro     |
| $\delta$ (° / rad) =            | 0.00  | 0.00 Rozamiento muro-terreno   |
| $\Phi$ (° / rad) =              | 32.00 | 0.56 Ángulo Rozamiento Interno |
| Kh = Ac/g                       | 0.00  | 0.00 Aceleración sísmica       |
| $\theta$ (°) =                  | 0.00  | 0.00 Arc Tang Kh               |

| Coeficientes empuje activo: Formula Mononobe-Okabe |       |                           |
|--|-------|---------------------------|
| Ka =   | 0.307 | Coeficiente empuje activo |
| Kah =  | 0.307 | Coef empuje horizontal    |
| Kav =  | 0.000 | Coef empuje vertical      |

### Acciones de peso propio por ml

| Elemento      | Pp (kN) | CDG (m) | M <sub>po</sub> (mkN) |
|---------------|---------|---------|-----------------------|
| Muro tr tras  | 0.00    | -0.100  | 0.00                  |
| Muro tr intra | 0.00    | 0.100   | 0.00                  |
| Muro Recto    | 10.00   | 0.000   | 0.00                  |
| Alzado total  | 10.00   | 0.000   | 0.00                  |
| Zapata        | 8.50    | -0.750  | 6.38                  |
| Relleno Tras  | 54.00   | -0.850  | 45.90                 |



#### Acciones de empuje del terreno

| Presiones   | $\sigma_x$ (Kpa) | $\tau$ (Kpa) |
|-------------|------------------|--------------|
| Coronación  | 1.23             | 0.00         |
| Pie muro    | 12.29            | 0.00         |
| Base zapata | 13.40            | 0.00         |

|                                      |       |                             |
|--------------------------------------|-------|-----------------------------|
| Resultante empujes sobre alzado muro |       |                             |
| $F_x / M, m =$                       | 13.52 | -9.83 Horizontal sobre muro |
| $F_y / M, m =$                       | 0.00  | 0.00 Vertical sobre muro    |

|  |      |                                  |   |
|--|------|----------------------------------|---|
| Resultante empujes sobre canto de zapata (0 = No) >> |      |                                  | 1 |
| $F_x / M, z =$                                       | 2.57 | -0.26 Horizontal sobre canto zap |   |
| $F_y / M, z =$                                       | 0.00 | 0.00 Vertical sobre canto zap    |   |

#### Composición de solicitaciones

|             | $F_x$ (kN/m) | $F_y$ (kN/m) | $M$ (mkN/m) |                                |
|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------|
| Coronación  | 0.00         | 0.00         | 0.00        | Acciones exteriores barandilla |
| Pie de muro | 13.52        | 10.00        | -9.83       | Resultante en pie de muro      |
| Base zapata | 16.09        | 72.50        | -14.90      | Resultante base de zapata      |

#### Comprobación al vuelco rígido respecto a la puntera

|              |        |   |    |
|--------------|--------|---|----|
| $F, v >$     | 1.80   | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $D, p$ (m) = | 0.10   | Distancia puntera a eje de referencia               |    |
| $M, est =$   | 59.53  | Momento estabilizador acciones de peso propio       |    |
| $M, vol =$   | -12.79 | Momento estabilizador acciones de empujes terreno   |    |
| $F, v =$     | 4.65   | Coeficiente de seguridad al vuelco                  | OK |

#### Comprobación al deslizamiento por la base de la zapata

|                  |       |   |    |
|------------------|-------|---|----|
| $F, d >$         | 1.30  | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $\alpha$ (rad) = | 0.00  | Inclinación cimiento zapata                         |    |
| $F_y, zap =$     | 72.50 | Resultante vertical en base de zapata               |    |
| $F_x, zap =$     | 16.09 | Resultante horizontal en base de zapata             |    |
| $F, d =$         | 2.25  | Coeficiente de seguridad al deslizamiento           | OK |

#### Comprobación de presión en cimientos

|                       |        |   |    |
|-----------------------|--------|---|----|
| $B / Exc >$           | 4.00   | Excentricidad relativa máxima admisible       |    |
| $\sigma, con$ (kPa) < | 200.00 | Tensión admisible en cimientos                |    |
| $Exc$ (m) =           | 0.21   | Excentricidad respecto al centro de la zapata |    |
| $B / Exc =$           | 8.27   | Excentricidad relativa                        | OK |
| $\sigma, cob$ (kPa) = | 56.24  | Tensión de área cobaricéntrica                | OK |

### Armado de la zapata (flexible $F_{ck}=25$ $F_{yk}=500$ )

|                        |  |
|------------------------|--|
| C (m) =                | 0.20 Canto de la zapata                            |
| D (m) =                | 0.15 Canto útil de la zapata                       |
| B <sub>in</sub> (m) =  | 0.00 Tacón de intradós de muro                     |
| E <sub>inf</sub> (m) = | 0.20 Espesor muro en arranque                      |
| B <sub>tr</sub> (m) =  | 1.50 Tacón de trasdós de muro                      |
| Exc (m) =              | 0.21 Excentricidad respecto al centro de la zapata |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 56.24 Tensión de área cobaricéntrica               |

#### Armadura tacón intradós (transversal inferior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L (m) =                  | 0.00 Luz de cálculo de esfuerzos                       |
| Md (mkN/ml) =            | 0.00 Flector positivo en puntera                       |
| Uo (kN/m) =              | 2450.00 Capacidad mecánica sección hormigón            |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.00 Armadura necesaria flexión                        |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 1.80 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

|                        |    |      |          |      |    |
|------------------------|----|------|----------|------|----|
| Armadura real $\Phi/s$ | 10 | 0.20 | Real >>> | 3.93 | OK |
|------------------------|----|------|----------|------|----|

#### Comprobación a cortante

|             |  |
|-------------|--|
| L (m) =     | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) = | 0.0 Cortante en sección 2                        |
| $\xi$ =     | 2.166 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =  | 0.003 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =  | 72.0 Contribución del hormigón                   |

|                |      |                           |    |
|----------------|------|---------------------------|----|
| Vu2,min (kN) = | 95.7 | Cortante resistido mínimo | OK |
|----------------|------|---------------------------|----|

#### Armadura tacón trasdós (transversal superior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L <sub>cim</sub> (m) =   | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento            |
| R2t (kN/ml) =            | 0.0 Reacción del relleno del trasdós                   |
| Md (mkN/ml) =            | 0.0 Flector negativo en tacón de trasdós               |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.00 Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1            |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 3.60 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

|                        |    |      |          |      |    |
|------------------------|----|------|----------|------|----|
| Armadura real $\Phi/s$ | 12 | 0.20 | Real >>> | 5.65 | OK |
|------------------------|----|------|----------|------|----|

#### Comprobación a cortante

|                        |  |
|------------------------|--|
| L <sub>cim</sub> (m) = | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) =            | 0.0 Cortante en sección 2                        |
| $\xi$ =                | 1.759 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =             | 0.002 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =             | 117.0 Contribución del hormigón                  |

|                |       |                           |    |
|----------------|-------|---------------------------|----|
| Vu2,min (kN) = | 165.3 | Cortante resistido mínimo | OK |
|----------------|-------|---------------------------|----|

#### Armadura tacón intradós (reparto)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 6.12 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 1.8/mil |
|--------------------------|--|

|                        |    |    |          |       |    |
|------------------------|----|----|----------|-------|----|
| Armadura real $\Phi/N$ | 12 | 19 | Real >>> | 21.49 | OK |
|------------------------|----|----|----------|-------|----|

|            |      |                      |
|------------|------|----------------------|
| Sep (cm) = | 20.0 | <<< Separación media |
|------------|------|----------------------|

## APENDICE 2: LISTADO DEL MURO TIPO ZANJA DRENANTE 2 (ZD2)



## Cálculo de muros en L: Balsa Zanja Drenante 2

### Comprobaciones geotécnicas

| Geometría    |      |   |
|--------------|------|---|
| Hm (m) =     | 1.60 | Altura del alzado desde zapata          |
| Em (m) =     | 0.25 | Espesor muro en coronación              |
| T,tr (H/V) = | 0.00 | Talud de trasdós del alzado             |
| T,in (H/V) = | 0.00 | Talud de intradós del alzado            |
| B,in (m) =   | 1.15 | Tacón de intradós de muro               |
| B,tr (m) =   | 0.00 | Tacón de trasdós de muro                |
| Z,in (m) =   | 0.40 | Canto extremo intradós                  |
| Z,tr (m) =   | 0.40 | Canto extremo de trasdós $\geq Z_{in}$  |
| B (m) =      | 1.40 | Ancho de zapata                         |
| Exc,m (m) =  | 0.00 | Exc eje muro base - eje muro coronación |
| Exc,mz (m) = | 0.58 | Exc zapata - eje muro coronacion        |
| E,tr (m) =   | 0.00 | Sobrespesor muro lado trasdós           |
| E,in (m) =   | 0.00 | Sobrespesor muro lado intradós          |
| E,inf (m) =  | 0.25 | Espesor muro en arranque                |

| Datos del terreno               |       |                                |
|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) = | 18.00 | Densidad relleno trasdós       |
| qo (kN/m <sup>2</sup> ) =       | 4.00  | Sobrecarga plataforma superior |
| i (° / rad) =                   | 0.00  | 0.00 Pendiente terreno trasdós |
| $\beta$ (° / rad) =             | 0.00  | 0.00 Talud trasdós de muro     |
| $\delta$ (° / rad) =            | 0.00  | 0.00 Rozamiento muro-terreno   |
| $\Phi$ (° / rad) =              | 32.00 | 0.56 Ángulo Rozamiento Interno |
| Kh = Ac/g                       | 0.00  | 0.00 Aceleración sísmica       |
| $\theta$ (°) =                  | 0.00  | 0.00 Arc Tang Kh               |

| Coeficientes empuje activo: Formula Mononobe-Okabe |       |                           |
|--|-------|---------------------------|
| Cálculos parciales                                 |       |                           |
| A1 =   | 0.72  |                           |
| A2 =   | 1.00  |                           |
| A3 =   | 0.28  |                           |
| A4 =   | 1.00  |                           |
| A5 =   | 0.00  |                           |
| Coeficientes empuje                                |       |                           |
| Ka =   | 0.307 | Coeficiente empuje activo |
| Kah =  | 0.307 | Coef empuje horizontal    |
| Kav =  | 0.000 | Coef empuje vertical      |

#### Acciones de peso propio por ml

| Elemento      | Pp (kN) | CDG (m) | M,o (mkN) |
|---------------|---------|---------|-----------|
| Muro tr tras  | 0.00    | -0.125  | 0.00      |
| Muro tr intra | 0.00    | 0.125   | 0.00      |
| Muro Recto    | 10.00   | 0.000   | 0.00      |
| Alzado total  | 10.00   | 0.000   | 0.00      |
| Zapata        | 14.00   | 0.575   | -8.05     |
| Relleno Tras  | 0.00    | -0.125  | 0.00      |

#### Acciones de empuje del terreno

| Presiones   | $\sigma_x$ (Kpa) | $\tau$ (Kpa) |
|-------------|------------------|--------------|
| Coronación  | 1.23             | 0.00         |
| Pie muro    | 10.08            | 0.00         |
| Base zapata | 12.29            | 0.00         |

|                                      |      |       |                       |
|--------------------------------------|------|-------|-----------------------|
| Resultante empujes sobre alzado muro |      |       |                       |
| Fx / M,m =                           | 9.05 | -5.35 | Horizontal sobre muro |
| Fy / M,m =                           | 0.00 | 0.00  | Vertical sobre muro   |

|  |      |      |                            |   |
|--|------|------|----------------------------|---|
| Resultante empujes sobre canto de zapata (0 = No) >> |      |      |                            | 0 |
| Fx / M,z =   | 0.00 | 0.00 | Horizontal sobre canto zap |   |
| Fy / M,z =   | 0.00 | 0.00 | Vertical sobre canto zap   |   |

#### Composición de solicitaciones

|             | Fx (kN/m) | Fy (kN/m) | M (mkN/m) |                                |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
| Coronación  | 0.00      | 0.00      | 0.00      | Acciones exteriores barandilla |
| Pie de muro | 9.05      | 10.00     | -5.35     | Resultante en pie de muro      |
| Base zapata | 9.05      | 24.00     | -3.22     | Resultante base de zapata      |

#### Comprobación al vuelco rígido respecto a la puntera

|           |       |   |    |
|-----------|-------|---|----|
| F,v >     | 1.80  | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| D,p (m) = | 1.28  | Distancia puntera a eje de referencia               |    |
| M,est =   | 22.55 | Momento estabilizador acciones de peso propio       |    |
| M,vol =   | -8.97 | Momento estabilizador acciones de empujes terreno   |    |
| F,v =     | 2.51  | Coeficiente de seguridad al vuelco                  | OK |

#### Comprobación al deslizamiento por la base de la zapata

|                  |       |   |    |
|------------------|-------|---|----|
| F,d >            | 1.30  | Coeficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $\alpha$ (rad) = | 0.00  | Inclinación cimiento zapata                         |    |
| Fy,zap =         | 24.00 | Resultante vertical en base de zapata               |    |
| Fx,zap =         | 9.05  | Resultante horizontal en base de zapata             |    |
| F,d =            | 1.33  | Coeficiente de seguridad al deslizamiento           | OK |

#### Comprobación de presión en cimientos

|                        |        |   |    |
|------------------------|--------|---|----|
| B / Exc >              | 4.00   | Excentricidad relativa máxima admisible       |    |
| $\sigma_{con}$ (kPa) < | 200.00 | Tensión admisible en cimientos                |    |
| Exc (m) =              | 0.13   | Excentricidad respecto al centro de la zapata |    |
| B / Exc =              | 10.44  | Excentricidad relativa                        | OK |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 21.20  | Tensión de área cobaricéntrica                | OK |

# **Cálculo de Armados**

|  |  |
|--|--|
| Materiales y coeficientes de ponderación |  |
| Fck (mPa) =                              | 25.00 Resistencia característica del hormigón    |
| Fyk (mPa) =                              | 510.00 Resistencia característica de la armadura |
| γG (*) =                                 | 1.50 Coeficiente mayoración acciones             |
| γc =                                     | 1.50 Coeficiente minoración hormigón             |
| γs =                                     | 1.15 Coeficiente minoración acero                |
| r (m) =                                  | 0.043 Recubrimiento mecánico                     |

## **Armado del muro**

Cuantía mínima geométrica vertical (/mil por cara) >> 0.90  
 Cuantía mínima geométrica horizontal (/milpor cara) >> 1.60

| Solicitaciones<br>Y (m) | Cálculo del armado vertical trasdós |       |          |           |          |                      |        |              |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|-------------------------------------|-------|----------|-----------|----------|----------------------|--------|--------------|------|------|------|------|------|-------|
|                         | C (m)                               | D (m) | σh (kPa) | Vk (kN/m) | Mk (mkN) | Decalada<br>Md (mkN) |        | Uo<br>(kN/m) | As1  | As21 | α    | As22 | As3  | As.vt |
| 0.00                    | 0.25                                | 0.207 | 1.2      | 0.00      | 0.00     | 0.03                 | 3450.0 | 0.00         | 3.11 | 1.50 | 0.00 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.08                    | 0.25                                | 0.207 | 1.7      | 0.12      | 0.00     | 0.07                 | 3450.0 | 0.01         | 3.11 | 1.50 | 0.01 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.16                    | 0.25                                | 0.207 | 2.1      | 0.27      | 0.02     | 0.14                 | 3450.0 | 0.02         | 3.11 | 1.50 | 0.02 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.24                    | 0.25                                | 0.207 | 2.6      | 0.45      | 0.05     | 0.24                 | 3450.0 | 0.03         | 3.11 | 1.50 | 0.04 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.32                    | 0.25                                | 0.207 | 3.0      | 0.68      | 0.09     | 0.37                 | 3450.0 | 0.04         | 3.11 | 1.49 | 0.06 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.40                    | 0.25                                | 0.207 | 3.4      | 0.93      | 0.16     | 0.53                 | 3450.0 | 0.06         | 3.11 | 1.49 | 0.09 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.48                    | 0.25                                | 0.207 | 3.9      | 1.23      | 0.24     | 0.74                 | 3450.0 | 0.08         | 3.11 | 1.49 | 0.12 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.56                    | 0.25                                | 0.207 | 4.3      | 1.56      | 0.35     | 0.99                 | 3450.0 | 0.11         | 3.11 | 1.49 | 0.16 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.64                    | 0.25                                | 0.207 | 4.8      | 1.92      | 0.49     | 1.30                 | 3450.0 | 0.14         | 3.11 | 1.48 | 0.21 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.72                    | 0.25                                | 0.207 | 5.2      | 2.32      | 0.66     | 1.66                 | 3450.0 | 0.18         | 3.11 | 1.48 | 0.27 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.80                    | 0.25                                | 0.207 | 5.7      | 2.75      | 0.87     | 2.07                 | 3450.0 | 0.23         | 3.11 | 1.47 | 0.33 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.88                    | 0.25                                | 0.207 | 6.1      | 3.22      | 1.10     | 2.55                 | 3450.0 | 0.28         | 3.11 | 1.46 | 0.41 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 0.96                    | 0.25                                | 0.207 | 6.5      | 3.73      | 1.38     | 3.10                 | 3450.0 | 0.34         | 3.11 | 1.45 | 0.49 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.04                    | 0.25                                | 0.207 | 7.0      | 4.27      | 1.70     | 3.72                 | 3450.0 | 0.41         | 3.11 | 1.45 | 0.59 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.12                    | 0.25                                | 0.207 | 7.4      | 4.85      | 2.07     | 4.41                 | 3450.0 | 0.48         | 3.11 | 1.44 | 0.69 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.20                    | 0.25                                | 0.207 | 7.9      | 5.46      | 2.48     | 5.18                 | 3450.0 | 0.57         | 3.11 | 1.42 | 0.81 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.28                    | 0.25                                | 0.207 | 8.3      | 6.10      | 2.94     | 6.04                 | 3450.0 | 0.66         | 3.11 | 1.41 | 0.93 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.36                    | 0.25                                | 0.207 | 8.8      | 6.79      | 3.46     | 6.99                 | 3450.0 | 0.76         | 3.11 | 1.40 | 1.07 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.44                    | 0.25                                | 0.207 | 9.2      | 7.50      | 4.03     | 8.02                 | 3450.0 | 0.88         | 3.11 | 1.38 | 1.22 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.52                    | 0.25                                | 0.207 | 9.6      | 8.26      | 4.66     | 8.02                 | 3450.0 | 0.88         | 3.11 | 1.38 | 1.22 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |
| 1.60                    | 0.25                                | 0.207 | 10.1     | 9.05      | 5.35     | 8.02                 | 3450.0 | 0.88         | 3.11 | 1.38 | 1.22 | 2.25 | 2.25 | 2.25  |



| Y (m) | Armadura real vertical trasdós |    |      |       | Armadura real vertical intradós |    |      |       | 50% As3 |      |    |      | Armadura Real horizontal por cara |  |  |  |
|-------|--------------------------------|----|------|-------|---------------------------------|----|------|-------|---------|------|----|------|-----------------------------------|--|--|--|
|       | N                              | Φ  | As,r | Check | N                               | Φ  | As,r | Check | Ash     | N    | Φ  | As,r | Check                             |  |  |  |
| 0.00  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.08  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.16  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.24  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.32  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.40  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.48  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.56  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.64  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.72  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.80  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.88  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 0.96  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.04  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.12  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.20  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.28  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.36  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.44  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.52  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |
| 1.60  | 6.67                           | 10 | 5.24 | OK    | 6.67                            | 10 | 5.24 | OK    | 4.00    | 6.67 | 10 | 5.24 | OK                                |  |  |  |

Comprobación fisuración

$r(m) = 0.04$  Recubrimiento Nominal  
 $\Phi(mm/cm2) = 10$  0.79 Diámetro más frecuente  
 $Fck(Mpa) = 25.00$  Resistencia característica del hormigón  
 $\beta = 1.7$  Parámetro cargas directas  
 $k1 = 0.125$  Tipo de sollicitación  
 $k2 = 1.00$  Coeficiente de repetición  
 $Wk,max = 0.20$  Máxima fisura  
 $Fctm,fl(Mpa) = 3.46$  Resistencia a tracción hormigón

| Y (m) | M+   | As,r +<br>(cm2) | C (m) | N,Φ | d (m) | ρ.o1 + | x<br>(m) | M,fis<br>(mkN) | I,fis<br>(dm4) | Sm<br>(mm) | σ,c<br>(Mpa) | σ,s<br>(Mpa) | σ,sr<br>(Mpa) | εs,m<br>(1e-3) | Check  |
|-------|------|-----------------|-------|-----|-------|--------|----------|----------------|----------------|------------|--------------|--------------|---------------|----------------|--------|
| 0.00  | 0.00 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.00         | 0.00         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.08  | 0.00 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.00         | 0.00         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.16  | 0.02 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.00         | 0.01         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.24  | 0.05 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.00         | 0.02         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.32  | 0.09 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.01         | 0.04         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.40  | 0.16 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.02         | 0.07         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.48  | 0.24 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.02         | 0.12         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.56  | 0.35 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.03         | 0.17         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.64  | 0.49 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.05         | 0.23         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.72  | 0.66 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.06         | 0.31         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.80  | 0.87 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.08         | 0.41         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.88  | 1.10 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.11         | 0.52         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 0.96  | 1.38 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.13         | 0.66         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 1.04  | 1.70 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.16         | 0.81         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 1.12  | 2.07 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.20         | 0.98         | 43.63         | 0.00           | No Fis |
| 1.20  | 2.48 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.24         | 1.18         | 43.63         | 0.01           | No Fis |
| 1.28  | 2.94 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.28         | 1.40         | 43.63         | 0.01           | No Fis |
| 1.36  | 3.46 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.33         | 1.64         | 43.63         | 0.01           | No Fis |
| 1.44  | 4.03 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.39         | 1.91         | 43.63         | 0.01           | No Fis |
| 1.52  | 4.66 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.45         | 2.21         | 43.63         | 0.01           | No Fis |
| 1.60  | 5.35 | 5.2             | 0.25  | 6.7 | 0.210 | 0.0025 | 0.038    | 36.07          | 1.42           | 160        | 0.51         | 2.54         | 43.63         | 0.01           | No Fis |

# Comprobación ELU Cortante

Ctg  $\theta$  = 1.00 Inclinación de bielas  
 $F_{cd}$  (Mpa) = 16.67 Resistencia de cálculo del hormigón  
 $A_{s,F_{yd},min}$  = 0.00 Cuantía mecánica mínima a disponer (si procede)

| Z (m) | V <sub>rd</sub> | A <sub>s,real</sub> | d (m) | $\xi$ | $\rho_1$ | Armadura Transversal |     |                     | A <sub>s,F<sub>yd</sub></sub><br>(kN/m) |     | V <sub>su</sub> (kN) | V <sub>u1</sub> (kN) | V <sub>cu</sub> (kN) | V <sub>u2</sub> (kN) |    |
|-------|-----------------|---------------------|-------|-------|----------|----------------------|-----|---------------------|---|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|
| 0.00  | 0.0             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | $\Phi$               | cer | N <sub>ram/ml</sub> | Sep (m)                                 |     |                      |                      |                      |                      | OK |
| 0.08  | 0.2             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.16  | 0.4             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.24  | 0.7             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.32  | 1.0             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.40  | 1.4             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.48  | 1.8             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.56  | 2.3             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.64  | 2.9             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.72  | 3.5             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.80  | 4.1             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.88  | 4.8             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 0.96  | 5.6             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.04  | 6.4             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.12  | 7.3             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.20  | 8.2             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.28  | 9.2             | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.36  | 10.2            | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.44  | 11.3            | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.52  | 12.4            | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |
| 1.60  | 13.6            | 5.2                 | 0.210 | 1.98  | 0.002    | 0                    |     | 0                   | 0.00                                    | 0.0 | 0.0                  | 1050.0               | 80.1                 | 80.1                 | OK |



Armado de la zapata (flexible  $F_{ck}=25$   $F_{yk}=500$ )

|                        |  |
|------------------------|--|
| C (m) =                | 0.40 Canto de la zapata                            |
| D (m) =                | 0.35 Canto útil de la zapata                       |
| B,in (m) =             | 1.15 Tacón de intradós de muro                     |
| E,inf (m) =            | 0.25 Espesor muro en arranque                      |
| B,tr (m) =             | 0.00 Tacón de trasdós de muro                      |
| Exc (m) =              | 0.13 Excentricidad respecto al centro de la zapata |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 21.20 Tensión de área cobaricéntrica               |

Armadura tacón intradós (transversal inferior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L (m) =                  | 1.19 Luz de cálculo de esfuerzos                       |
| Md (mkN/ml) =            | 22.4 Flector positivo en puntera                       |
| Uo (kN/m) =              | 5783.3 Capacidad mecánica sección hormigón             |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 1.92 Armadura necesaria flexión                        |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 3.60 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

|                        |    |      |          |      |    |
|------------------------|----|------|----------|------|----|
| Armadura real $\Phi/s$ | 12 | 0.20 | Real >>> | 5.65 | OK |
|------------------------|----|------|----------|------|----|

## Comprobación a cortante

|             |  |
|-------------|--|
| L (m) =     | 1.03 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) = | 32.9 Cortante en sección 2                       |
| $\xi$ =     | 1.759 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =  | 0.002 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =  | 117.0 Contribución del hormigón                  |

|                |                                 |    |
|----------------|---------------------------------|----|
| Vu2,min (kN) = | 165.3 Cortante resistido mínimo | OK |
|----------------|---------------------------------|----|

Armadura tacón trasdós (transversal superior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L,cim (m) =              | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento            |
| R2t (kN/ml) =            | 0.0 Reacción del relleno del trasdós                   |
| Md (mkN/ml) =            | 0.0 Flector negativo en tacón de trasdós               |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.00 Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1            |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 3.60 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

|                        |    |      |          |      |    |
|------------------------|----|------|----------|------|----|
| Armadura real $\Phi/s$ | 12 | 0.20 | Real >>> | 5.65 | OK |
|------------------------|----|------|----------|------|----|

## Comprobación a cortante

|             |  |
|-------------|--|
| L,cim (m) = | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) = | 0.0 Cortante en sección 2                        |
| $\xi$ =     | 1.759 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =  | 0.002 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =  | 117.0 Contribución del hormigón                  |

|                |                                 |    |
|----------------|---------------------------------|----|
| Vu2,min (kN) = | 165.3 Cortante resistido mínimo | OK |
|----------------|---------------------------------|----|

Armadura tacón intradós (reparto)

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Asl1 (cm <sup>2</sup> ) = | 10.08 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 1.8/mil |
|---------------------------|---|

|                        |    |    |          |       |    |
|------------------------|----|----|----------|-------|----|
| Armadura real $\Phi/N$ | 10 | 18 | Real >>> | 14.14 | OK |
|------------------------|----|----|----------|-------|----|

|            |                           |
|------------|---------------------------|
| Sep (cm) = | 20.0 <<< Separación media |
|------------|---------------------------|

### APENDICE 3: LISTADO DEL MURO TIPO GREEN ROOFS (GR)

## Cálculo de muros en L: Green Roof

### Comprobaciones geotécnicas

| Geometría    |       |   |
|--------------|-------|---|
| Hm (m) =     | 1.30  | Altura del alzado desde zapata          |
| Em (m) =     | 0.20  | Espesor muro en coronación              |
| T,tr (H/V) = | 0.00  | Talud de trasdós del alzado             |
| T,in (H/V) = | 0.00  | Talud de intradós del alzado            |
| B,in (m) =   | 0.00  | Tacón de intradós de muro               |
| B,tr (m) =   | 1.50  | Tacón de trasdós de muro                |
| Z,in (m) =   | 0.20  | Canto extremo intradós                  |
| Z,tr (m) =   | 0.20  | Canto extremo de trasdós $\geq Z_{in}$  |
| B (m) =      | 1.70  | Ancho de zapata                         |
| Exc,m (m) =  | 0.00  | Exc eje muro base - eje muro coronación |
| Exc,mz (m) = | -0.75 | Exc zapata - eje muro coronación        |
| E,tr (m) =   | 0.00  | Sobrespesor muro lado trasdós           |
| E,in (m) =   | 0.00  | Sobrespesor muro lado intradós          |
| E,inf (m) =  | 0.20  | Espesor muro en arranque                |

| Datos del terreno               |       |                                |
|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) = | 18.00 | Densidad relleno trasdós       |
| qo (kN/m <sup>2</sup> ) =       | 4.00  | Sobrecarga plataforma superior |
| i (° / rad) =                   | 0.00  | 0.00 Pendiente terreno trasdós |
| $\beta$ (° / rad) =             | 0.00  | 0.00 Talud trasdós de muro     |
| $\delta$ (° / rad) =            | 0.00  | 0.00 Rozamiento muro-terreno   |
| $\Phi$ (° / rad) =              | 32.00 | 0.56 Ángulo Rozamiento Interno |
| Kh = Ac/g                       | 0.00  | 0.00 Aceleración sísmica       |
| $\theta$ (°) =                  | 0.00  | 0.00 Arc Tang Kh               |

| Coeficientes empuje activo: Formula Mononobe-Okabe |       |                           |
|--|-------|---------------------------|
| Cálculos parciales                                 |       |                           |
| A1 =   | 0.72  |                           |
| A2 =   | 1.00  |                           |
| A3 =   | 0.28  |                           |
| A4 =   | 1.00  |                           |
| A5 =   | 0.00  |                           |
| Coeficientes empuje                                |       |                           |
| Ka =   | 0.307 | Coeficiente empuje activo |
| Kah =  | 0.307 | Coef empuje horizontal    |
| Kav =  | 0.000 | Coef empuje vertical      |



### Acciones de peso propio por m

| Elemento      | Pp (kN) | CDG (m) | M <sub>po</sub> (mkN) |
|---------------|---------|---------|-----------------------|
| Muro tr tras  | 0.00    | -0.100  | 0.00                  |
| Muro tr intra | 0.00    | 0.100   | 0.00                  |
| Muro Recto    | 6.50    | 0.000   | 0.00                  |
| Alzado total  | 6.50    | 0.000   | 0.00                  |
| Zapata        | 8.50    | -0.750  | 6.38                  |
| Relleno Tras  | 35.10   | -0.850  | 29.84                 |

### Acciones de empuje del terreno

| Presiones   | $\sigma_x$ (Kpa) | $\tau$ (Kpa) |
|-------------|------------------|--------------|
| Coronación  | 1.23             | 0.00         |
| Pie muro    | 8.42             | 0.00         |
| Base zapata | 9.53             | 0.00         |

|                                      |      |       |                       |
|--------------------------------------|------|-------|-----------------------|
| Resultante empujes sobre alzado muro |      |       |                       |
| F <sub>x</sub> / M <sub>m</sub> =    | 6.27 | -3.06 | Horizontal sobre muro |
| F <sub>y</sub> / M <sub>m</sub> =    | 0.00 | 0.00  | Vertical sobre muro   |

|  |      |       |                            |   |
|--|------|-------|----------------------------|---|
| Resultante empujes sobre canto de zapata (0 = No) >> |      |       |                            | 1 |
| F <sub>x</sub> / M <sub>z</sub> =                    | 1.79 | -0.18 | Horizontal sobre canto zap |   |
| F <sub>y</sub> / M <sub>z</sub> =                    | 0.00 | 0.00  | Vertical sobre canto zap   |   |

### Composición de solicitaciones

|             | Fx (kN/m) | Fy (kN/m) | M (mkN/m) |                                |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
| Coronación  | 0.00      | 0.00      | 0.00      | Acciones exteriores barandilla |
| Pie de muro | 6.27      | 6.50      | -3.06     | Resultante en pie de muro      |
| Base zapata | 8.07      | 50.10     | -5.87     | Resultante base de zapata      |

### Comprobación al vuelco rígido respecto a la puntera

|                      |       |  |    |
|----------------------|-------|--|----|
| F <sub>v</sub> >     | 1.80  | Coefficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| D <sub>p</sub> (m) = | 0.10  | Distancia puntera a eje de referencia                |    |
| M <sub>est</sub> =   | 41.22 | Momento estabilizador acciones de peso propio        |    |
| M <sub>vol</sub> =   | -4.50 | Momento estabilizador acciones de empujes terreno    |    |
| F <sub>v</sub> =     | 9.17  | Coefficiente de seguridad al vuelco                  | OK |

### Comprobación al deslizamiento por la base de la zapata

|                      |       |  |    |
|----------------------|-------|--|----|
| F <sub>d</sub> >     | 1.30  | Coefficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $\alpha$ (rad) =     | 0.00  | Inclinación cimiento zapata                          |    |
| F <sub>y,zap</sub> = | 50.10 | Resultante vertical en base de zapata                |    |
| F <sub>x,zap</sub> = | 8.07  | Resultante horizontal en base de zapata              |    |
| F <sub>d</sub> =     | 3.11  | Coefficiente de seguridad al deslizamiento           | OK |

### Comprobación de presión en cimientos

|                        |        |   |    |
|------------------------|--------|---|----|
| B / Exc >              | 4.00   | Excentricidad relativa máxima admisible       |    |
| $\sigma_{con}$ (kPa) < | 200.00 | Tensión admisible en cimientos                |    |
| Exc (m) =              | 0.12   | Excentricidad respecto al centro de la zapata |    |
| B / Exc =              | 14.52  | Excentricidad relativa                        | OK |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 34.18  | Tensión de área cobaricéntrica                | OK |

# **Cálculo de Armados**

| Materiales y coeficientes de ponderación |  |
|--|--|
| Fck (MPa) =                              | 25.00 Resistencia característica del hormigón    |
| Fyk (MPa) =                              | 510.00 Resistencia característica de la armadura |
| γG (*) =                                 | 1.50 Coeficiente mayoración acciones             |
| γc =                                     | 1.50 Coeficiente minoración hormigón             |
| γs =                                     | 1.15 Coeficiente minoración acero                |
| r (m) =                                  | 0.043 Recubrimiento mecánico                     |

## **Armado del muro**

Cuántia mínima geométrica vertical (/mil por cara) >> 0.90

Cuántia mínima geométrica horizontal (/milpor cara) >> 1.60

| Solicitaciones<br>Y (m) | Cálculo del armado vertical trasdós |       |          |           |          |          |  |           |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|-------------------------------------|-------|----------|-----------|----------|----------|--|-----------|------|------|------|------|------|-------|
|                         | C (m)                               | D (m) | ch (kPa) | Vk (kN/m) | Mk (mkN) | Decalada |  | Uo (kN/m) | As1  | As21 | α    | As22 | As3  | As.vt |
| 0.00                    | 0.20                                | 0.157 | 1.2      | 0.0       | 0.0      | 0.02     |  | 2616.7    | 0.00 | 2.36 | 1.50 | 0.00 | 1.80 | 1.80  |
| 0.07                    | 0.20                                | 0.157 | 1.6      | 0.1       | 0.0      | 0.05     |  | 2616.7    | 0.01 | 2.36 | 1.50 | 0.01 | 1.80 | 1.80  |
| 0.13                    | 0.20                                | 0.157 | 1.9      | 0.2       | 0.0      | 0.09     |  | 2616.7    | 0.01 | 2.36 | 1.50 | 0.02 | 1.80 | 1.80  |
| 0.20                    | 0.20                                | 0.157 | 2.3      | 0.3       | 0.0      | 0.14     |  | 2616.7    | 0.02 | 2.36 | 1.50 | 0.03 | 1.80 | 1.80  |
| 0.26                    | 0.20                                | 0.157 | 2.7      | 0.5       | 0.1      | 0.22     |  | 2616.7    | 0.03 | 2.36 | 1.49 | 0.05 | 1.80 | 1.80  |
| 0.33                    | 0.20                                | 0.157 | 3.0      | 0.7       | 0.1      | 0.32     |  | 2616.7    | 0.05 | 2.36 | 1.49 | 0.07 | 1.80 | 1.80  |
| 0.39                    | 0.20                                | 0.157 | 3.4      | 0.9       | 0.1      | 0.44     |  | 2616.7    | 0.06 | 2.36 | 1.49 | 0.09 | 1.80 | 1.80  |
| 0.46                    | 0.20                                | 0.157 | 3.7      | 1.1       | 0.2      | 0.59     |  | 2616.7    | 0.09 | 2.36 | 1.49 | 0.13 | 1.80 | 1.80  |
| 0.52                    | 0.20                                | 0.157 | 4.1      | 1.4       | 0.3      | 0.77     |  | 2616.7    | 0.11 | 2.36 | 1.48 | 0.16 | 1.80 | 1.80  |
| 0.59                    | 0.20                                | 0.157 | 4.5      | 1.7       | 0.4      | 0.98     |  | 2616.7    | 0.14 | 2.36 | 1.48 | 0.21 | 1.80 | 1.80  |
| 0.65                    | 0.20                                | 0.157 | 4.8      | 2.0       | 0.5      | 1.22     |  | 2616.7    | 0.18 | 2.36 | 1.47 | 0.26 | 1.80 | 1.80  |
| 0.72                    | 0.20                                | 0.157 | 5.2      | 2.3       | 0.7      | 1.49     |  | 2616.7    | 0.21 | 2.36 | 1.46 | 0.31 | 1.80 | 1.80  |
| 0.78                    | 0.20                                | 0.157 | 5.5      | 2.6       | 0.8      | 1.81     |  | 2616.7    | 0.26 | 2.36 | 1.46 | 0.38 | 1.80 | 1.80  |
| 0.85                    | 0.20                                | 0.157 | 5.9      | 3.0       | 1.0      | 2.16     |  | 2616.7    | 0.31 | 2.36 | 1.45 | 0.45 | 1.80 | 1.80  |
| 0.91                    | 0.20                                | 0.157 | 6.3      | 3.4       | 1.2      | 2.55     |  | 2616.7    | 0.37 | 2.36 | 1.44 | 0.53 | 1.80 | 1.80  |
| 0.98                    | 0.20                                | 0.157 | 6.6      | 3.8       | 1.4      | 2.99     |  | 2616.7    | 0.43 | 2.36 | 1.43 | 0.62 | 1.80 | 1.80  |
| 1.04                    | 0.20                                | 0.157 | 7.0      | 4.3       | 1.7      | 3.48     |  | 2616.7    | 0.50 | 2.36 | 1.42 | 0.71 | 1.80 | 1.80  |
| 1.11                    | 0.20                                | 0.157 | 7.3      | 4.7       | 2.0      | 4.01     |  | 2616.7    | 0.58 | 2.36 | 1.40 | 0.81 | 1.80 | 1.80  |
| 1.17                    | 0.20                                | 0.157 | 7.7      | 5.2       | 2.3      | 4.60     |  | 2616.7    | 0.66 | 2.36 | 1.39 | 0.92 | 1.80 | 1.80  |
| 1.24                    | 0.20                                | 0.157 | 8.1      | 5.7       | 2.7      | 4.60     |  | 2616.7    | 0.66 | 2.36 | 1.39 | 0.92 | 1.80 | 1.80  |
| 1.30                    | 0.20                                | 0.157 | 8.4      | 6.3       | 3.1      | 4.60     |  | 2616.7    | 0.66 | 2.36 | 1.39 | 0.92 | 1.80 | 1.80  |

| Y (m) | Armadura real vertical trasdós |    |      |       | Armadura real vertical intradós |    |      |       | 50% As3 |      |    |      | Armadura Real horizontal por cara |  |  |  |
|-------|--------------------------------|----|------|-------|---------------------------------|----|------|-------|---------|------|----|------|-----------------------------------|--|--|--|
|       | N                              | Φ  | As.r | Check | N                               | Φ  | As.r | Check | Ash     | N    | Φ  | As.r | Check                             |  |  |  |
| 0.00  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.07  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.13  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.20  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.26  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.33  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.39  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.46  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.52  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.59  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.65  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.72  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.78  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.85  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.91  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.98  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 1.04  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 1.11  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 1.17  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 1.24  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 1.30  | 5                              | 10 | 3.93 | OK    | 5                               | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |



# Comprobación fisuración

$r(m) =$  0.04 Recubrimiento Nominal  
 $\Phi(mm/cm^2) =$  10 0.79 Diámetro más frecuente  
 $Fck(Mpa) =$  25.00 Resistencia característica del hormigón  
 $\beta =$  1.7 Parámetro cargas directas  
 $k1 =$  0.125 Tipo de sollicitación  
 $k2 =$  1.00 Coeficiente de repetición  
 $Wk,max =$  0.20 Máxima fisura  
 $Fctm,fl(Mpa) =$  3.59 Resistencia a tracción hormigón

| Y (m) | M+  | As,r+<br>(cm2) | C (m) | N.Φ | d (m) | ρ.o1 + | x<br>(m) | M.fis<br>(mkN) | I.fis<br>(dm4) | Sm<br>(mm) | σ.c<br>(Mpa) | σ.s<br>(Mpa) | σ.sr<br>(Mpa) | εs,m<br>(1e-3) | Check  |
|-------|-----|----------------|-------|-----|-------|--------|----------|----------------|----------------|------------|--------------|--------------|---------------|----------------|--------|
| 0.00  | 0.0 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.00         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.07  | 0.0 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.00         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.13  | 0.0 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.01         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.20  | 0.0 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.02         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.26  | 0.1 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.01         | 0.04         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.33  | 0.1 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.01         | 0.06         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.39  | 0.1 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.02         | 0.10         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.46  | 0.2 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.03         | 0.14         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.52  | 0.3 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.04         | 0.19         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.59  | 0.4 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.06         | 0.26         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.65  | 0.5 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.08         | 0.34         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.72  | 0.7 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.10         | 0.43         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.78  | 0.8 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.12         | 0.53         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.85  | 1.0 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.15         | 0.65         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.91  | 1.2 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.18         | 0.79         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 0.98  | 1.4 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.22         | 0.94         | 50.66         | 0.00           | No Fis |
| 1.04  | 1.7 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.26         | 1.11         | 50.66         | 0.01           | No Fis |
| 1.11  | 2.0 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.30         | 1.31         | 50.66         | 0.01           | No Fis |
| 1.17  | 2.3 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.35         | 1.52         | 50.66         | 0.01           | No Fis |
| 1.24  | 2.7 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.40         | 1.75         | 50.66         | 0.01           | No Fis |
| 1.30  | 3.1 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025 | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.46         | 2.01         | 50.66         | 0.01           | No Fis |

# Comprobación ELU Cortante

Ctg θ = 1.00 Inclinación de bielas  
 Fcd (Mpa) = 16.67 Resistencia de cálculo del hormigón  
 Aa.Fya,min = 0.00 Cuantía mecánica mínima a disponer (si procede)

| Z (m) | Vrd | As real | d (m) | ξ    | ρ1    | Armadura Transversal |          |         | Aa.Fya<br>(kN/m) |          | Vu1 (kN) Vu2 (kN) |          |          |    |
|-------|-----|---------|-------|------|-------|----------------------|----------|---------|------------------|----------|-------------------|----------|----------|----|
|       |     |         |       |      |       | Φ.cer                | N.ram/ml | Sep (m) | Vsu (kN)         | Vsu (kN) | Vu1 (kN)          | Vcu (kN) | Vu2 (kN) | OK |
| 0.00  | 0.0 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.07  | 0.1 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.13  | 0.3 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.20  | 0.5 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.26  | 0.8 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.33  | 1.0 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.39  | 1.3 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.46  | 1.7 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.52  | 2.1 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.59  | 2.5 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.65  | 3.0 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.72  | 3.4 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.78  | 4.0 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.85  | 4.5 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.91  | 5.1 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 0.98  | 5.7 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 1.04  | 6.4 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 1.11  | 7.1 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 1.17  | 7.8 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 1.24  | 8.6 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |
| 1.30  | 9.4 | 3.9     | 0.160 | 2.12 | 0.002 | 0                    | 0        | 0.00    | 0.0              | 0.0      | 800.0             | 65.0     | 65.0     | OK |

### Armado de la zapata (flexible $F_{ck}=25$ $F_{yk}=500$ )

|                        |  |
|------------------------|--|
| C (m) =                | 0.20 Canto de la zapata                            |
| D (m) =                | 0.15 Canto útil de la zapata                       |
| B,in (m) =             | 0.00 Tacón de intradós de muro                     |
| E,inf (m) =            | 0.20 Espesor muro en arranque                      |
| B,tr (m) =             | 1.50 Tacón de trasdós de muro                      |
| Exc (m) =              | 0.12 Excentricidad respecto al centro de la zapata |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 34.18 Tensión de área cobaricéntrica               |

#### Armadura tacón intradós (transversal inferior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L (m) =                  | 0.00 Luz de cálculo de esfuerzos                       |
| Md (mKN/ml) =            | 0.00 Flector positivo en puntera                       |
| Uo (kN/m) =              | 2450.00 Capacidad mecánica sección hormigón            |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.00 Armadura necesaria flexión                        |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 1.80 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

Armadura real  $\Phi/s$  10 0.20 Real >>> 3.93 OK

#### Comprobación a cortante

|                |  |
|----------------|--|
| L (m) =        | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) =    | 0.0 Cortante en sección 2                        |
| $\xi$ =        | 2.166 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =     | 0.003 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =     | 72.0 Contribución del hormigón                   |
| Vu2,min (kN) = | 95.7 Cortante resistido mínimo OK                |

#### Armadura tacón trasdós (transversal superior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L,cim (m) =              | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento            |
| R2t (kN/ml) =            | 0.0 Reacción del relleno del trasdós                   |
| Md (mKN/ml) =            | 0.0 Flector negativo en tacón de trasdós               |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.00 Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1            |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 3.60 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

Armadura real  $\Phi/s$  12 0.20 Real >>> 5.65 OK

#### Comprobación a cortante

|                |  |
|----------------|--|
| L,cim (m) =    | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) =    | 0.0 Cortante en sección 2                        |
| $\xi$ =        | 1.759 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =     | 0.002 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =     | 117.0 Contribución del hormigón                  |
| Vu2,min (kN) = | 165.3 Cortante resistido mínimo OK               |

#### Armadura tacón intradós (reparto)

|                           |  |
|---------------------------|--|
| AsI1 (cm <sup>2</sup> ) = | 6.12 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 1.8/mil |
| Armadura real $\Phi/N$    | 12 19 Real >>> 21.49 OK                                |
| Sep (cm) =                | 20.0 <<< Separación media                              |



#### APENDICE 4: LISTADO DEL MURO TIPO FIRME POROSO (FP)

## Cálculo de muros en L: Balsa Pavimento Poroso

### Comprobaciones geotécnicas

| Geometría    |      |   |
|--------------|------|---|
| Hm (m) =     | 0.75 | Altura del alzado desde zapata          |
| Em (m) =     | 0.20 | Espesor muro en coronación              |
| T,tr (H/V) = | 0.00 | Talud de trasdós del alzado             |
| T,in (H/V) = | 0.00 | Talud de intradós del alzado            |
| B,in (m) =   | 0.80 | Tacón de intradós de muro               |
| B,tr (m) =   | 0.00 | Tacón de trasdós de muro                |
| Z,in (m) =   | 0.30 | Canto extremo intradós                  |
| Z,tr (m) =   | 0.30 | Canto extremo de trasdós $\geq Z_{in}$  |
| B (m) =      | 1.00 | Ancho de zapata                         |
| Exc,m (m) =  | 0.00 | Exc eje muro base - eje muro coronación |
| Exc,mz (m) = | 0.40 | Exc zapata - eje muro coronacion        |
| E,tr (m) =   | 0.00 | Sobrespesor muro lado trasdós           |
| E,in (m) =   | 0.00 | Sobrespesor muro lado intradós          |
| E,inf (m) =  | 0.20 | Espesor muro en arranque                |

| Datos del terreno               |       |                                |
|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) = | 18.00 | Densidad relleno trasdós       |
| $q_0$ (kN/m <sup>2</sup> ) =    | 4.00  | Sobrecarga plataforma superior |
| $i$ (° / rad) =                 | 0.00  | 0.00 Pendiente terreno trasdós |
| $\beta$ (° / rad) =             | 0.00  | 0.00 Talud trasdós de muro     |
| $\delta$ (° / rad) =            | 0.00  | 0.00 Rozamiento muro-terreno   |
| $\Phi$ (° / rad) =              | 32.00 | 0.56 Ángulo Rozamiento Interno |
| $K_h = A_c/g$                   | 0.00  | 0.00 Aceleración sísmica       |
| $\theta$ (°) =                  | 0.00  | 0.00 Arc Tang $K_h$            |

| Coeficientes empuje activo: Formula Mononobe-Okabe |       |                           |
|--|-------|---------------------------|
| Cálculos parciales                                 |       |                           |
| A1 =   | 0.72  |                           |
| A2 =   | 1.00  |                           |
| A3 =   | 0.28  |                           |
| A4 =   | 1.00  |                           |
| A5 =   | 0.00  |                           |
| Coeficientes empuje                                |       |                           |
| Ka =   | 0.307 | Coeficiente empuje activo |
| Kah =  | 0.307 | Coef empuje horizontal    |
| Kav =  | 0.000 | Coef empuje vertical      |

#### Acciones de peso propio por m

| Elemento      | Pp (kN) | CDG (m) | M <sub>o</sub> (mkN) |
|---------------|---------|---------|----------------------|
| Muro tr tras  | 0.00    | -0.100  | 0.00                 |
| Muro tr intra | 0.00    | 0.100   | 0.00                 |
| Muro Recto    | 3.75    | 0.000   | 0.00                 |
| Alzado total  | 3.75    | 0.000   | 0.00                 |
| Zapata        | 7.50    | 0.400   | -3.00                |
| Relleno Tras  | 0.00    | -0.100  | 0.00                 |

#### Acciones de empuje del terreno

| Presiones   | $\sigma_x$ (Kpa) | $\tau$ (Kpa) |
|-------------|------------------|--------------|
| Coronación  | 1.23             | 0.00         |
| Pie muro    | 5.38             | 0.00         |
| Base zapata | 7.04             | 0.00         |

#### Resultante empujes sobre alzado muro

|                                   |      |                             |
|-----------------------------------|------|-----------------------------|
| F <sub>x</sub> / M <sub>m</sub> = | 2.48 | -0.73 Horizontal sobre muro |
| F <sub>y</sub> / M <sub>m</sub> = | 0.00 | 0.00 Vertical sobre muro    |

#### Resultante empujes sobre canto de zapata (0 = No) >>

|                                   |      |                                 |
|-----------------------------------|------|---------------------------------|
| F <sub>x</sub> / M <sub>z</sub> = | 0.00 | 0.00 Horizontal sobre canto zap |
| F <sub>y</sub> / M <sub>z</sub> = | 0.00 | 0.00 Vertical sobre canto zap   |

#### Composición de solicitaciones

|             | F <sub>x</sub> (kN/m) | F <sub>y</sub> (kN/m) | M (mkN/m) |                           |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------|---------------------------|
| Coronación  | 0.00                  | 0.00                  | 0.00      | Acciones exteriores       |
| Pie de muro | 2.48                  | 3.75                  | -0.73     | Resultante en pie de muro |
| Base zapata | 2.48                  | 11.25                 | 0.02      | Resultante base de zapata |

#### Comprobación al vuelco rígido respecto a la puntera

|                      |       |  |    |
|----------------------|-------|--|----|
| F <sub>v</sub> >     | 1.80  | Coefficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| D <sub>p</sub> (m) = | 0.90  | Distancia puntera a eje de referencia                |    |
| M <sub>est</sub> =   | 7.13  | Momento estabilizador acciones de peso propio        |    |
| M <sub>vol</sub> =   | -1.48 | Momento estabilizador acciones de empujes terreno    |    |
| F <sub>v</sub> =     | 4.82  | Coefficiente de seguridad al vuelco                  | OK |

#### Comprobación al deslizamiento por la base de la zapata

|                      |       |  |    |
|----------------------|-------|--|----|
| F <sub>d</sub> >     | 1.30  | Coefficiente de seguridad en combinación fundamental |    |
| $\alpha$ (rad) =     | 0.00  | Inclinación cimiento zapata                          |    |
| F <sub>y,zap</sub> = | 11.25 | Resultante vertical en base de zapata                |    |
| F <sub>x,zap</sub> = | 2.48  | Resultante horizontal en base de zapata              |    |
| F <sub>d</sub> =     | 2.27  | Coefficiente de seguridad al deslizamiento           | OK |

#### Comprobación de presión en cimientos

|                        |        |   |    |
|------------------------|--------|---|----|
| B / Exc >              | 4.00   | Excentricidad relativa máxima admisible       |    |
| $\sigma_{con}$ (kPa) < | 200.00 | Tensión admisible en cimientos                |    |
| Exc (m) =              | 0.00   | Excentricidad respecto al centro de la zapata |    |
| B / Exc =              | 504.97 | Excentricidad relativa                        | OK |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 11.29  | Tensión de área cobaricéntrica                | OK |



# Cálculo de Armados

|  |  |
|--|--|
| Materiales y coeficientes de ponderación |  |
| Fck (mPa) =                              | 25.00 Resistencia característica del hormigón    |
| Fyk (mPa) =                              | 510.00 Resistencia característica de la armadura |
| γG (*) =                                 | 1.50 Coeficiente mayoración acciones             |
| γc =                                     | 1.50 Coeficiente minoración hormigón             |
| γs =                                     | 1.15 Coeficiente minoración acero                |
| r (m) =                                  | 0.043 Recubrimiento mecánico                     |

## Armado del muro

Cuántia mínima geométrica vertical (/mil por cara) >> 0.90  
 Cuántia mínima geométrica horizontal (/milpor cara) >> 1.60

| Solicitaciones<br>Y (m) | Cálculo del armado vertical trasdós |       |          |           |          |                      |              |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|-------------------------------------|-------|----------|-----------|----------|----------------------|--------------|------|------|------|------|------|-------|
|                         | C (m)                               | D (m) | σh (kPa) | Vk (kN/m) | Mk (mkN) | Decalada<br>Md (mkN) | Uo<br>(kN/m) | As1  | As21 | α    | As22 | As3  | As.vt |
| 0.00                    | 0.20                                | 0.157 | 1.2      | 0.00      | 0.00     | 0.01                 | 2616.7       | 0.00 | 2.36 | 1.50 | 0.00 | 1.80 | 1.80  |
| 0.04                    | 0.20                                | 0.157 | 1.4      | 0.05      | 0.00     | 0.01                 | 2616.7       | 0.00 | 2.36 | 1.50 | 0.00 | 1.80 | 1.80  |
| 0.08                    | 0.20                                | 0.157 | 1.6      | 0.11      | 0.00     | 0.03                 | 2616.7       | 0.00 | 2.36 | 1.50 | 0.01 | 1.80 | 1.80  |
| 0.11                    | 0.20                                | 0.157 | 1.9      | 0.17      | 0.01     | 0.04                 | 2616.7       | 0.01 | 2.36 | 1.50 | 0.01 | 1.80 | 1.80  |
| 0.15                    | 0.20                                | 0.157 | 2.1      | 0.25      | 0.02     | 0.06                 | 2616.7       | 0.01 | 2.36 | 1.50 | 0.01 | 1.80 | 1.80  |
| 0.19                    | 0.20                                | 0.157 | 2.3      | 0.33      | 0.03     | 0.09                 | 2616.7       | 0.01 | 2.36 | 1.50 | 0.02 | 1.80 | 1.80  |
| 0.23                    | 0.20                                | 0.157 | 2.5      | 0.42      | 0.04     | 0.12                 | 2616.7       | 0.02 | 2.36 | 1.50 | 0.03 | 1.80 | 1.80  |
| 0.26                    | 0.20                                | 0.157 | 2.7      | 0.51      | 0.06     | 0.16                 | 2616.7       | 0.02 | 2.36 | 1.50 | 0.03 | 1.80 | 1.80  |
| 0.30                    | 0.20                                | 0.157 | 2.9      | 0.62      | 0.08     | 0.20                 | 2616.7       | 0.03 | 2.36 | 1.50 | 0.04 | 1.80 | 1.80  |
| 0.34                    | 0.20                                | 0.157 | 3.1      | 0.73      | 0.11     | 0.25                 | 2616.7       | 0.04 | 2.36 | 1.49 | 0.05 | 1.80 | 1.80  |
| 0.38                    | 0.20                                | 0.157 | 3.3      | 0.85      | 0.14     | 0.31                 | 2616.7       | 0.04 | 2.36 | 1.49 | 0.07 | 1.80 | 1.80  |
| 0.41                    | 0.20                                | 0.157 | 3.5      | 0.98      | 0.17     | 0.38                 | 2616.7       | 0.05 | 2.36 | 1.49 | 0.08 | 1.80 | 1.80  |
| 0.45                    | 0.20                                | 0.157 | 3.7      | 1.11      | 0.21     | 0.45                 | 2616.7       | 0.07 | 2.36 | 1.49 | 0.10 | 1.80 | 1.80  |
| 0.49                    | 0.20                                | 0.157 | 3.9      | 1.26      | 0.25     | 0.54                 | 2616.7       | 0.08 | 2.36 | 1.49 | 0.11 | 1.80 | 1.80  |
| 0.53                    | 0.20                                | 0.157 | 4.1      | 1.41      | 0.30     | 0.63                 | 2616.7       | 0.09 | 2.36 | 1.48 | 0.13 | 1.80 | 1.80  |
| 0.56                    | 0.20                                | 0.157 | 4.3      | 1.57      | 0.36     | 0.73                 | 2616.7       | 0.11 | 2.36 | 1.48 | 0.16 | 1.80 | 1.80  |
| 0.60                    | 0.20                                | 0.157 | 4.5      | 1.73      | 0.42     | 0.85                 | 2616.7       | 0.12 | 2.36 | 1.48 | 0.18 | 1.80 | 1.80  |
| 0.64                    | 0.20                                | 0.157 | 4.8      | 1.91      | 0.49     | 0.97                 | 2616.7       | 0.14 | 2.36 | 1.48 | 0.21 | 1.80 | 1.80  |
| 0.68                    | 0.20                                | 0.157 | 5.0      | 2.09      | 0.56     | 1.10                 | 2616.7       | 0.16 | 2.36 | 1.47 | 0.23 | 1.80 | 1.80  |
| 0.71                    | 0.20                                | 0.157 | 5.2      | 2.28      | 0.65     | 1.10                 | 2616.7       | 0.16 | 2.36 | 1.47 | 0.23 | 1.80 | 1.80  |
| 0.75                    | 0.20                                | 0.157 | 5.4      | 2.48      | 0.73     | 1.10                 | 2616.7       | 0.16 | 2.36 | 1.47 | 0.23 | 1.80 | 1.80  |

| Y (m) | Armadura real vertical trasdós |    |      |       | Armadura real vertical intradós |    |      |       | 50% As3 |      |    |      | Armadura Real horizontal por cara |  |  |  |
|-------|--------------------------------|----|------|-------|---------------------------------|----|------|-------|---------|------|----|------|-----------------------------------|--|--|--|
|       | N                              | Φ  | As,r | Check | N                               | Φ  | As,r | Check | Ash     | N    | Φ  | As,r | Check                             |  |  |  |
| 0.00  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.04  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.08  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.11  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.15  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.19  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.23  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.26  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.30  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.34  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.38  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.41  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.45  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.49  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.53  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.56  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.60  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.64  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.68  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.71  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |
| 0.75  | 5.00                           | 10 | 3.93 | OK    | 5.00                            | 10 | 3.93 | OK    | 3.20    | 5.00 | 10 | 3.93 | OK                                |  |  |  |

# Comprobación fisuración

$r(m) =$  0.04 Recubrimiento Nominal  
 $\Phi(mm/cm^2) =$  10 0.79 Diámetro más frecuente  
 $Fck(Mpa) =$  25.00 Resistencia característica del hormigón  
 $\beta =$  1.7 Parámetro cargas directas  
 $k1 =$  0.125 Tipo de sollicitación  
 $k2 =$  1.00 Coeficiente de repetición  
 $Wk,max =$  0.20 Máxima fisura  
 $Fctm,fl(Mpa) =$  3.59 Resistencia a tracción hormigón

| Y (m) | M+   | As,r+<br>(cm2) | C (m) | N,Φ | d (m) | p.o.1 + | x<br>(m) | M,fls<br>(mkN) | I,fls<br>(dm4) | Sm<br>(mm) | σ,c<br>(Mpa) | σ,s<br>(Mpa) | σ,sr<br>(Mpa) | εs,m<br>(1e-3) | Wk<br>(mm) | Check  |
|-------|------|----------------|-------|-----|-------|---------|----------|----------------|----------------|------------|--------------|--------------|---------------|----------------|------------|--------|
| 0.00  | 0.00 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.00         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.04  | 0.00 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.00         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.08  | 0.00 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.00         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.11  | 0.01 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.01         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.15  | 0.02 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.01         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.19  | 0.03 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.00         | 0.02         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.23  | 0.04 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.01         | 0.03         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.26  | 0.06 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.01         | 0.04         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.30  | 0.08 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.01         | 0.05         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.34  | 0.11 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.02         | 0.07         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.38  | 0.14 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.02         | 0.09         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.41  | 0.17 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.03         | 0.11         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.45  | 0.21 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.03         | 0.14         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.49  | 0.25 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.04         | 0.17         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.53  | 0.30 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.05         | 0.20         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.56  | 0.36 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.05         | 0.23         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.60  | 0.42 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.06         | 0.28         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.64  | 0.49 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.07         | 0.32         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.68  | 0.56 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.08         | 0.37         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.71  | 0.65 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.10         | 0.42         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |
| 0.75  | 0.73 | 3.9            | 0.20  | 5.0 | 0.160 | 0.0025  | 0.029    | 23.94          | 0.62           | 174        | 0.11         | 0.48         | 50.66         | 0.00           | --         | No Fis |



# Comprobación ELU Cortante

Ctg  $\theta$  = 1.00 Inclinación de bielas  
 Fcd (Mpa) = 16.67 Resistencia de cálculo del hormigón  
 A<sub>s</sub> F<sub>yk</sub> min = 0.00 Cuantía mecánica mínima a disponer (si procede)

| Z (m) | V <sub>rd</sub> | A <sub>s</sub> real | d (m) | $\xi$ | $\rho_1$ | Armadura Transversal |                     |         |   | A <sub>s</sub> F <sub>yk</sub><br>(kN/m) | V <sub>su</sub> (kN) | V <sub>u1</sub> (kN) | V <sub>u2</sub> (kN) |    |
|-------|-----------------|---------------------|-------|-------|----------|----------------------|---------------------|---------|---|--|----------------------|----------------------|----------------------|----|
| 0.00  | 0.0             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | $\phi_{ser}$         | N <sub>tr</sub> /ml | Sep (m) | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.04  | 0.1             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.08  | 0.2             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.11  | 0.3             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.15  | 0.4             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.19  | 0.5             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.23  | 0.6             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.26  | 0.8             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.30  | 0.9             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.34  | 1.1             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.38  | 1.3             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.41  | 1.5             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.45  | 1.7             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.49  | 1.9             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.53  | 2.1             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.56  | 2.3             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.60  | 2.6             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.64  | 2.9             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.68  | 3.1             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.71  | 3.4             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |
| 0.75  | 3.7             | 3.9                 | 0.160 | 2.12  | 0.002    | 0                    | 0                   | 0.00    | 0 | 0.0                                      | 0.0                  | 800.0                | 65.0                 | OK |

# Armado de la zapata (flexible $F_{ck}=25$ $F_{yk}=500$ )

|                        |  |
|------------------------|--|
| C (m) =                | 0.30 Canto de la zapata                            |
| D (m) =                | 0.25 Canto útil de la zapata                       |
| B.in (m) =             | 0.80 Tacón de intradós de muro                     |
| E.inf (m) =            | 0.20 Espesor muro en arranque                      |
| B.tr (m) =             | 0.00 Tacón de trasdós de muro                      |
| Exc (m) =              | 0.00 Excentricidad respecto al centro de la zapata |
| $\sigma_{cob}$ (kPa) = | 11.29 Tensión de área cobaricéntrica               |

## Armadura tacón intradós (transversal inferior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L (m) =                  | 0.83 Luz de cálculo de esfuerzos                       |
| Md (mN/m) =              | 5.8 Flector positivo en puntera                        |
| Uo (kN/m) =              | 4116.7 Capacidad mecánica sección hormigón             |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.44 Armadura necesaria flexión                        |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 2.70 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

Armadura real  $\Phi/s$  10 0.20 Real >>> 3.93 OK

## Comprobación a cortante

|             |  |
|-------------|--|
| L (m) =     | 0.60 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) = | 10.1 Cortante en sección 2                       |
| $\xi$ =     | 1.900 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =  | 0.002 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =  | 89.2 Contribución del hormigón                   |

Vu2,min (kN) = 132.0 Cortante resistido mínimo OK

## Armadura tacón trasdós (transversal superior)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| L.cim (m) =              | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento            |
| R2t (kN/ml) =            | 0.0 Reacción del relleno del trasdós                   |
| Md (mN/ml) =             | 0.0 Flector negativo en tacón de trasdós               |
| As1 (cm <sup>2</sup> ) = | 0.00 Armadura necesaria bielas EHE 59.4.1.1            |
| As2 (cm <sup>2</sup> ) = | 2.70 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 0,9/mil |

Armadura real  $\Phi/s$  10 0.20 Real >>> 3.93 OK

## Comprobación a cortante

|             |  |
|-------------|--|
| L.cim (m) = | 0.00 Área de aplicación de presión cimiento (S2) |
| Vd (kN/m) = | 0.0 Cortante en sección 2                        |
| $\xi$ =     | 1.900 Epsilon                                    |
| $\rho_1$ =  | 0.002 Cuantía geométrica armadura longitudinal   |
| Vcu (kN) =  | 89.2 Contribución del hormigón                   |

Vu2,min (kN) = 132.0 Cortante resistido mínimo OK

## Armadura tacón intradós (reparto)

Asl1 (cm<sup>2</sup>) = 5.40 Armadura mínima cuantía mínima geométrica 1,8/mil

Armadura real  $\Phi/N$  10 13 Real >>> 10.21 OK

Sep (cm) = 20.0 <<< Separación media

## **ANEJO Nº07. ELECTRICIDAD Y CONTROL**



## ÍNDICE

### ANEJO Nº07. ELECTRICIDAD Y CONTROL

|  |     |
|--|-----|
| 1.- INTRODUCCIÓN .....   | 1   |
| 2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION ELECTRICA Y DE CONTROL .....                     | 1   |
| 3.- ANEXO DE ELECTRICIDAD .....  | 6   |
| 3.1.- FORMULAS.....  | 6   |
| 3.2.- CALCULOS DE CAIDA DE TENSION E INTENSIDAD.....                               | 9   |
| 3.3.- RESUMEN DE CALCULOS ELECTRICOS.....  | 85  |
| 4.- ANEXO DE SISTEMA DE CONTROL .....  | 92  |
| 4.1.- LISTADO DE MATERIALES CUADRO DE CONTROL.....                                 | 92  |
| 4.2.- LISTADO DE MATERIALES CUADRO DE REMOTAS.....                                 | 96  |
| 4.3.- APLICACIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE CONTROL Y<br>REMOTAS ..... | 99  |
| 4.4.- ESTRUCTURA DEL PLC.....  | 107 |
| 4.5.- ESQUEMAS ELECTRICOS TIPO.....  | 109 |

## 1.- INTRODUCCIÓN

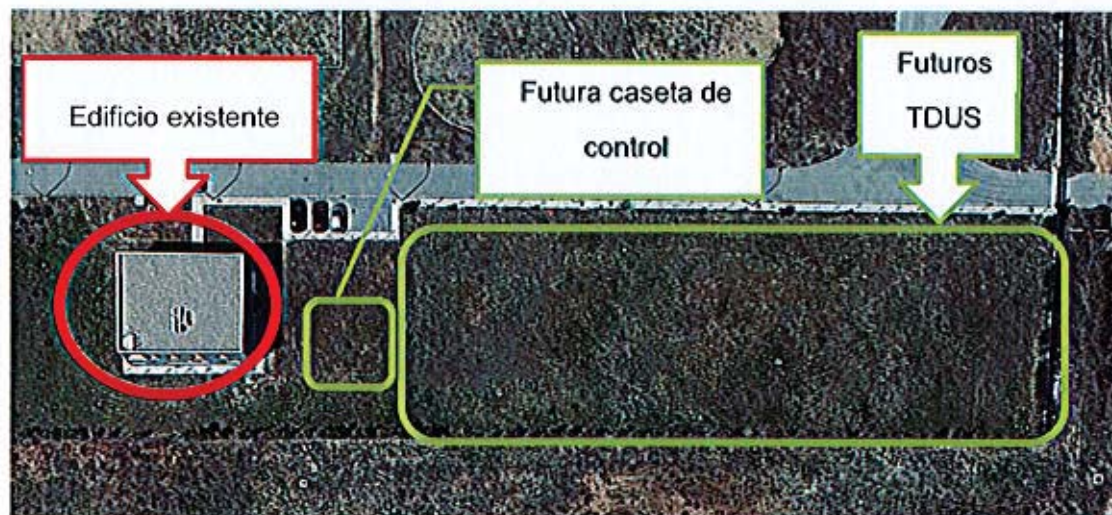
En el presente anejo se describe la alimentación eléctrica para el futuro equipamiento que será necesario para monitorizar los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (TDUS):

- 4 Green Roofs (cubiertas vegetales).
- 3 Zonas de Firmes Poroso.
- 2 Zanjas Drenantes.

Estos TDUS llevan asociados, sensores de nivel, sensores de presión, sensores hidrológicos, etc, que serán alimentados eléctricamente a través de la instalación de baja tensión que se describe en este anejo. No obstante, muchos de estos sensores son alimentados en corriente continua con sus correspondientes fuentes de alimentación desde cuadro, así como un sistema control a través de PLC centralizado y remotas.

## 2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION ELECTRICA Y DE CONTROL

Los futuros TDUS se van a colocar en las inmediaciones del edificio de control de la EDAR de Meco.

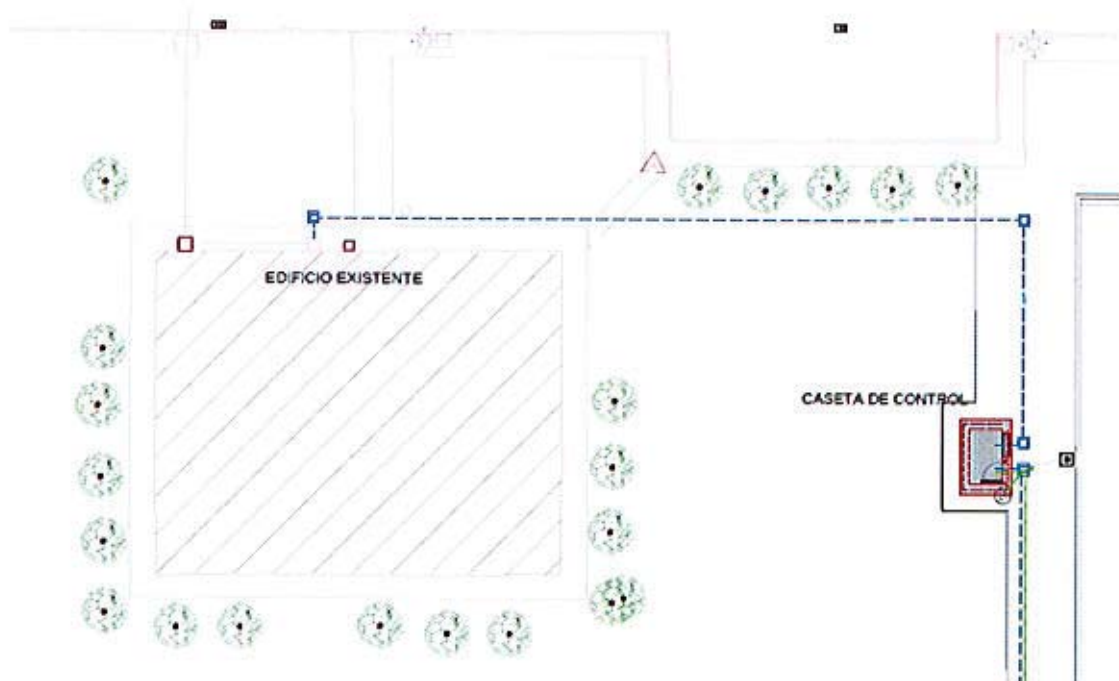


Del cuadro de salida del centro general de distribución de la EDAR, se realizará una nueva línea trifásica de corriente alterna en baja tensión que alimentará a un cuadro general que se instalará en una caseta de control situada entre el edificio existente y el primer Green Roof. Para ello se conectará con una canalización de nueva factura desde la caseta de las TDUS hasta la arqueta de acometida del edificio de control y partir de este punto se



continuará a través de la canalización existente de la urbanización hasta el centro de transformación.

Comprobada la sección del conductor que alimenta el edificio de control, se ha desestimado la solución de dar suministro a las TDUS con la misma línea, motivo por el cual se ha diseñado el tendido de una nueva línea tal y como se ha comentado.



La nueva línea desde la arqueta de acometida del edificio de control existente hasta el cuadro de la caseta de control ira enterrada en zanja bajo tubo de PVC o preferiblemente de polietileno de doble capa flexible. Los cambios de dirección bruscos se realizarán en arquetas de 30x30 cm como mínimo para facilitar la tirada de cableado eléctrico y de comunicaciones.

En la caseta de control se instalará un cuadro eléctrico con los siguientes elementos:

- Alimentación de alumbrado de caseta.
- Alimentación de alumbrado de emergencia de caseta.
- Alimentación de estación meteorológica.
- Tomas de usos varios monofásicas y trifásicas.
- Sistema calefactor (protección contra heladas).
- Sistema de ventilación / extracción.
- Iluminación interna de cuadro.



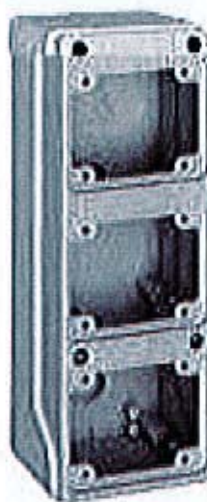
- Circuitos de alimentación a PLC y HMI.
- Fuentes de alimentación varias (230 AC/24 DC, 24 DC/ 24 DC, etc).
- SAI con módulo de baterías.
- PLC de control y gestión (protocolo profibus).
- Tarjetas de comunicaciones.
- Pantalla HMI, etc.
- Salidas de alimentación a tres cuadros situados según la documentación gráfica cerca de los TDUS y que alimentaran a diferentes circuitos y dispositivos.

Este cuadro eléctrico poseerá una protección IP-55 como mínimo, ya que aunque está colocado en el interior de la caseta contendrá el PLC de control y gestión.

La alimentación y las comunicaciones (fibra óptica multimodo) que parten desde la caseta de control a cada uno de los cuadros 1, 2 y 3, ira enterrada bajo tubo en zanja con cambios de dirección en arqueta.

Estos cuadros irán montados sobre pedestal de hormigón e irán forrados (y protegidos) con fábrica de ladrillo. El remate superior se realizará con albardilla continua de piedra artificial o elemento equivalente. El ajuste de encastrado final se realizará con espuma de poliuretano, lo que impedirá el movimiento del cuadro. El cuadro poseerá una protección IP-65 mínimo, aunque al contener elementos de comunicación o control poseerá extractor con filtro y rejilla de ventilación, la cual se colocará lo más elevada posible protegida por la albardilla. No obstante, antes de colocar estos elementos, se consultará al fabricante del sistema de control y gestión (remota PLC, comunicaciones, tarjetas digitales, analógicas, etc) para ver si es posible su posible eliminación debido a que sus equipos no se ven afectados por las posibles altas temperaturas exteriores.

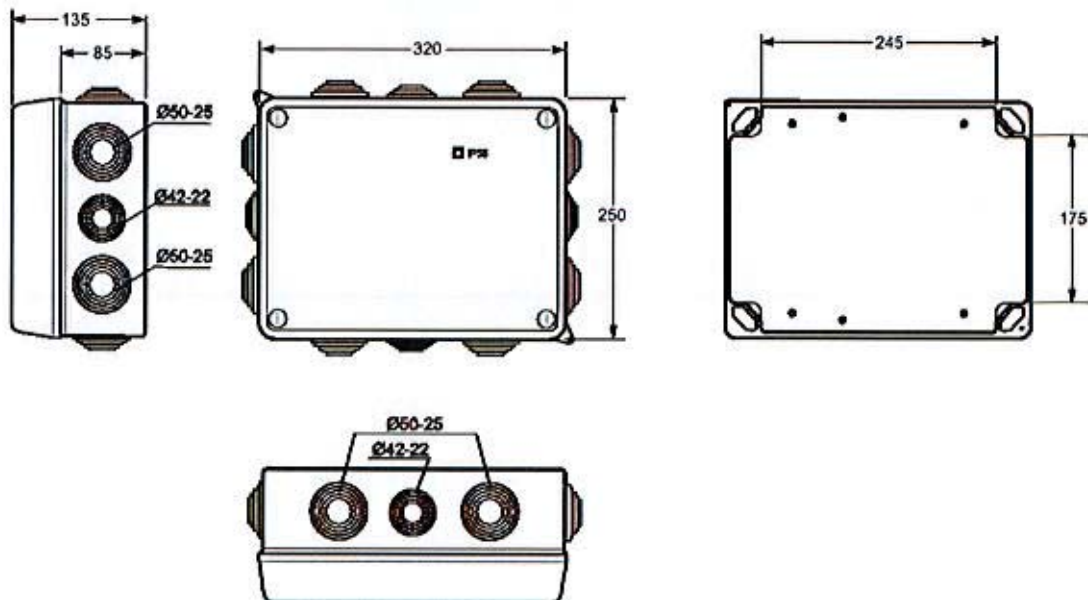
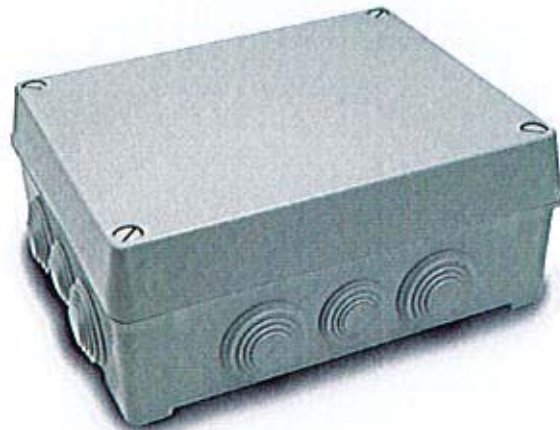
Junto a cada uno de los tres cuadros, se dispone un cofre estanco con tomas de corriente monofásicas y trifásicas.



Si bien estos cuadros (3 unidades) no son exactamente iguales en lo referente al número y tipo de sensores, si contendrán los siguientes elementos comunes:

- Alimentación de tomas para usos varios, monofásica y trifásica.
- Sistema calefactor (protección contra heladas).
- Sistema de ventilación / extracción.
- Iluminación interna de cuadro.
- Circuitos de alimentación a sensores, electroválvulas, bombas y todo aquel elemento que medición de parámetros o de accionamiento mediante remota de PLC (profibus).
- Fuentes de alimentación varias (230 AC/24 DC, 24 DC/ 24 DC, etc).
- Tarjetas de comunicaciones.
- Previsión de elementos para sistemas de inundación automático.

De estos cuadros partirán diferentes tubos de PVC o polietileno de doble capa de 50 mm de diámetro hasta unas cajas estancas dispuestas en paramento verticales, como pueden ser los petos de Green-roofs o las cámaras de aforo de los diferentes TDUS.



El número de tubos que llega a cada una de las cajas estancas es de 3 unidades. Los tubos que salen de estas cajas estancas hasta electroválvulas, sensores y otros elementos, irán en tubo de acero protegidos mecánicamente contra impactos.



### 3.- ANEXO DE ELECTRICIDAD

#### 3.1.- FORMULAS

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen} \varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \cos \varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos \varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

$R$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varnothing = P / \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\operatorname{tg} \varnothing = Q / P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg} \varnothing 1 - \operatorname{tg} \varnothing 2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

$P$  = Potencia activa instalación (kW).

$Q$  = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varnothing 1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing 2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

$U$  = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \times \pi \times f$ ;  $f = 50$  Hz.

$C$  = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000 (\mu F)$ .

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

$I_{pccI}$ : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U$ : Tensión trifásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

$I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$ : Coeficiente de tensión.

$U_F$ : Tensión monofásica en V.

$Z_t$ : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> + ..... + R<sub>n</sub> (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X<sub>t</sub>: X<sub>1</sub> + X<sub>2</sub> + ..... + X<sub>n</sub> (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot CR / K \cdot S \cdot n$  (mohm)

$X = X_u \cdot L / n$  (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

CR: Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

X<sub>u</sub>: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t<sub>mcicc</sub>: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I<sub>pcc</sub>.

C<sub>c</sub>= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

I<sub>pcc</sub>F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t<sub>ficc</sub>: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I<sub>pcc</sub>F: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 \cdot U_F / 2 \cdot IF5 \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L<sub>max</sub>: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U<sub>F</sub>: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

X<sub>u</sub>: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: n° de conductores por fase

C<sub>t</sub>= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

CR = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

IF5 = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

\* Curva válida. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

IMAG = 5 I<sub>n</sub>

CURVA C

IMAG = 10 I<sub>n</sub>

CURVA D Y MA

IMAG = 20 I<sub>n</sub>



## Fórmulas Embarrados

### Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

$\sigma_{\max}$ : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_{\text{pcc}}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

$W_y$ : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{\text{adm}}$ : Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)

### Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}})$$

Siendo,

$I_{\text{pcc}}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

$I_{\text{cccs}}$ : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm<sup>2</sup>)

$t_{\text{cc}}$ : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

$K_c$ : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

## 3.2.- CALCULOS DE CAIDA DE TENSION E INTENSIDAD

### Cálculo de la Línea: Caseta de Control

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 63 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 47618 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $550 \times 1.25 + 48062.4 = 48749.9 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 48749.9 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 87.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.57

$$e(\text{parcial}) = 63 \times 48749.9 / (47 \times 400 \times 25) = 6.53 \text{ V.} = 1.63 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.98\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

### Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 92 A.

### Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 92 A.

### Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 1000 mA. Clase AC [s].

## SUBCUADRO

Caseta de Control

## DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Alumb.              | 348 W   |
| Al.Emergen          | 20 W    |
| Estación Meteorolog | 800 W   |
| PLC                 | 2500 W  |
| HMI (Pantalla)      | 1000 W  |
| TC usos varios 1    | 2000 W  |
| TC usos varios 2    | 2000 W  |
| Reserva 1           | 500 W   |
| Reserva 2           | 500 W   |
| Circ.Calefaccion    | 500 W   |
| Circ.Ventila/Extacc | 250 W   |
| Circ.Illuminacion   | 100 W   |
| Cuadro 1            | 12310 W |
| Cuadro 2            | 12310 W |
| Cuadro 3            | 12480 W |
| TOTAL....           | 47618 W |

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 368

- Potencia Instalada Fuerza (W): 47250

## Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 368 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
662.4 W. (Coef. de Simult.: 1 )

$$I=662.4/230 \times 0.8=3.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.47

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 662.4 / 53.49 \times 230 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=1.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

## Cálculo de la Línea: Alumb.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 348 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $348 \times 1.8 = 626.4 \text{ W}$ .

$$I = 626.4 / 230 \times 1 = 2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.21

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 8 \times 626.4 / 53.54 \times 230 \times 1.5 = 0.54 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.23\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Al.Emergen

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 20 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $20 \times 1.8 = 36 \text{ W}$ .

$$I = 36 / 230 \times 1 = 0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 8 \times 36 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Estación Meteorolog

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: 800 W.



$$I=800/230 \times 0.8=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 41.64

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 800 / 53.46 \times 230 \times 2.5=0.31 \text{ V.}=0.14 \%$$

$$e(\text{total})=2.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A "si".

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\square/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 56.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 2500 / 50.81 \times 230 \times 2.5=1.03 \text{ V.}=0.45 \%$$

$$e(\text{total})=2.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A "si".

Cálculo de la Línea: HMI (Pantalla)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\square/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 1000 / 53.28 \times 230 \times 2.5 = 0.39 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total}) = 2.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase A "si".

Cálculo de la Línea: TC usos varios 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I = 2000 / 230 \times 0.8 = 10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.26

$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 2000 / 51.84 \times 230 \times 2.5 = 0.81 \text{ V.} = 0.35 \%$

$e(\text{total}) = 2.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I = 2000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 3.61 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35

$e(\text{parcial}) = 6 \times 2000 / 53.51 \times 400 \times 2.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total}) = 2.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Reserva 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.64

$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 500 / 53.65 \times 230 \times 2.5 = 0.19 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total}) = 2.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Reserva 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.64

$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 500 / 53.65 \times 230 \times 2.5 = 0.19 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total}) = 2.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Calefaccion

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.64

$$e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 500 / 53.65 \times 230 \times 2.5=0.1 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=2.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Ventila/Extacc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/230 \times 0.8=1.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 250 / 53.74 \times 230 \times 2.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Circ. Iluminación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I=100/230 \times 0.8=0.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

#### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 2.5=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

#### Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Cuadro 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 73 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 12310 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25+11960=12647.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=12647.5/1,732 \times 400 \times 0.8=22.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 58 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

#### Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 35.06

$$e(\text{parcial})=73 \times 12647.5 / 54.76 \times 400 \times 10=4.22 \text{ V.}=1.05 \%$$

$$e(\text{total})=3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

#### Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

## SUBCUADRO

### Cuadro 1

## DEMANDA DE POTENCIAS

### - Potencia total instalada:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Remota PLC-C.1      | 500 W   |
| GR1-Bomba 1         | 550 W   |
| GR1-Bomba 2         | 550 W   |
| GR1-Bomba 3         | 230 W   |
| Electro-Sensor GR1  | 200 W   |
| Inundación GR1      | 200 W   |
| GR1-Toma Muestras   | 250 W   |
| TC usos varios 1    | 2000 W  |
| TC usos varios 2    | 2000 W  |
| TC usos varios 3    | 3000 W  |
| GR2-Bomba 1         | 550 W   |
| GR2-Bomba 2         | 550 W   |
| GR2-Bomba 3         | 230 W   |
| Electro-Sensor GR2  | 200 W   |
| Inundación GR2      | 200 W   |
| GR2-Toma Muestras   | 250 W   |
| Circ.Calefaccion    | 500 W   |
| Circ.Ventila/Extacc | 250 W   |
| Circ.Iluminacion    | 100 W   |
| TOTAL....           | 12310 W |

### - Potencia Instalada Fuerza (W): 12310

### Cálculo de la Línea: Remota PLC-C.1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.47

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 500 / 56.78 \times 230 \times 2.5=0.06 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: GR1-Bomba 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25=687.5 W.

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1=0.9 \text{ V.}=0.39 \%$$

$$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactador Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR1-Bomba 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25=687.5 W.

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1=0.9 \text{ V.}=0.39 \%$$

$$e(\text{total})=3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR1-Bomba 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 230 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $230 \times 1.25 = 287.5 \text{ W}$ .

$$I = 287.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 1.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.31

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 287.5 / 53.72 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.37 \text{ V.} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1+1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.312.

$$I = C_t \times S_t \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor GR1

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Electrov. 1 - GR1 | 10 W |
| Electrov. 2- GR1  | 10 W |
| Sensor 1 - GR1    | 10 W |
| Sensor 2 - GR1    | 10 W |
| Sensor 3 - GR1    | 10 W |
| TOTAL....         | 50 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 50

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo:  
50 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=50/24 \times 0.8=2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.77

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 50/53.63 \times 24 \times 1.5=0.02 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 1 - GR1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO2)



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V} = 0.86 \%$

$e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 2- GR1

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO2)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V} = 0.86 \%$

$e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1 - GR1

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO2)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V} = 0.86 \%$

$e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2 - GR1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO2)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 3 - GR1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO2)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Inundación GR1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.25.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### TRAFO INTERMEDIO

Inundación GR1

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                    |      |
|--------------------|------|
| Posible Estacion 1 | 10 W |
| Posible Estacion 2 | 10 W |
| Posible Estacion 3 | 10 W |
| Posible Estacion 4 | 10 W |
| TOTAL.....         | 40 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40

#### Cálculo de la Línea: Inundación GR1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 40 W.
- Potencia de cálculo:
- 40 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 40 / 24 \times 0.8 = 2.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 40 / 53.68 \times 24 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 39 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 39 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.38 \text{ V.}=1.59 \%$$

$$e(\text{total})=1.64\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 2

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 17 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 17 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.17 \text{ V.}=0.69 \%$$

$$e(\text{total})=0.74\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: Posible Estacion 3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 23 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.22 \text{ V.}=0.94 \%$$

$$e(\text{total})=0.99\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: Posible Estacion 4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 9 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 9 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.09 \text{ V.}=0.37 \%$$

$$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: GR1-Toma Muestras

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/230 \times 0.8=1.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 250 / 53.73 \times 230 \times 2.5 = 0.32 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total})=3.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 2000 / 55.29 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$$

$$e(\text{total})=3.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.



$$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 2000 / 55.29 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=3.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 2 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.61

$$e(\text{parcial})=2 \times 3000 / 56.32 \times 400 \times 2.5=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: GR2-Bomba 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 550 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25=687.5 \text{ W.}$$

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO3)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.9 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total}) = 3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR2-Bomba 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$

$I = 687.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 3.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO3)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.9 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total}) = 3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR2-Bomba 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 230 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $230 \times 1.25 = 287.5 \text{ W.}$

$I = 287.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 1.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO3)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.31  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 287.5 / 53.72 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.37 \text{ V.} = 0.16 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Aut. Bipolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1÷1.6 A.  
Protección diferencial:  
Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.  
Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR2

- Tensión de servicio: 230 V.  
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared  
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;  
- Potencia aparente: 0.2 kVA.  
- Índice carga c: 0.312.

$I = C_t \times S_t \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.07  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO  
Electro-Sensor GR2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Electrov. 1 - GR2 | 10 W |
| Electrov. 2 - GR2 | 10 W |
| Sensor 1-GR2      | 10 W |
| Sensor 2-GR2      | 10 W |
| Sensor 3-GR2      | 10 W |
| TOTAL....         | 50 W |



- Potencia Instalada Fuerza (W): 50

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR2

- Tensión de servicio: 24 V.  
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared  
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 50 W.  
- Potencia de cálculo:  
50 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=50/24 \times 0.8=2.6$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.77

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 50 / 53.63 \times 24 \times 1.5=0.02$  V.=0.06 %

$e(\text{total})=0.06\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 1 - GR2

- Tensión de servicio: 24 V.  
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.  
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;  
- Potencia a instalar: 10 W.  
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I=10/24 \times 0.8=0.52$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO4)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21$  V.=0.86 %

$e(\text{total})=0.93\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contacto Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 2 - GR2

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO4)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1-GR2

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO4)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2-GR2

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO4)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 3-GR2

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO4)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Inundación GR2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.25.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.07  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$



$e(\text{total})=3.04\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Inundación GR2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                    |      |
|--------------------|------|
| Posible Estacion 5 | 10 W |
| Posible Estacion 6 | 10 W |
| Posible Estacion 8 | 10 W |
| Posible Estacion 8 | 10 W |
| TOTAL.....         | 40 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40

Cálculo de la Línea: Inundación GR2

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 40 W.

- Potencia de cálculo:

40 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=40/24 \times 0.8=2.08$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 40 / 53.68 \times 24 \times 1.5=0.01$  V.=0.05 %

$e(\text{total})=0.05\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 5

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 23 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.22 \text{ V.}=0.94 \%$$

$$e(\text{total})=0.99\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 6

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 9 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 9 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.09 \text{ V.}=0.37 \%$$

$$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 8

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 39 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 25.03  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 39 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5 = 0.38 \text{ V.} = 1.59 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.64\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
Elemento de Maniobra:  
Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 8

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 17 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 25.03  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 17 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5 = 0.17 \text{ V.} = 0.69 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.74\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
Elemento de Maniobra:  
Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: GR2-Toma Muestras

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$I = 250 / 230 \times 0.8 = 1.36 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO3)

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 250 / 53.73 \times 230 \times 2.5 = 0.32 \text{ V} = 0.14 \%$

$e(\text{total}) = 3.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Calefaccion

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 3 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.64

$e(\text{parcial}) = 2 \times 3 \times 500 / 53.65 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V} = 0.04 \%$

$e(\text{total}) = 3.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Ventila/Extacc

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: 250 W.

$I = 250 / 230 \times 0.8 = 1.36 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 250 / 53.74 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ. Iluminación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I = 100 / 230 \times 0.8 = 0.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO Cuadro 1

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.69^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 62.796 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 22.82 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.69 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \square_{tcc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \square_{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Cuadro 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 111 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 12310 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25+11960=12647.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 12647.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 22.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 58 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 35.06

$$e(\text{parcial}) = 111 \times 12647.5 / 54.76 \times 400 \times 10 = 6.41 \text{ V.} = 1.6 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

SUBCUADRO

Cuadro 2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                    |       |
|--------------------|-------|
| Remota PLC C.2     | 500 W |
| GR3-Bomba 1        | 550 W |
| GR3-Bomba 2        | 550 W |
| GR3-Bomba 3        | 230 W |
| Electro-Sensor GR3 | 200 W |
| Inundación GR3     | 200 W |
| GR3-Toma Muestras  | 250 W |



|                     |         |
|---------------------|---------|
| TC usos varios 1    | 2000 W  |
| TC usos varios 2    | 2000 W  |
| TC usos varios 3    | 3000 W  |
| GR4-Bomba 1         | 550 W   |
| GR4-Bomba 2         | 550 W   |
| GR4-Bomba 3         | 230 W   |
| Electro-Sensor GR4  | 200 W   |
| Inundación GR4      | 200 W   |
| GR4-Toma Muestras   | 250 W   |
| Circ.Calefaccion    | 500 W   |
| Circ.Ventila/Extacc | 250 W   |
| Circ.Illuminacion   | 100 W   |
| TOTAL.....          | 12310 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 12310

#### Cálculo de la Línea: Remota PLC C.2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.47

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 500 / 56.78 \times 230 \times 2.5=0.06 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: GR3-Bomba 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25=687.5 W.

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO5)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.9 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5+4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactador Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR3-Bomba 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 550 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$

$I = 687.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 3.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO5)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.9 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5+4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactador Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR3-Bomba 3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 230 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$230 \times 1.25 = 287.5 \text{ W.}$

$I = 287.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 1.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO5)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.31  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 287.5 / 53.72 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.37 \text{ V.} = 0.16 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Aut. Bipolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1÷1.6 A.  
Protección diferencial:  
Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.  
Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.312.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.07  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO  
Electro-Sensor GR3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Electrov. 1 - GR3 | 10 W |
| Electrov. 2 - GR3 | 10 W |
| Sensor 1 - GR3    | 10 W |
| Sensor 2 - GR3    | 10 W |
| Sensor 3 - GR3    | 10 W |
| TOTAL....         | 50 W |



- Potencia Instalada Fuerza (W): 50

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo:

50 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=50/24 \times 0.8=2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.77

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 50 / 53.63 \times 24 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 1 - GR3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO6)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 2 - GR3

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO6)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1 - GR3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO6)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2 - GR3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO6)

Caída de tensión:  
 Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 3 - GR3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 15.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO6)

Caída de tensión:  
 Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Inundación GR3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.25.

$$I = C_t \times S_t \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
 Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 40.07  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$



$e(\text{total})=3.59\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Inundación GR3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                     |      |
|---------------------|------|
| Posible Estacion 9  | 10 W |
| Posible Estacion 10 | 10 W |
| Posible Estacion 11 | 10 W |
| Posible Estacion 12 | 10 W |
| TOTAL....           | 40 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40

Cálculo de la Línea: Inundación GR3

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 40 W.

- Potencia de cálculo:

40 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=40/24 \times 0.8=2.08$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 40/53.68 \times 24 \times 1.5=0.01$  V.=0.05 %

$e(\text{total})=0.05\%$  ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 9

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 39 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 39 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.38 \text{ V.}=1.59 \%$$

$$e(\text{total})=1.64\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 10

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 17 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 17 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.17 \text{ V.}=0.69 \%$$

$$e(\text{total})=0.74\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 11

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 23 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 23 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5 = 0.22 \text{ V} = 0.94 \%$

$e(\text{total}) = 0.99\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 12

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 9 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5 = 0.09 \text{ V} = 0.37 \%$

$e(\text{total}) = 0.42\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: GR3-Toma Muestras

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$I = 250 / 230 \times 0.8 = 1.36 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO5)

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40.23

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 250 / 53.73 \times 230 \times 2.5 = 0.32 \text{ V.} = 0.14 \%$

$e(\text{total}) = 3.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I = 2000 / 230 \times 0.8 = 10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C ( $F_c=1$ ) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 2000 / 55.29 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total}) = 3.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I = 2000 / 230 \times 0.8 = 10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C ( $F_c=1$ ) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 2000 / 55.29 \times 230 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total}) = 3.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.61

$$e(\text{parcial})=2 \times 3000 / 56.32 \times 400 \times 2.5=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: GR4-Bomba 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\Omega$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25=687.5 W.

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO7)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1=0.9 \text{ V.}=0.39 \%$$

$$e(\text{total})=3.97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:



Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.  
Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR4-Bomba 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W}$ .

$$I = 687.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO7)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.9 \text{ V.} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5+4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: GR4-Bomba 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 230 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $230 \times 1.25 = 287.5 \text{ W}$ .

$$I = 287.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 1.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO7)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.31

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 287.5 / 53.72 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.37 \text{ V.} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1+1.6 A.

Protección diferencial:



Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.  
Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1; Xu(m<sup>2</sup>/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.312.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor GR4

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Electrov. 1 - GR4 | 10 W |
| Electrov. 2 - GR4 | 10 W |
| Sensor 1-GR4      | 10 W |
| Sensor 2-GR4      | 10 W |
| Sensor 3-GR4      | 10 W |
| TOTAL....         | 50 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 50

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m<sup>2</sup>/m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo:  
50 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 50 / 24 \times 0.8 = 2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.77  
 $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 50 / 53.63 \times 24 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.06 \%$   
 $e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 1 - GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO8)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
Elemento de Maniobra:  
Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 2 - GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO8)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
 Elemento de Maniobra:  
 Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1-GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO8)

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2-GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO8)

Caída de tensión:  
 Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.21 \text{ V.} = 0.86 \%$   
 $e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
 I. Mag. Bipolar Int. 2 A.



#### Cálculo de la Línea: Sensor 3-GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO8)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.21 \text{ V.}=0.86 \%$$

$$e(\text{total})=0.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

#### Cálculo de la Línea: Inundación GR4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.25.

$$I= Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230=1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### TRAFO INTERMEDIO

Inundación GR4

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                     |      |
|---------------------|------|
| Posible Estacion 13 | 10 W |
| Posible Estacion 14 | 10 W |
| Posible Estacion 15 | 10 W |
| Posible Estacion 16 | 10 W |
| TOTAL....           | 40 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40

Cálculo de la Línea: Inundación GR4

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 40 W.
- Potencia de cálculo:

40 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=40/24 \times 0.8=2.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 40 / 53.68 \times 24 \times 1.5=0.01 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 3 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 13

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 70 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.68 \text{ V.}=2.85 \%$$

$$e(\text{total})=2.9\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
Elemento de Maniobra:  
Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 14

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 55 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 55 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.54 \text{ V.}=2.24 \%$$

$$e(\text{total})=2.29\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
Elemento de Maniobra:  
Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 15

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 55 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 55 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.54 \text{ V.}=2.24 \%$$

$$e(\text{total})=2.29\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.  
Elemento de Maniobra:  
Contactor Bipolar In: 5 A.



#### Cálculo de la Línea: Posible Estacion 16

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 70 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.68 \text{ V.}=2.85 \%$$

$$e(\text{total})=2.9\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: GR4-Toma Muestras

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 20 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/230 \times 0.8=1.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO7)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 250 / 53.73 \times 230 \times 2.5=0.32 \text{ V.}=0.14 \%$$

$$e(\text{total})=3.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Circ.Calefaccion

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.64

$$e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 500 / 53.65 \times 230 \times 2.5=0.1 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=3.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Ventila/Extacc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/230 \times 0.8=1.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 250 / 53.74 \times 230 \times 2.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Illuminacion

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I=100/230 \times 0.8=0.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 2.5=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

#### CÁLCULO DE EMBARRADO Cuadro 2

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm<sup>2</sup>): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, lx, Wy, ly (cm<sup>3</sup>,cm<sup>4</sup>) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

##### a) Cálculo electrodinámico

$$\square_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.51^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 34.381 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

##### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 22.82 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

##### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 0.51 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \square_{\text{tcc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \square_{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

#### Cálculo de la Línea: Cuadro 3



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 125 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m<sup>2</sup>/m): 0;
- Potencia a instalar: 12480 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25+12230=12917.5 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=12917.5/1,732 \times 400 \times 0.8=23.31 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 58 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 35.5

$$e(\text{parcial})=125 \times 12917.5 / 54.67 \times 400 \times 10 = 7.38 \text{ V.} = 1.85 \%$$

$$e(\text{total})=3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

## SUBCUADRO

Cuadro 3

## DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Remota PLC C.3      | 500 W  |
| FP1-Bomba 1         | 550 W  |
| FP1-Bomba 2         | 550 W  |
| FP1-Bomba 3         | 230 W  |
| Electro-Sensor FP1  | 200 W  |
| Inundación FP-ZD    | 200 W  |
| FP1-Toma Muestras   | 250 W  |
| TC usos varios 1    | 2000 W |
| TC usos varios 2    | 2000 W |
| TC usos varios 3    | 3000 W |
| Electro-Sensor FP2  | 200 W  |
| Electro-Sensor FP3  | 200 W  |
| Electro-Sensor ZD2  | 200 W  |
| ZD1-Bomba 1         | 550 W  |
| ZD1-Bomba 2         | 550 W  |
| ZD1-Toma Muestras   | 250 W  |
| Electro-Sensor ZD1  | 200 W  |
| Circ.Calefaccion    | 500 W  |
| Circ.Ventila/Extacc | 250 W  |
| Circ.Iluminacion    | 100 W  |

TOTAL..... 12480 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 12480

Cálculo de la Línea: Remota PLC C.3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 20 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.47

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 500 / 56.78 \times 230 \times 2.5=0.61 \text{ V.}=0.27 \%$$

$$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: FP1-Bomba 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 27 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25=687.5 W.

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO9)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1=1.21 \text{ V.}=0.53 \%$$

$$e(\text{total})=4.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.  
Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: FP1-Bomba 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 27 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $550 \times 1.25 = 687.5$  W.

$$I = 687.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO9)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 27 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.21 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: FP1-Bomba 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 27 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 230 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $230 \times 1.25 = 287.5$  W.

$$I = 287.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 1.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO9)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.31

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 27 \times 287.5 / 53.72 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.5 \text{ V.} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1÷1.6 A.

Protección diferencial:



Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.  
Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor FP1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.312.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor FP1

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Electrov. 1 - FP1 | 10 W |
| Electrov. 2 - FP1 | 10 W |
| Sensor 1 - FP1    | 10 W |
| Sensor 2 - FP1    | 10 W |
| Sensor 3 - FP1    | 10 W |
| TOTAL....         | 50 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 50

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor FP1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo:  
50 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 50 / 24 \times 0.8 = 2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.77

e(parcial)= $2 \times 0.3 \times 50 / 53.63 \times 24 \times 1.5 = 0.02$  V.=0.06 %

e(total)=0.06% ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 3 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 1 - FP1

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 25 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

I= $10 / 24 \times 0.8 = 0.52$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO10)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

e(parcial)= $2 \times 25 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.26$  V.=1.08 %

e(total)=1.14% ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Electrov. 2 - FP1

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.

- Longitud: 25 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

I= $10 / 24 \times 0.8 = 0.52$  A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO10)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.26 \text{ V.} = 1.08 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1 - FP1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 25 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO10)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.26 \text{ V.} = 1.08 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2 - FP1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 25 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$I = 10 / 24 \times 0.8 = 0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO10)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.26 \text{ V.} = 1.08 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.



#### Cálculo de la Línea: Sensor 3 - FP1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 25 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO10)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.26 \text{ V.}=1.08 \%$$

$$e(\text{total})=1.14\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

#### Cálculo de la Línea: Inundación FP-ZD

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.312.

$$I= Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230=1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Inundación FP-ZD

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                     |      |
|---------------------|------|
| Posible Estacion 17 | 10 W |
| Posible Estacion 18 | 10 W |
| Posible Estacion 19 | 10 W |
| Posible Estacion 20 | 10 W |
| Posible Estacion 21 | 10 W |
| TOTAL....           | 50 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 50

Cálculo de la Línea: Inundación FP-ZD

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo:

50 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=50/24 \times 0.8=2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.77

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 50 / 53.63 \times 24 \times 1.5=0.02 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 3 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 17

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 35 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.34 \text{ V.}=1.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 18

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 35 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.34 \text{ V.}=1.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Posible Estacion 19

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 35 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.34 \text{ V.}=1.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactor Bipolar In: 5 A.



#### Cálculo de la Línea: Posible Estacion 20

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 35 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.34 \text{ V.}=1.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: Posible Estacion 21

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 35 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 35 \times 10 / 56.88 \times 24 \times 1.5=0.34 \text{ V.}=1.42 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: FP1-Toma Muestras

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 27 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/230 \times 0.8=1.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO9)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 250 / 53.73 \times 230 \times 2.5=0.44 \text{ V.}=0.19 \%$$

$$e(\text{total})=4.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 2000 / 55.29 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=3.94\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 32.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 2 \times 2000/55.29 \times 230 \times 2.5=0.25 \text{ V.}=0.11 \%$$

$$e(\text{total})=3.94\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC usos varios 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.61

$$e(\text{parcial})=2 \times 3000/56.32 \times 400 \times 2.5=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=3.85\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor FP2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.125.

$$I= Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000/230=1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor FP2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|              |      |
|--------------|------|
| Sensor 1-FP2 | 10 W |
| Sensor 2-FP2 | 10 W |
| TOTAL....    | 20 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor FP2

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 20 W.

- Potencia de cálculo:

20 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 20 / 24 \times 0.8 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 20 / 53.75 \times 24 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 3 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1-FP2

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 27 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO11)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.28 \text{ V.}=1.16 \%$$

$$e(\text{total})=1.19\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2-FP2

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 27 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO11)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.28 \text{ V.}=1.16 \%$$

$$e(\text{total})=1.19\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor FP3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.125.

$$I= C_t \times S_t \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230=1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor FP3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|              |      |
|--------------|------|
| Sensor 1-FP3 | 10 W |
| Sensor 2-FP3 | 10 W |
| TOTAL....    | 20 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor FP3

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m $\square$ /m): 0;

- Potencia a instalar: 20 W.

- Potencia de cálculo:

20 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 20 / 24 \times 0.8 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 20 / 53.75 \times 24 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 3 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1-FP3

- Tensión de servicio: 24 V.



- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 34 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO12)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 34 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.35 \text{ V.}=1.46 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2-FP3

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 34 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO12)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 34 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.35 \text{ V.}=1.46 \%$$

$$e(\text{total})=1.49\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor ZD2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m;Cos (Fi): 1; Xu(m□/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.125.

$$I= Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230=1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor ZD2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|              |      |
|--------------|------|
| Sensor 1-ZD2 | 10 W |
| Sensor 2-ZD2 | 10 W |
| TOTAL....    | 20 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor ZD2

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;

- Potencia a instalar: 20 W.

- Potencia de cálculo:

20 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 20 / 24 \times 0.8 = 1.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 20 / 53.75 \times 24 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 3 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1-ZD2

- Tensión de servicio: 24 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 11 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO15)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 11 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.11 \text{ V.}=0.47 \%$$

$$e(\text{total})=0.5\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2-ZD2

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 11 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO15)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 11 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.11 \text{ V.}=0.47 \%$$

$$e(\text{total})=0.5\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: ZD1-Bomba 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 11 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
550x1.25=687.5 W.

$$I=687.5/230 \times 0.8 \times 1=3.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO13)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$e(\text{parcial}) = 2 \times 11 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.49 \text{ V} = 0.21 \%$

$e(\text{total}) = 4.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5+4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactador Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: ZD1-Bomba 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 11 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$

$I = 687.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 3.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO13)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$e(\text{parcial}) = 2 \times 11 \times 687.5 / 53.44 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.49 \text{ V} = 0.21 \%$

$e(\text{total}) = 4.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5+4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Contactador Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: ZD1-Toma Muestras

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 11 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$I = 250 / 230 \times 0.8 = 1.36 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO13)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.23  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 11 \times 250 / 53.73 \times 230 \times 2.5 = 0.18 \text{ V.} = 0.08 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Electro-Sensor ZD1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos (Fi): 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia aparente: 0.2 kVA.
- Índice carga c: 0.25.

$$I = Ct \times St \times 1000 / U = 1.25 \times 0.2 \times 1000 / 230 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.07  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 200 / 53.76 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

TRAFO INTERMEDIO

Electro-Sensor ZD1

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Electrov. 1 - ZD1 | 10 W |
| Electrov. 2 - ZD1 | 10 W |
| Sensor 1 - ZD1    | 10 W |
| Sensor 2 - ZD1    | 10 W |
| TOTAL....         | 40 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40

#### Cálculo de la Línea: Electro-Sensor ZD1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 40 W.
- Potencia de cálculo:
- 40 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=40/24 \times 0.8=2.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 40 / 53.68 \times 24 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### Cálculo de la Línea: Electrov. 1 - ZD1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 15 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO14)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.65 \%$$

$$e(\text{total})=0.7\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 5 A.

#### Cálculo de la Línea: Electrov. 2 - ZD1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 15 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;



- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO14)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.15 \text{ V.}=0.65 \%$$

$$e(\text{total})=0.7\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Elemento de Maniobra:

Contacto Bipolar In: 5 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 1 - ZD1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 15 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO14)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5=0.15 \text{ V.}=0.65 \%$$

$$e(\text{total})=0.7\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Sensor 2 - ZD1

- Tensión de servicio: 24 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 15 m;Cos (Fi): 0.8; Xu(m□/m): 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/24 \times 0.8=0.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15.5 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 50 mm. (Tubo compartido: TUBO14)

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.06  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 10 / 53.76 \times 24 \times 1.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.65 \%$   
 $e(\text{total}) = 0.7\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 2 A.

Cálculo de la Línea: Circ.Calefaccion

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I = 500 / 230 \times 0.8 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:  
Temperatura cable (°C): 40.64  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 3 \times 500 / 53.65 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:  
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.  
Protección diferencial:  
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ.Ventila/Extacc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2 m; Cos (Fi): 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$I = 250 / 230 \times 0.8 = 1.36 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19  
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16  
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 250 / 53.74 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total}) = 3.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Circ. Iluminación

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult. Tubos Superf. o Emp. Obra
- Longitud: 6 m; Cos (Fi): 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

$I = 100 / 230 \times 0.8 = 0.54 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Bipolares  $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 3.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO Cuadro 3

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$  : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico



$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 0.47^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 28.631 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 23.31 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.47 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sigma_{tcc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### CALCULO DE EMBARRADO Caseta de Control

##### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

##### Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.13^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 593.517 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 87.96 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.13 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sigma_{tcc}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 5.57 \text{ kA}$$

#### CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

#### Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

#### Pletina adoptada

- Sección (mm²): 120
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 3
- Wx, lx, Wy, ly (cm³, cm⁴) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- I. admisible del embarrado (A): 420

#### a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 7.36^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1) = 939.952 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

#### b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 140.61 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

#### c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 7.36 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sigma_{tcc}) = 164 \cdot 120 \cdot 1 / (1000 \cdot 0.5) = 27.83 \text{ kA}$$

### 3.3.- RESUMEN DE CALCULOS ELECTRICOS

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

| Denominación          | P.Cálculo (W) | Dist.Cálculo (m) | Sección (mm²) | I.Cálculo (A) | I.Admi. (A) | C.T.Parc (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band. |
|-----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-------------|--------------|---------------|------------------------------------|
| LINEA GENERAL ALIMENT | 77929         | 1                | 4x70+TTx35C   | 140.6         | 19          | 0.1          | 0.1           | 14                                 |
| DERIVACION INC        | 77929         | 1                | 4x50+TTx25C   | 140.6         | 15          | 0.2          | 0.3           | 11                                 |
| Vario                 | 225           | 0                | 2x6C          | 12.2          | 5           | 0.0          | 0.3           |                                    |
| Puerto                | 50            | 1                | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7           | 2           | 0.1          | 0             | 2                                  |
| C.Incendio            | 25            | 1                | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3           | 2           | 0.0          | 0.4           | 2                                  |
| PLC                   | 150           | 1                | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1           | 2           | 0.4          | 0.7           | 2                                  |
| Alumbr.               | 81            | 0                | 2x1.5C        | 4             | 2           | 0.0          | 0.3           |                                    |
| Alumbrado             | 72            | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 3.1           | 2           | 0.5          | 0.8           | 1                                  |
| Emergencia            | 9             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.3           | 2           | 0.0          | 0.4           | 1                                  |
| Alumbr.               | 81            | 0                | 2x1.5C        | 4             | 2           | 0.0          | 0.3           |                                    |
| Alumbrado             | 72            | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 3.1           | 2           | 0.5          | 0.8           | 1                                  |
| Emergencia            | 9             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.3           | 2           | 0.0          | 0.4           | 1                                  |
| Alumbr.               | 81            | 0                | 2x1.5C        | 4             | 2           | 0.0          | 0.3           |                                    |
| Alumbrado             | 72            | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 3.1           | 2           | 0.5          | 0.8           | 1                                  |
| Emergencia            | 9             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.3           | 2           | 0.0          | 0.4           | 1                                  |
| Ench.                 | 300           | 0                | 2x4C          | 16            | 4           | 0.0          | 0.3           |                                    |



|                    |       |    |               |      |   |     |     |   |
|--------------------|-------|----|---------------|------|---|-----|-----|---|
| Enchufe            | 150   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1  | 2 | 0.4 | 0.7 | 2 |
| Enchufe            | 150   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1  | 2 | 0.4 | 0.7 | 2 |
| Ench.              | 300   | 0. | 2x4C          | 16.  | 4 | 0.0 | 0.3 | 2 |
| Enchufe            | 150   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1  | 2 | 0.4 | 0.7 | 2 |
| Enchufe            | 150   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1  | 2 | 0.4 | 0.7 | 2 |
| Ench.              | 300   | 0. | 2x4C          | 16.  | 4 | 0.0 | 0.3 | 2 |
| Enchufe            | 150   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1  | 2 | 0.4 | 0.7 | 2 |
| Enchufe            | 150   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1  | 2 | 0.4 | 0.7 | 2 |
| Aire Ac.           | 750   | 0. | 4x2.5C        | 13.5 | 2 | 0.0 | 0.3 | 2 |
| A/A.               | 250   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5 | 2 | 0.7 | 1.0 | 2 |
| A/A.               | 250   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5 | 2 | 0.7 | 1.0 | 2 |
| A/A.               | 250   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5 | 2 | 0.7 | 1.0 | 2 |
| Aire Ac.           | 775   | 0. | 4x4C          | 13.9 | 3 | 0.0 | 0.3 | 2 |
| A/A.               | 250   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5 | 2 | 0.7 | 1.0 | 2 |
| A/A.               | 250   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5 | 2 | 0.7 | 1.0 | 2 |
| A/A.               | 250   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5 | 2 | 0.7 | 1.0 | 2 |
| Telecomunicaciones | 25    | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3  | 2 | 0.0 | 0.4 | 2 |
| Division Sistema   | 25    | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3  | 2 | 0.1 | 0.4 | 2 |
| Caseta de Control  | 48749 | 6  | 4x25+TTx16C   | 87.9 | 9 | 1.6 | 1.9 | 9 |

### Cortocircuito

| Denominación               | Longitud (m) | Sección (mm²) | I <sub>pcc1</sub> (kA) | P de C (kA) | I <sub>pccF</sub> (A) | I <sub>mcc</sub> (sg) | t <sub>ficc</sub> (sg) | L <sub>máx</sub> (m) | Curva válida |
|----------------------------|--------------|---------------|------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|--------------|
| LINEA GENERAL ALIMENTACIÓN | 1            | 4x70+TTx35C   | 1                      | 5           | 4530.8                | 4.8                   | 0.24                   | 240.4                | 16.0         |
| DERIVACIÓN INCENDIO        | 1            | 4x50+TTx25C   | 10.0                   | 1           | 3679.0                | 3.7                   |                        |                      | 16.0         |
| Vario                      | 0.           | 2x6C          | 8.1                    |             | 3512.3                | 0.0                   |                        |                      | 16.0         |
| Puerto                     | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.                     | 1           | 744.2                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| C. Incendio                | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.                     | 1           | 744.2                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| PLC                        | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.                     | 1           | 744.2                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Alumbr.                    | 0.           | 2x1.5C        | 8.1                    |             | 3090.0                |                       |                        |                      | 16.0         |
| Alumbrado                  | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 6.8                    | 1           | 335.4                 | 0.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Emergencia                 | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 6.8                    | 1           | 335.4                 | 0.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Alumbr.                    | 0.           | 2x1.5C        | 8.1                    |             | 3090.0                |                       |                        |                      | 16.0         |
| Alumbrado                  | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 6.8                    | 1           | 335.4                 | 0.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Emergencia                 | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 6.8                    | 1           | 335.4                 | 0.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Alumbr.                    | 0.           | 2x1.5C        | 8.1                    |             | 3090.0                |                       |                        |                      | 16.0         |
| Alumbrado                  | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 6.8                    | 1           | 335.4                 | 0.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Emergencia                 | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 6.8                    | 1           | 335.4                 | 0.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Ench.                      | 0.           | 2x4C          | 8.1                    |             | 3434.3                | 0.0                   |                        |                      | 16.0         |
| Enchufe                    | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Enchufe                    | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Ench.                      | 0.           | 2x4C          | 8.1                    |             | 3434.3                | 0.0                   |                        |                      | 16.0         |
| Enchufe                    | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Enchufe                    | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Ench.                      | 0.           | 2x4C          | 8.1                    |             | 3434.3                | 0.0                   |                        |                      | 16.0         |
| Enchufe                    | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Enchufe                    | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Aire Ac.                   | 0.           | 4x2.5C        | 8.1                    |             | 3302.1                | 0.0                   |                        |                      | 16.0         |
| A/A.                       | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.3                    | 1           | 734.0                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| A/A.                       | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.3                    | 1           | 734.0                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| A/A.                       | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.3                    | 1           | 734.0                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Aire Ac.                   | 0.           | 4x4C          | 8.1                    |             | 3434.3                | 0.0                   |                        |                      | 16.0         |
| A/A.                       | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| A/A.                       | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| A/A.                       | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Telecomunicaciones         | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 7.6                    | 1           | 740.5                 | 0.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Division Sistema           | 1            | 2x2.5+TTx2.5C | 8.1                    | 1           | 536.8                 | 0.4                   |                        |                      | 16.0         |
| Caseta de Control          | 6            | 4x25+TTx16C   | 8.1                    | 1           | 1067.                 | 11.2                  |                        |                      | 100.0        |

### Subcuadro Caseta de Control

| Denominación           | P.Cálculo (W) | Dist.Cálculo (m) | Sección (mm²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band. |
|------------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|------------|--------------|---------------|------------------------------------|
| Alumbrado              | 662.          | 0.               | 2x1.5C        | 3.            | 2          | 0.0          | 1.9           |                                    |
| Alumbr.                | 626.          |                  | 2x1.5+TTx1.5C | 2.7           | 17.        | 0.2          | 2.2           | 1                                  |
| Al. Emerg.             | 3             |                  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.1           | 17.        | 0.0          |               | 1                                  |
| Estación Meteorológica | 80            |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 4.3           | 2          | 0.1          | 2.1           | 2                                  |
| PLC                    | 250           |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 13.5          | 2          | 0.4          | 2.4           | 2                                  |
| HMI (Pantalla)         | 100           |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 5.4           | 2          | 0.1          | 2.1           | 2                                  |



|                    |       |    |               |      |   |     |     |   |
|--------------------|-------|----|---------------|------|---|-----|-----|---|
| TC usos varios     | 200   |    | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8 | 2 | 0.3 | 2.3 | 2 |
| TC usos varios     | 200   |    | 4x2.5+TTx2.5C | 3.6  | 2 | 0.0 | 2.0 | 2 |
| Reserva            | 50    |    | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7  | 2 | 0.0 | 2.0 | 2 |
| Reserva            | 50    |    | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7  | 2 | 0.0 | 2.0 | 2 |
| Circ.Calefaccio    | 50    |    | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7  | 2 | 0.0 | 2.0 | 2 |
| Circ.Ventila/Extac | 25    |    | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3  | 2 | 0.0 |     | 2 |
| Circ.Iuminacio     | 10    |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5  | 2 | 0.0 |     | 2 |
| Cuadro             | 12647 | 7  | 4x10+TTx10C   | 22.8 | 5 | 1.0 | 3.0 | 6 |
| Cuadro             | 12647 | 11 | 4x10+TTx10C   | 22.8 | 5 | 1.1 | 3.5 | 6 |
| Cuadro             | 12917 | 12 | 4x10+TTx10C   | 23.3 | 5 | 1.8 | 3.8 | 6 |

### Cortocircuito

| Denominación       | Longitud (m) | Sección (mm²) | IpccI (kA) | P de C (kA) | IpccF (A) | Iacc (sg) | Iacc (sg) | Lmáx (m) | Curva válida |
|--------------------|--------------|---------------|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------|
| Alumbrad           | 0            | 2x1.5C        | 2.3        |             | 1010.1    | 0.0       |           |          |              |
| Alumb              |              | 2x1.5+TTx1.5C | 2.2        | 4           | 415.0     | 0.2       |           |          | 10.0         |
| Al Emerge          |              | 2x1.5+TTx1.5C | 2.2        | 4           | 415.0     | 0.2       |           |          | 10.0         |
| Estación Meteorolo |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| PLC                |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| HMI (Pantalla      |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 4x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| Reserva            |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| Reserva            |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| Circ.Calefaccio    |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 796.2     | 0         |           |          | 16.0         |
| Circ.Ventila/Extac |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 869.9     | 0.1       |           |          | 16.0         |
| Circ.Iuminacio     |              | 2x2.5+TTx2.5C | 2.3        | 4           | 634.8     | 0.3       |           |          | 16.0         |
| Cuadro             | 7            | 4x10+TTx10C   | 2.3        | 4           | 347.2     | 16.9      |           |          | 40.0         |
| Cuadro             | 11           | 4x10+TTx10C   | 2.3        | 4           | 256.9     | 30.9      |           |          | 40.0         |
| Cuadro             | 12           | 4x10+TTx10C   | 2.3        | 4           | 234.4     | 37        |           |          | 40.0         |

### Subcuadro Cuadro 1

| Denominación      | P.Cálculo (W) | Dist.Cál. (m) | Sección (mm²) | I.Cálculo (A) | I.Admi. (A) | C.T.Parc (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|---------------|----------------------------------|
| Remota PLC-C      | 50            |               | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7           | 3           | 0.0          | 3.0           | 3                                |
| GR1-Bomba         | 687           | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2           | 0.3          | 3.4           | 5                                |
| GR1-Bomba         | 687           | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2           | 0.3          | 3.4           | 5                                |
| GR1-Bomba         | 287           | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 1.5           | 2           | 0.1          | 3             | 5                                |
| Electro-Sensor GR | 25            |               | 2x2.5C        | 1.0           | 3           | 0.0          | 3.0           |                                  |
| Electro-Sensor GR | 5             | 0             | 2x1.5C        | 2             | 2           | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Electrov. 1 - GR  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Electrov. 2 - GR  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Sensor 1 - GR     | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Sensor 2 - GR     | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Sensor 3 - GR     | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Inundación GR     | 25            |               | 2x2.5C        | 1.0           | 3           | 0.0          | 3.0           |                                  |
| Inundación GR     | 4             | 0             | 2x1.5C        | 2.0           | 2           | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Posible Estacion  | 1             | 3             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2           | 1.5          | 1.6           | 2                                |
| Posible Estacion  | 1             | 1             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2           | 0.6          | 0.7           | 2                                |
| Posible Estacion  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2           | 0.9          | 0.9           | 2                                |
| Posible Estacion  | 1             |               | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2           | 0.3          | 0.4           | 2                                |
| GR1-Toma Muestra  | 25            | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3           | 2           | 0.1          | 3.1           | 5                                |
| TC usos varios    | 200           |               | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8          | 3           | 0.1          | 3.1           | 3                                |
| TC usos varios    | 200           |               | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8          | 3           | 0.1          | 3.1           | 3                                |
| TC usos varios    | 300           |               | 4x2.5+TTx2.5C | 5.4           | 2           | 0.0          | 3.0           | 3                                |
| GR2-Bomba         | 687           | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2           | 0.3          | 3.4           | 5                                |
| GR2-Bomba         | 687           | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2           | 0.3          | 3.4           | 5                                |
| GR2-Bomba         | 287           | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 1.5           | 2           | 0.1          | 3             | 5                                |
| Electro-Sensor GR | 25            |               | 2x2.5C        | 1.0           | 3           | 0.0          | 3.0           |                                  |
| Electro-Sensor GR | 5             | 0             | 2x1.5C        | 2             | 2           | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Electrov. 1 - GR  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Electrov. 2 - GR  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Sensor 1-GR       | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Sensor 2-GR       | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Sensor 3-GR       | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15          | 0.8          | 0.9           | 5                                |
| Inundación GR     | 25            |               | 2x2.5C        | 1.0           | 3           | 0.0          | 3.0           |                                  |
| Inundación GR     | 4             | 0             | 2x1.5C        | 2.0           | 2           | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Posible Estacion  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2           | 0.9          | 0.9           | 2                                |



|                    |    |   |               |     |   |     |     |   |
|--------------------|----|---|---------------|-----|---|-----|-----|---|
| Posible Estacion   | 1  |   | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5 | 2 | 0.3 | 0.4 | 2 |
| Posible Estacion   | 1  | 3 | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5 | 2 | 1.5 | 1.6 | 2 |
| Posible Estacion   | 1  | 1 | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5 | 2 | 0.6 | 0.7 | 2 |
| GR2-Toma Muestra   | 25 | 2 | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3 | 2 | 0.1 | 3.1 | 5 |
| Circ.Calefaccio    | 50 |   | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7 | 2 | 0.0 | 3.0 | 2 |
| Circ.Ventila/Extac | 25 |   | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3 | 2 | 0.0 | 3.0 | 2 |
| Circ.Illuminacio   | 10 |   | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 2 | 0.0 | 3.0 | 2 |

### Cortocircuito

| Denominación       | Longitud (m) | Sección (mm²) | I <sub>pccL</sub> (kA) | P de C (kA) | I <sub>pccF</sub> (A) | I <sub>mcc</sub> (sg) | t <sub>ficc</sub> (sg) | L <sub>máx</sub> (m) | Curva válida |
|--------------------|--------------|---------------|------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|--------------|
| Remota PLC-C.      |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 323.3                 | 1.2                   |                        |                      | 16.0         |
| GR1-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 4.0          |
| GR1-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 4.0          |
| GR1-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 1.6.0        |
| Electro-Sensor GR  |              | 2x2.5C        | 0.7                    | 4.          | 334.8                 | 1.1                   |                        |                      | 10.0         |
| Electro-Sensor GR  | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.5                  | 109.0                 |                        |                      |              |
| Electrov. 1 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Electrov. 2 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 1 - GR      | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 2 - GR      | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 3 - GR      | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Inundación GR      |              | 2x2.5C        | 0.7                    | 4.          | 334.8                 | 1.1                   |                        |                      | 10.0         |
| Inundación GR      | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.5                  | 109.0                 |                        |                      |              |
| Posible Estacion   | 3            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 8.9                   | 574.6                 |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion   | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 13.1                  | 267.0                 |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.6                  | 339.3                 |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion   |              | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 15.8                  | 184.0                 |                        |                      | 2.0          |
| GR1-Toma Muestra   | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 323.3                 | 1.2                   |                        |                      | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 323.3                 | 1.2                   |                        |                      | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 4x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 323.3                 | 1.2                   |                        |                      | 16.0         |
| GR2-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 4.0          |
| GR2-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 4.0          |
| GR2-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 1.6.0        |
| Electro-Sensor GR  |              | 2x2.5C        | 0.7                    | 4.          | 334.8                 | 1.1                   |                        |                      | 10.0         |
| Electro-Sensor GR  | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.5                  | 109.0                 |                        |                      |              |
| Electrov. 1 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Electrov. 2 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 1-GR        | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 2-GR        | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 3-GR        | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.1                 |                        |                      | 2.0          |
| Inundación GR      |              | 2x2.5C        | 0.7                    | 4.          | 334.8                 | 1.1                   |                        |                      | 10.0         |
| Inundación GR      | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.5                  | 109.0                 |                        |                      |              |
| Posible Estacion   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.6                  | 339.3                 |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion   |              | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 15.8                  | 184.0                 |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion   | 3            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 8.9                   | 574.6                 |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion   | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 13.1                  | 267.0                 |                        |                      | 2.0          |
| GR2-Toma Muestra   | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 199.5                 | 3.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Circ.Calefaccio    |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 312.5                 | 1.3                   |                        |                      | 16.0         |
| Circ.Ventila/Extac |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 323.3                 | 1.2                   |                        |                      | 16.0         |
| Circ.Illuminacio   |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.7                    | 4.          | 284.1                 | 1.5                   |                        |                      | 16.0         |

### Subcuadro Cuadro 2

| Denominación      | P.Cálculo (W) | Dist.Cál. (m) | Sección (mm²) | I.Cálculo (A) | I.Admi. (A) | C.T.Parce (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm)<br>Tubo,Canal,Band. |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------------------------------|
| Remota PLC C.     | 50            |               | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7           | 3           | 0.0           | 3.6           | 3                                   |
| GR3-Bomba         | 687.          | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2           | 0.3           | 3.9           | 5                                   |
| GR3-Bomba         | 687.          | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2           | 0.3           | 3.9           | 5                                   |
| GR3-Bomba         | 287.          | 2             | 2x2.5+TTx2.5C | 1.5           | 2           | 0.1           | 3.7           | 5                                   |
| Electro-Sensor GR | 25            |               | 2x2.5C        | 1.0           | 3           | 0.0           | 3.5           |                                     |
| Electro-Sensor GR | 5             | 0.            | 2x1.5C        | 2.            | 2           | 0.0           | 0.0           |                                     |
| Electrov. 1 - GR  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.         | 0.8           | 0.9           | 5                                   |
| Electrov. 2 - GR  | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.         | 0.8           | 0.9           | 5                                   |
| Sensor 1 - GR     | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.         | 0.8           | 0.9           | 5                                   |
| Sensor 2 - GR     | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.         | 0.8           | 0.9           | 5                                   |
| Sensor 3 - GR     | 1             | 2             | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.         | 0.8           | 0.9           | 5                                   |
| Inundación GR     | 25            |               | 2x2.5C        | 1.0           | 3           | 0.0           | 3.5           |                                     |



|                         |      |    |               |      |    |     |     |   |
|-------------------------|------|----|---------------|------|----|-----|-----|---|
| Inundación GR           | 4    | 0. | 2x1.5C        | 2.0  | 2  | 0.0 | 0.0 |   |
| Posible Estacion        | 1    | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 1.5 | 1.6 | 2 |
| Posible Estacion 1      | 1    | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 0.6 | 0.7 | 2 |
| Posible Estacion 1      | 1    | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 0.9 | 0.9 | 2 |
| Posible Estacion 1      | 1    | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 0.3 | 0.4 | 2 |
| GR3-Toma Muestra        | 25   | 2  | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3  | 2  | 0.1 | 3.7 | 5 |
| TC usos varios          | 200  |    | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8 | 3  | 0.1 | 3.6 | 3 |
| TC usos varios          | 200  |    | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8 | 3  | 0.1 | 3.6 | 3 |
| TC usos varios          | 300  |    | 4x2.5+TTx2.5C | 5.4  | 2  | 0.0 | 3.6 | 3 |
| GR4-Bomba               | 687. | 2  | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7  | 2  | 0.3 | 3.9 | 5 |
| GR4-Bomba               | 687. | 2  | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7  | 2  | 0.3 | 3.9 | 5 |
| GR4-Bomba               | 287. | 2  | 2x2.5+TTx2.5C | 1.5  | 2  | 0.1 | 3.7 | 5 |
| Electro-Sensor GR       | 25   |    | 2x2.5C        | 1.0  | 3  | 0.0 | 3.5 |   |
| Electro-Sensor GR       | 5    | 0. | 2x1.5C        | 2.   | 2  | 0.0 | 0.0 |   |
| Electrov. 1 - GR        | 1    | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 15 | 0.8 | 0.9 | 5 |
| Electrov. 2 - GR        | 1    | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 15 | 0.8 | 0.9 | 5 |
| Sensor 1-GR             | 1    | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 15 | 0.8 | 0.9 | 5 |
| Sensor 2-GR             | 1    | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 15 | 0.8 | 0.9 | 5 |
| Sensor 3-GR             | 1    | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 15 | 0.8 | 0.9 | 5 |
| Inundación GR           | 25   |    | 2x2.5C        | 1.0  | 3  | 0.0 | 3.5 |   |
| Inundación GR           | 4    | 0. | 2x1.5C        | 2.0  | 2  | 0.0 | 0.0 |   |
| Posible Estacion 1      | 1    | 7  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 2.8 | 2.  | 2 |
| Posible Estacion 1      | 1    | 5  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 2.2 | 2.2 | 2 |
| Posible Estacion 1      | 1    | 5  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 2.2 | 2.2 | 2 |
| Posible Estacion 1      | 1    | 7  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5  | 2  | 2.8 | 2.  | 2 |
| GR4-Toma Muestra        | 25   | 2  | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3  | 2  | 0.1 | 3.7 | 5 |
| Circ. Calefacción       | 50   |    | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7  | 2  | 0.0 | 3.6 | 2 |
| Circ. Ventilación/Extac | 25   |    | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3  | 2  | 0.0 | 3.  | 2 |
| Circ. Iluminación       | 10   |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5  | 2  | 0.0 | 3.  | 2 |

### Cortocircuito

| Denominación       | Longitud (m) | Sección (mm²) | I <sub>pccl</sub> (kA) | P de C (kA) | I <sub>pccl</sub> (A) | t <sub>mcicc</sub> (sg) | t <sub>ficc</sub> (sg) | L <sub>máx</sub> (m) | Curva válida |
|--------------------|--------------|---------------|------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|--------------|
| Remota PLC C.      |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 243.5                 | 2.1                     |                        |                      | 16.0         |
| GR3-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 4.0          |
| GR3-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 4.0          |
| GR3-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 1.6.0        |
| Electro-Sensor GR  |              | 2x2.5C        | 0.5                    | 4.          | 250.0                 | 2.0                     |                        |                      | 10.0         |
| Electro-Sensor GR  | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.                   | 109.5                   |                        |                      |              |
| Electrov. 1 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Electrov. 2 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 1 - GR      | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 2 - GR      | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 3 - GR      | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Inundación GR      |              | 2x2.5C        | 0.5                    | 4.          | 250.0                 | 2.0                     |                        |                      | 10.0         |
| Inundación GR      | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.                   | 109.5                   |                        |                      |              |
| Posible Estacion   | 3            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 8.9                   | 575.6                   |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion 1 | 1            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 13.1                  | 267.7                   |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion 1 | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.6                  | 340.1                   |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion 1 |              | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 15.7                  | 184.6                   |                        |                      | 2.0          |
| GR3-Toma Muestra   | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 243.5                 | 2.1                     |                        |                      | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 243.5                 | 2.1                     |                        |                      | 16.0         |
| TC usos varios     |              | 4x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 243.5                 | 2.1                     |                        |                      | 16.0         |
| GR4-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 4.0          |
| GR4-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 4.0          |
| GR4-Bomba          | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 166.0                 | 4.6                     |                        |                      | 1.6.0        |
| Electro-Sensor GR  |              | 2x2.5C        | 0.5                    | 4.          | 250.0                 | 2.0                     |                        |                      | 10.0         |
| Electro-Sensor GR  | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.                   | 109.5                   |                        |                      |              |
| Electrov. 1 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Electrov. 2 - GR   | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 1-GR        | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 2-GR        | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 3-GR        | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 12.3                  | 302.8                   |                        |                      | 2.0          |
| Inundación GR      |              | 2x2.5C        | 0.5                    | 4.          | 250.0                 | 2.0                     |                        |                      | 10.0         |
| Inundación GR      | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.                   | 109.5                   |                        |                      |              |
| Posible Estacion 1 | 7            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 6.1                   | 1207.2                  |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion 1 | 5            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 7.2                   | 872.7                   |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion 1 | 5            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 7.2                   | 872.7                   |                        |                      | 2.0          |
| Posible Estacion 1 | 7            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 6.1                   | 1207.2                  |                        |                      | 2.0          |



|                    |   |               |     |    |       |     |  |  |      |
|--------------------|---|---------------|-----|----|-------|-----|--|--|------|
| GR4-Toma Muestra   | 2 | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 166.0 | 4.6 |  |  | 16.0 |
| Circ.Calefaccio    |   | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 237.4 | 2.2 |  |  | 16.0 |
| Circ.Ventila/Extac |   | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 243.5 | 2.1 |  |  | 16.0 |
| Circ.Illuminacio   |   | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 220.6 | 2.6 |  |  | 16.0 |

### Subcuadro Cuadro 3

| Denominación       | P.Cálculo (W) | Dist.Cálculo (m) | Sección (mm²) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Parc (%) | C.T.Total (%) | Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band. |
|--------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|------------|--------------|---------------|----------------------------------|
| Remota PLC C.      | 50            | 2                | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7           | 3          | 0.2          | 4.0           | 3                                |
| FP1-Bomba          | 687.          | 2                | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2          | 0.5          | 4.3           | 5                                |
| FP1-Bomba          | 687.          | 2                | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2          | 0.5          | 4.3           | 5                                |
| FP1-Bomba          | 287.          | 2                | 2x2.5+TTx2.5C | 1.5           | 2          | 0.2          | 4.0           | 5                                |
| Electro-Sensor FP  | 25            |                  | 2x2.5C        | 1.0           | 3          | 0.0          | 3.8           |                                  |
| Electro-Sensor FP  | 5             | 0.               | 2x1.5C        | 2.            | 2          | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Electrov. 1 - FP   | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.0          | 1.1           | 5                                |
| Electrov. 2 - FP   | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.0          | 1.1           | 5                                |
| Sensor 1 - FP      | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.0          | 1.1           | 5                                |
| Sensor 2 - FP      | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.0          | 1.1           | 5                                |
| Sensor 3 - FP      | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.0          | 1.1           | 5                                |
| Inundación FP-Z    | 25            |                  | 2x2.5C        | 1.0           | 3          | 0.0          | 3.8           |                                  |
| Inundación FP-Z    | 5             | 0.               | 2x1.5C        | 2.            | 2          | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Posible Estacion 1 | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2          | 1.4          | 1.4           | 2                                |
| Posible Estacion 1 | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2          | 1.4          | 1.4           | 2                                |
| Posible Estacion 1 | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2          | 1.4          | 1.4           | 2                                |
| Posible Estacion 2 | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2          | 1.4          | 1.4           | 2                                |
| Posible Estacion 2 | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 2          | 1.4          | 1.4           | 2                                |
| FP1-Toma Muestra   | 25            | 2                | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3           | 2          | 0.1          | 4.0           | 5                                |
| TC usos varios     | 200           |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8          | 3          | 0.1          | 3.9           | 3                                |
| TC usos varios     | 200           |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 10.8          | 3          | 0.1          | 3.9           | 3                                |
| TC usos varios     | 300           |                  | 4x2.5+TTx2.5C | 5.4           | 2          | 0.0          | 3.8           | 3                                |
| Electro-Sensor FP  | 25            |                  | 2x2.5C        | 1.0           | 3          | 0.0          | 3.8           |                                  |
| Electro-Sensor FP  | 2             | 0.               | 2x1.5C        | 1.0           | 2          | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Sensor 1-FP        | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.1          | 1.1           | 5                                |
| Sensor 2-FP        | 1             | 2                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.1          | 1.1           | 5                                |
| Electro-Sensor FP  | 25            |                  | 2x2.5C        | 1.0           | 3          | 0.0          | 3.8           |                                  |
| Electro-Sensor FP  | 2             | 0.               | 2x1.5C        | 1.0           | 2          | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Sensor 1-FP        | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.4          | 1.4           | 5                                |
| Sensor 2-FP        | 1             | 3                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 1.4          | 1.4           | 5                                |
| Electro-Sensor ZD  | 25            |                  | 2x2.5C        | 1.0           | 3          | 0.0          | 3.8           |                                  |
| Electro-Sensor ZD  | 2             | 0.               | 2x1.5C        | 1.0           | 2          | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Sensor 1-ZD        | 1             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 0.4          | 0.            | 5                                |
| Sensor 2-ZD        | 1             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 0.4          | 0.            | 5                                |
| ZD1-Bomba          | 687.          | 1                | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2          | 0.2          | 4.0           | 5                                |
| ZD1-Bomba          | 687.          | 1                | 2x2.5+TTx2.5C | 3.7           | 2          | 0.2          | 4.0           | 5                                |
| ZD1-Toma Muestra   | 25            | 1                | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3           | 2          | 0.0          | 3.9           | 5                                |
| Electro-Sensor ZD  | 25            |                  | 2x2.5C        | 1.0           | 3          | 0.0          | 3.8           |                                  |
| Electro-Sensor ZD  | 4             | 0.               | 2x1.5C        | 2.0           | 2          | 0.0          | 0.0           |                                  |
| Electrov. 1 - ZD   | 1             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 0.6          | 0.            | 5                                |
| Electrov. 2 - ZD   | 1             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 0.6          | 0.            | 5                                |
| Sensor 1 - ZD      | 1             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 0.6          | 0.            | 5                                |
| Sensor 2 - ZD      | 1             | 1                | 2x1.5+TTx1.5C | 0.5           | 15.        | 0.6          | 0.            | 5                                |
| Circ.Calefaccio    | 50            |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 2.7           | 2          | 0.0          | 3.8           | 2                                |
| Circ.Ventila/Extac | 25            |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 1.3           | 2          | 0.0          | 3.8           | 2                                |
| Circ.Illuminacio   | 10            |                  | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5           | 2          | 0.0          | 3.8           | 2                                |

### Cortocircuito

| Denominación      | Longitud (m) | Sección (mm²) | I <sub>pccI</sub> (kA) | P de C (kA) | I <sub>pccF</sub> (A) | t <sub>mcc</sub> (sg) | t <sub>ficc</sub> (sg) | L <sub>máx</sub> (m) | Curva válida |
|-------------------|--------------|---------------|------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|--------------|
| Remota PLC C.     | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 156.3                 | 5.2                   |                        |                      | 16.0         |
| FP1-Bomba         | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 140.0                 | 6.5                   |                        |                      | 4.0          |
| FP1-Bomba         | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 140.0                 | 6.5                   |                        |                      | 4.0          |
| FP1-Bomba         | 2            | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5                    | 4.          | 140.0                 | 6.5                   |                        |                      | 16.0         |
| Electro-Sensor FP |              | 2x2.5C        | 0.5                    | 4.          | 228.7                 | 2.4                   |                        |                      | 10.0         |
| Electro-Sensor FP | 0.           | 2x1.5C        | 0.0                    | 4.          | 20.4                  | 109.                  |                        |                      |              |
| Electrov. 1 - FP  | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.                   | 366.5                 |                        |                      | 2.0          |
| Electrov. 2 - FP  | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.                   | 366.5                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 1 - FP     | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.                   | 366.5                 |                        |                      | 2.0          |
| Sensor 2 - FP     | 2            | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0                    | 4.          | 11.                   | 366.5                 |                        |                      | 2.0          |

|                    |    |               |     |    |       |       |  |  |      |
|--------------------|----|---------------|-----|----|-------|-------|--|--|------|
| Sensor 3 - FP      | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 11.   | 366.5 |  |  | 2.0  |
| Inundación FP-ZI   |    | 2x2.5C        | 0.5 | 4. | 228.7 | 2.4   |  |  | 10.0 |
| Inundación FP-ZI   | 0. | 2x1.5C        | 0.0 | 4. | 20.4  | 109.  |  |  |      |
| Posible Estacion 1 | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.4   | 511.3 |  |  | 2.0  |
| Posible Estacion 1 | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.4   | 511.3 |  |  | 2.0  |
| Posible Estacion 1 | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.4   | 511.3 |  |  | 2.0  |
| Posible Estacion 2 | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.4   | 511.3 |  |  | 2.0  |
| Posible Estacion 2 | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.4   | 511.3 |  |  | 2.0  |
| FP1-Toma Muestra   | 2  | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 140.0 | 6.5   |  |  | 16.0 |
| TC usos varios     |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 223.  | 2.5   |  |  | 16.0 |
| TC usos varios     |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 223.  | 2.5   |  |  | 16.0 |
| TC usos varios     |    | 4x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 223.  | 2.5   |  |  | 16.0 |
| Electro-Sensor FP  |    | 2x2.5C        | 0.5 | 4. | 228.7 | 2.4   |  |  | 10.0 |
| Electro-Sensor FP  | 0. | 2x1.5C        | 0.0 | 4. | 20.4  | 109.  |  |  |      |
| Sensor 1-FP        | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 10.8  | 393.5 |  |  | 2.0  |
| Sensor 2-FP        | 2  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 10.8  | 393.5 |  |  | 2.0  |
| Electro-Sensor FP  |    | 2x2.5C        | 0.5 | 4. | 228.7 | 2.4   |  |  | 10.0 |
| Electro-Sensor FP  | 0. | 2x1.5C        | 0.0 | 4. | 20.4  | 109.  |  |  |      |
| Sensor 1-FP        | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.6   | 495.8 |  |  | 2.0  |
| Sensor 2-FP        | 3  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 9.6   | 495.8 |  |  | 2.0  |
| Electro-Sensor ZD  |    | 2x2.5C        | 0.5 | 4. | 228.7 | 2.4   |  |  | 10.0 |
| Electro-Sensor ZD  | 0. | 2x1.5C        | 0.0 | 4. | 20.4  | 109.  |  |  |      |
| Sensor 1-ZD        | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 15.0  | 204.1 |  |  | 2.0  |
| Sensor 2-ZD        | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 15.0  | 204.1 |  |  | 2.0  |
| ZD1-Bomba          | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 183.9 | 3.7   |  |  | 4.0  |
| ZD1-Bomba          | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 183.9 | 3.7   |  |  | 4.0  |
| ZD1-Toma Muestra   | 1  | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 183.9 | 3.7   |  |  | 16.0 |
| Electro-Sensor ZD  |    | 2x2.5C        | 0.5 | 4. | 228.7 | 2.4   |  |  | 10.0 |
| Electro-Sensor ZD  | 0. | 2x1.5C        | 0.0 | 4. | 20.4  | 109.  |  |  |      |
| Electrov. 1 - ZD   | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 13.6  | 245.7 |  |  | 2.0  |
| Electrov. 2 - ZD   | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 13.6  | 245.7 |  |  | 2.0  |
| Sensor 1 - ZD      | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 13.6  | 245.7 |  |  | 2.0  |
| Sensor 2 - ZD      | 1  | 2x1.5+TTx1.5C | 0.0 | 4. | 13.6  | 245.7 |  |  | 2.0  |
| Circ.Calefaccio    |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 218.1 | 2.6   |  |  | 16.0 |
| Circ.Ventila/Extac |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 223.  | 2.5   |  |  | 16.0 |
| Circ.Iuminacio     |    | 2x2.5+TTx2.5C | 0.5 | 4. | 203.  | 3.0   |  |  | 16.0 |



#### 4.- ANEXO DE SISTEMA DE CONTROL

En este documento se incluyen los materiales que se instalan tanto en el cuadro de control (cuadro de la caseta de control) como en el CCM de las estaciones (cuadros 1, 2 y 3) con el tipo de cuadro PLC-300.

A lo largo de este documento se explican los ítems relacionados con el cuadro de control y el CCM, considerando los siguientes puntos:

1. Listado de materiales del cuadro de control.
  - Aplicación general de los elementos del cuadro de control.
  - Estructura del PLC.
2. Listado de materiales del CCM.

##### 4.1.- LISTADO DE MATERIALES CUADRO DE CONTROL

| MATERIAL CUADRO PLC_300 |                |                   |                                    |
|-------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|
| Ud.                     | Referencia     | Fabricante        | Descripción                        |
| ARMARIO                 |                |                   |                                    |
| 1                       | NSYCCOTH0      | Scheider Electric | Termostato ventilador              |
| 1                       | NSYCCOTHc      | Scheider Electric | Termostato resistencia calefacción |
| 1                       | NSYCVF85M230PF | Scheider Electric | Ventilador                         |
| 1                       | NSYCAG125LPF   | Scheider Electric | Rejilla salida                     |
| 1                       | NSYCR150WU2    | Scheider Electric | Resistencia de calefacción         |
| 1                       | NSYSF1812402DP | Scheider Electric | Armario con placa 1000x600x400-300 |
| 1                       | NSY2SP184      | Scheider Electric | 2 paneles laterales std 1000x400   |
| 1                       | NSYEC1241      | Scheider Electric | Entrada cab 1 entrada 1000x400 SF  |



|            |               |                   |   |
|------------|---------------|-------------------|---|
| 1          | NSYSPF12100   | Scheider Electric | Kit zocalo frontal 1000x100   |
| 1          | NSYSPS4100    | Scheider Electric | 2 paneles laterales zocalo 400x100  |
| APARAMENTA |               |                   |   |
| 17         | 2834724       | Phoenix Contact   | Módulos de relé premontados con conexión por tornillo, compuestos por: Zócalo de relé, relé industrial con LED integrado, diodo de rueda libre, tecla de accionamiento  |
| 2          | 2864370       | Phoenix Contact   | Convertidor de temperatura MCR, configurable, para sensores de temperatura Pt 100, con conexión por tornillo, sin configurar MINIMCR-SL-PT100-UI-200-NC   |
| 40         | 2864419       | Phoenix Contact   | Separador pasivo MCR, de un canal, para la separación galvánica de señales de corriente sin tensión de alimentación, con conexión por tornillo MINI MCR-SL-1CP-   |
| 5          | 2917463       | Phoenix Contact   | Relé de temporización con retardo de desconexión (con contacto de mando) y un margen de tiempo ajustable (3 s - 300 s), con conexión por tornillo ETD-BL-1T-OFF-CC-300S   |
| 1          | 2954785       | Phoenix Contact   | Módulo para comprobación de lámparas, 2 diodos con cátodo común, respectivamente: Ejecución de 16 pares, con activación común EMG 90-DIO 32M/LP   |
| 2          | 2954808       | Phoenix Contact   | Módulo para comprobación de lámparas, 2 diodos con cátodo común, respectivamente: Ejecución de 8 pares, para la conexión individual EMG 90-DIO 16E/LP   |
| 2          | 2964898       | Phoenix Contact   | Toma de corriente de montaje sobre carril, con conexión por tornillo, con indicación luminosa, color de la carcasa verde, variante país: D SD-D/SC/LA   |
| 175        | 2966171       | Phoenix Contact   | Interfaz PLC, compuesta por borne de base PLC-BSC.../21 con conexión por tornillo y relé miniatura enchufable con contacto de potencia, para el montaje sobre carril NS 35/7,5, 1 contacto  |
| 22         | 2967060       | Phoenix Contact   | Interfaz PLC, compuesta por borne de base PLC-BSC.../21 con conexión por tornillo y relé miniatura enchufable con contacto de potencia, para el montaje sobre carril NS 35/7,5, 2 contactos conmutados, tensión de entrada 24 V DC PLC-RSC- 24DC/21- 21 |
| 5          | n/a           | Phoenix Contact   | Suministro e instalación de 50 bornes dobles  |
| 3          | n/a           | Phoenix Contact   | Suministro e instalación 25 bornes seccionables   |
| 1          | n/a           |                   | 10 m canaleta   |
| 2          | ND 400        | Polylux           | Suministro e instalación de transformador de aislamiento de 230 Vca / 230 Vca, 400 VA   |
| 1          | 3RT1015-1BB41 | Siemens           | SIRIUS Contactor, AC-3, 3 KW/400V, 1NA, DC 24V, 3 polos, tamaño S00, Conexión por Tornillo  |
| 13         | 3SB3244-6AA60 | Siemens           | SIRIUS Pulsatería, aparato completo redondo, lámpara de señalización de lente rasante, LED UC 24V integrado, blanco, con soporte  |
| 1          | 3SB3202-0AA31 | Siemens           | SIRIUS Pulsatería, aparato completo redondo, pulsador rasante, amarillo, 1NA  |

|   |               |                 |  |
|---|---------------|-----------------|--|
| 4 | 3SB3246-0AA21 | Siemens         | SIRIUS Pulsatería, aparato completo, redondo, pulsador luminoso, 1NC + LED UC 24V interno, rojo, con soporte   |
| 2 | 5SJ6504-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 4A   |
| 1 | 5SJ6506-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 6A   |
| 5 | 5SJ6510-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 10A  |
| 2 | 5SJ6520-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 20A  |
| 1 | 5SM3612-6     | Siemens         | Interruptor diferencial, 70mm, clase A, 2 mód., 2 polos, 25A, 300mA  |
| 1 | 5TT3185       | Siemens         | Interruptor de tiempo multifunción, p=55/70mm, 12...240V AC/DC, 4A, 1contacto conmutado, c/tapita transparente |
| 2 | SLR10.100     | Puls            | Fuentes de alimentación 10A, 230-24V Redundante  |
| 1 | MICO4.10      | Murr Elektronik | Mico Electronic Auxiliary Circuit, 4 Channels IN: 24VDC OUT:24V/1-2-4-6-10ADC                                  |
| 3 | M220-E3919    | Salzer          | Selector 0-AUTO PLC-BOYAS  |
| 1 | n/a           |                 | Sonda de temperatura Pt-100  |

| PLC |                    |         |  |
|-----|--------------------|---------|--|
| 2   | 6ES7368-3BB01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Cable de conexión entre IM 360/IM 361 1m   |
| 1   | 6AV6644-0AB01-2AX0 | Siemens | Simatic MP 377 15" Tactil Multipanel, Windows Ce 5.0 Display TFT Color 15 ¡ATENCIÓN PRECIO DE OFERTA, PRECIO NETO! Memoria de Configuración 12 Mb Configurable Desde WinCC |
| 1   | 6EP1334-2BA00      | Siemens | SITOP Smart 240W Fuente De Alimentación Estabilizada; Entrada: 120/230 V Ac; Salida: 24 V DC / 10 A Pfc (Corrección Del Factor De Potencia)                                |
| 1   | 6ES7315-2AH14-0AB0 | Siemens | SIMATIC S7-300, CPU 315-2DP CPU con MPI, fuente de alimentación integrada 24V DC Memoria central 256 KB; 2 Interface: DP-Maestro/Esclavo: Requiere Micro memory card       |
| 9   | 6ES7321-1BH02-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de entradas digitales SM 321, con separación galvánica, 16 ED, DC 24V, conector 20 polos  |
| 2   | 6ES7322-1BH01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de salidas digitales SM 322, con separación galvánica, 16 SD, 24 V DC, 0,5 A, conector 20 polos   |
| 3   | 6ES7331-7KF02-0AB0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de entradas analógicas SM 331, con separación galvánica u/I/termopar/Resistencia  |
| 1   | 6ES7332-5HF00-     | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de salidas analógicas SM 332, con separación galvánica, 8 SA, U/I; con diagnóstico, resolución 11/12  |



|    |                    |         |  |
|----|--------------------|---------|--|
|    | OAB0               |         | Bits, 40 polos, posible conexión y desconexión con bus protector activo  |
| 1  | 6ES7360-3AA01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, interfase IM 360 en el bastidor central para conexión de max. 3 bastidores de ampliación. con Bus K  |
| 2  | 6ES7361-3CA01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, interfase IM 361 en el bastidor de ampliación para conexión con el bastidor central (IM 360) alimentación 24 V DC. con Bus K                                   |
| 3  | 6ES7390-1AJ30-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Perfil soporte an=830mm  |
| 14 | 6ES7392-1AJ00-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, conector frontal para bloques de entrada/salida con terminales de tornillo, 20 polos   |
| 1  | 6ES7392-1AM00-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, conector frontal 392 con terminales de tornillo, 40 polos  |
| 1  | 6ES7953-8LJ20-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7, Micro memory card para S7-300/C7/S7-200 IM 151 CPU, 3,3 V NFlasch, 512 Kbyte   |
| 1  | 6ES7972-0BA52-0XA0 | Siemens | SIMATIC ET 200, 1 conector para PROFIBUS hasta 12 Mbit/s, salida cable a 90 grados, 15,8 x 59 x 35,6 mm (ancho x alto x profundo). desplazamiento de aislamiento FAST CONNECT. |
| 1  | 6GK1500-0EA02      | Siemens | SIMATIC NET, conector de conexión a bus con salida de cable axial para PC s INDUSTRIALES, SIMATIC OP, OLM; velocidad de transmisión 12Mbit/s                                   |
| 1  | 6GK5005-0BA00-1AA3 | Siemens | SIMATIC NET, SCALANCE X005, switch Industrial Ethernet no administrable, con 5 x 10/100Mbit/s puertos RJ45, LEDs de diagnóstico. IP30. alimentación DC 24 V. con interfase     |
| 1  | 6NH9741-1AA00      | Siemens | SINAUT MODEM MD741-1 GPRS, comunicacion ip via redes gsm ethernet 10/100mbit   |
| 1  | 6NH9860-1AA00      | Siemens | ANTENA OMNIDIRECC. para redes gsm (2g) y umts (3g), omnidireccional; resistente a la intemperie para interiores y exteriores;  |
|    |                    |         | cables de conexion de 5m unido fijamente a la antena; conector sma; incl. escuadra de fijacion, tornillos, tacos   |
| 1  | 6NH7800-3BA00      | Siemens | SINAUT ST7, TIM 3V-IE módulo de transmisión para SIMATIC S7-300 con interfase RS232 para módem externo/radio e interfase RJ45 para la conexión a Ethernet Industrial / TCP/IP  |



#### 4.2.- LISTADO DE MATERIALES CUADRO DE REMOTAS

| MATERIAL CUADRO PLC_Remotas |                |                   |   |
|-----------------------------|----------------|-------------------|---|
| Ud.                         | Referencia     | Fabricante        | Descripción   |
| ARMARIO                     |                |                   |   |
| 1                           | NSYCCOTH0      | Scheider Electric | Termostato ventilador   |
| 1                           | NSYCCOTH0C     | Scheider Electric | Termostato resistencia calefacción  |
| 1                           | NSYCVF85M230PF | Scheider Electric | Ventilador  |
| 1                           | NSYCAG125LPF   | Scheider Electric | Rejilla salida  |
| 1                           | NSYCR150WU2    | Scheider Electric | Resistencia de calefacción  |
| 1                           | NSYSF1812402DP | Scheider Electric | Armario con placa 1000x600x400-300  |
| 1                           | NSY2SP184      | Scheider Electric | 2 paneles laterales std 1000x400  |
| 1                           | NSYEC1241      | Scheider Electric | Entrada cab 1 entrada 1000x400 SF   |
| 1                           | NSYSPF12100    | Scheider Electric | Kit zocalo frontal 1000x100   |
| 1                           | NSYSPS4100     | Scheider Electric | 2 paneles laterales zocalo 400x100  |
| APARAMENTA                  |                |                   |   |
| 10                          | 2834724        | Phoenix Contact   | Módulos de relé premontados con conexión por tornillo, compuestos por: Zócalo de relé, relé industrial con LED integrado, diodo de rueda libre, tecla de accionamiento  |
| 2                           | 2864370        | Phoenix Contact   | Convertidor de temperatura MCR, configurable, para sensores de temperatura Pt 100, con conexión por tornillo, sin configurar MINIMCR-SL-PT100-UI-200-NC                 |
| 40                          | 2864419        | Phoenix Contact   | Separador pasivo MCR, de un canal, para la separación galvánica de señales de corriente sin tensión de alimentación, con conexión por tornillo MINIMCR-SL-1CP-          |
| 3                           | 2917463        | Phoenix Contact   | Relé de temporización con retardo de desconexión (con contacto de mando) y un margen de tiempo ajustable (3 s - 300 s), con conexión por tornillo ETD-BL-1T-OFF-CC-300S |

|    |               |                 |   |
|----|---------------|-----------------|---|
| 1  | 2954785       | Phoenix Contact | Módulo para comprobación de lámparas, 2 diodos con cátodo común, respectivamente: Ejecución de 16 pares, con activación común EMG 90-DIO 32M/LP   |
| 2  | 2954808       | Phoenix Contact | Módulo para comprobación de lámparas, 2 diodos con cátodo común, respectivamente: Ejecución de 8 pares, para la conexión individual EMG 90-DIO 16E/LP   |
| 2  | 2964898       | Phoenix Contact | Toma de corriente de montaje sobre carril, con conexión por tornillo, con indicación luminosa, color de la carcasa verde. variante país: D SD-D/SC/LA   |
| 60 | 2966171       | Phoenix Contact | Interfaz PLC, compuesta por borne de base PLC-BSC.../21 con conexión por tornillo y relé miniatura enchufable con contacto de potencia, para el montaje sobre carril NS 35/7,5, 1 contacto  |
| 10 | 2967060       | Phoenix Contact | Interfaz PLC, compuesta por borne de base PLC-BSC.../21 con conexión por tornillo y relé miniatura enchufable con contacto de potencia, para el montaje sobre carril NS 35/7,5, 2 contactos conmutados, tensión de entrada 24 V DC PLC-RSC- 24DC/21- 21 |
| 5  | n/a           | Phoenix Contact | Suministro e instalación de 50 bornes dobles  |
| 3  | n/a           | Phoenix Contact | Suministro e instalación 25 bornes seccionables   |
| 1  | n/a           |                 | 10 m canaleta   |
| 2  | ND 400        | Polylux         | Suministro e instalación de transformador de aislamiento de 230 Vca / 230 Vca, 400 VA   |
| 1  | 3RT1015-1BB41 | Siemens         | SIRIUS Contactor, AC-3, 3 KW/400V, 1NA, DC 24V, 3 polos, tamaño S00, Conexión por Tornillo  |
| 10 | 3SB3244-6AA60 | Siemens         | SIRIUS Pulsatería, aparato completo redondo, lámpara de señalización de lente rasante, LED UC 24V integrado, blanco, con soporte  |
| 1  | 3SB3202-0AA31 | Siemens         | SIRIUS Pulsatería, aparato completo redondo, pulsador rasante, amarillo, 1NA  |
| 4  | 3SB3246-0AA21 | Siemens         | SIRIUS Pulsatería, aparato completo, redondo, pulsador luminoso, 1NC + LED UC 24V interno, rojo, con soporte  |
| 2  | 5SJ6504-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 4A  |
| 2  | 5SJ6506-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 6A  |
| 5  | 5SJ6510-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 10A   |
| 2  | 5SJ6520-7     | Siemens         | Interruptor automático, 70mm, 6kA, curva C, 1 polo+N, 20A   |
| 2  | 5SM3612-6     | Siemens         | Interruptor diferencial, 70mm, clase A, 2 mód., 2 polos, 25A, 300mA   |
| 2  | 5TT3185       | Siemens         | Interruptor de tiempo multifunción, p=55/70mm, 12...240V AC/DC, 4A, 1contacto conmutado, c/tapita transparente  |
| 2  | SLR10.100     | Puls            | Fuentes de alimentación 10A, 230-24V  |
| 1  | MICO4.10      | Murr Elektronik | Mico Electronic Auxiliary Circuit, 4 Channels IN: 24VDC OUT:24V/1-2-4-6-10ADC   |



|             |                    |         |   |
|-------------|--------------------|---------|---|
| 3           | M220-E3919         | Salzer  | Selector 0-AUTO PLC   |
| 1           | n/a                |         | Sonda de temperatura Pt-100   |
| PLC Remotas |                    |         |   |
| 2           | 6ES7368-3BB01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Cable de conexión entre IM 360/IM 361 1m  |
| 1           | 6EP1334-2BA00      | Siemens | SITOP Smart 240W Fuente De Alimentación Estabilizada; Entrada: 120/230 V Ac; Salida: 24 V DC / 10 A Pfc (Corrección Del Factor De Potencia)   |
| 1           | 6ES7315-2AH14-0AB0 | Siemens | SIMATIC S7-300, CPU 315-2DP CPU con MPI, fuente de alimentación integrada 24V DC Memoria central 256 KB; 2 Interface: DP-Maestro/Esclavo; Requiere Micro memory card                                |
| 2           | 6ES7321-1BH02-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de entradas digitales SM 321, con separación galvánica, 16 ED, DC 24V, conector 20 polos   |
| 2           | 6ES7322-1BH01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de salidas digitales SM 322, con separación galvánica, 16 SD, 24 V DC, 0,5 A, conector 20 polos  |
| 2           | 6ES7331-7KF02-0AB0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de entradas analógicas SM 331, con separación galvánica u/i/termopar/Resistencia   |
| 1           | 6ES7332-5HF00-0AB0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Módulo de salidas analógicas SM 332, con separación galvánica, 8 SA, U/I; con diagnóstico, resolución 11/12 Bits, 40 polos, posible conexión y desconexión con bus protector activo |
| 1           | 6ES7360-3AA01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, interfase IM 360 en el bastidor central para conexión de max. 3 bastidores de ampliación. con Bus K   |
| 2           | 6ES7361-3CA01-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, interfase IM 361 en el bastidor de ampliación para conexión con el bastidor central (IM 360) alimentación 24 V DC. con Bus K  |
| 3           | 6ES7390-1AJ30-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, Perfil soporte an=830mm   |
| 14          | 6ES7392-1AJ00-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, conector frontal para bloques de entrada/salida con terminales de tornillo, 20 polos  |
| 1           | 6ES7392-1AM00-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7-300, conector frontal 392 con terminales de tornillo, 40 polos   |
| 1           | 6ES7953-8LJ20-0AA0 | Siemens | SIMATIC S7, Micro memory card para S7-300/C7/S7-200 IM 151 CPU, 3,3 V NFlasch, 512 Kbyte  |
| 1           | 6ES7972-0BA52-0XA0 | Siemens | SIMATIC ET 200, 1 conector para PROFIBUS hasta 12 MBit/s, salida cable a 90 grados, 15,8 x 59 x 35,6 mm (ancho x alto x profundo). desplazamiento de aislamiento FAST CONNECT.                      |



|   |                    |         |   |
|---|--------------------|---------|---|
| 1 | 6GK1500-0EA02      | Siemens | SIMATIC NET, conector de conexión a bus con salida de cable axial para PC s INDUSTRIALES, SIMATIC OP, OLM; velocidad de transmisión 12Mbit/s                                  |
| 1 | 6GK5005-0BA00-1AA3 | Siemens | SIMATIC NET, SCALANCE X005, switch Industrial Ethernet no administrable, con 5 x 10/100Mbit/s puertos RJ45, LEDs de diagnóstico, IP30, alimentación DC 24 V, con interfase    |
| 1 | 6NH9741-1AA00      | Siemens | SINAUT MODEM MD741-1 GPRS, comunicacion ip via redes gsm ethernet 10/100mbit  |
| 1 | 6NH9860-1AA00      | Siemens | ANTENA OMNIDIRECC. para redes gsm (2g) y umts (3g), omnidireccional; resistente a la intemperie para interiores y exteriores;   |
|   |                    |         | cables de conexion de 5m unido fijamente a la antena; conector sma; incl. escuadra de fijacion, tornillos, tacos  |
| 1 | 6NH7800-3BA00      | Siemens | SINAUT ST7, TIM 3V-IE módulo de transmisión para SIMATIC S7-300 con interfase RS232 para módem externo/radio e interfase RJ45 para la conexión a Ethernet Industrial / TCP/IP |

#### 4.3.- APLICACIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS DEL CUADRO DE CONTROL Y REMOTAS

- Armario HIMEL CMO 140/40 PM con placa de montaje.

Tipología de armario estándar de HIMEL de 1,40 de alto x 40 de ancho, con plancha en la cual se instalaran todos los elementos. No obstante, las dimensiones pueden variar ligeramente tanto en altura como en anchura.

- Fuente de alimentación 220/24 Vcc.

Fuente de alimentación necesaria para poder alimentar todos los elementos con alimentación a 24vcc necesariamente (alimentación de relés, equipos de instrumentación, alimentación para el PLC o remotas), existen multitud de fabricantes de fuentes de alimentación se recomienda utilizar la PULS SL10, aunque no se descartan otras marcas.



Características:

| Power Supply  |                |   |
|---|----------------|---|
| <b>115 / 230V Auto-select</b><br>input, passive PFC Efficiency<br>up to 90,8%<br>25% Power reserves for<br>loads with a higher short-<br>term power requirement<br>Full output power between<br>0 and +60°C | <b>Output:</b> | 24 - 28Vdc<br>20 - 17.1A<br>480W            |
|   | <b>Input:</b>  | AC 100 - 120 / 220 - 240Vac (-<br>15%/+10%) |
|   | <b>Size:</b>   | 220 x 124 x 102mm (W x H x D)               |
|   | <b>Weight:</b> | 2500g                                       |

- SIMATIC S7-300, CPU 315-2DP CPU con MPI, fuente de alimentación integrada DC 24V, memoria central de 128 KBYTES, 2 puertos DP- MASTER/SLAVE, requiere MICRO MEMORY CARD.

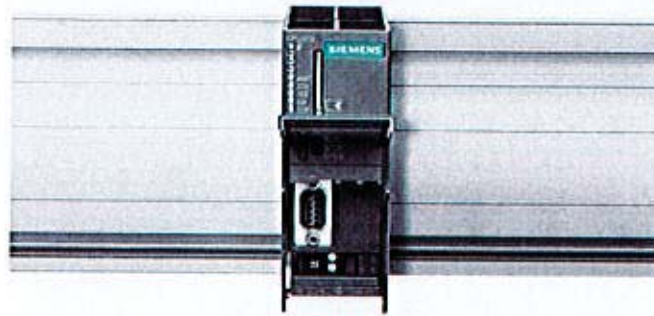


- SIMATIC S7-300, MICRO MEMORY CARD, para S7-300/ C7, ET 200S IM151 CPU, 3,3 V NFLASH, 512 KBYTES, amplificador y modulo driver para test.

Tarjeta de memoria fundamental para poder hacer la carga del programa en el PLC.

- SIMATIC S7-300, perfil soporte an=830mm.

Carril DIM de dimensiones especificas, es necesario para poder instalar la estructura del PLC en el cuadro de control.



- SINAUT ST7, TIM 3V procesador de comunicaciones para SIMATIC S7-300 con interfaz RS232/RS485 para modem/equipo de radio externo

Tarjeta de comunicaciones IP (Ethernet,wlan) necesaria para la comunicación con el PLC y el modem GPRS, la cual también permite interactuar a nivel remoto con la estación.



- SIMATIC S7-300, tarjeta de entradas digitales SM 321, con separación galvánica, 16 ED, DC 24V, 20 polos



- SIMATIC S7-300, tarjeta de entradas analógicas SM 331, con separación galvánica u/i/termopar/resistencia alarma, diagnosis; resolución 9/12/14 BIT 8 EA. Inserción / extracción durante servicio. 20 polos.





- SIMATIC S7-300, tarjeta de salidas digitales SM 322, con separación galvánica, 16 ED, DC 24V, 20 polos.



- SIMATIC S7-300, tarjeta de salidas analógicas SM 332, con separación galvánica u/i/termopar/resistencia alarma, diagnosis; resolución 9/12/14 BIT 8 EA. Inserción/extracción durante servicio. 20 polos.



- SIMATIC HMI TP1500 Comfort Panel. Operación Táctil, Display 15" panorámico Tft, 16M de colores, Interfaz Profinet, Interfaz MPI/Profibus Dp, 24 Mb de Memoria de config., Windows Ce 6.0, configurable con WinCC Comfort V11 SP2 O Sup.

Pantalla en la cual se visualizara el sinóptico de la estación y permitirá interactuar con los elementos de la instalación, activación de motores, electroválvulas, contadores de horas etc. Debe instalarse el modelo Comfort Panel.



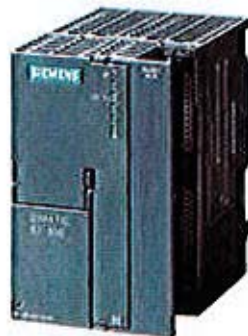
- SIMATIC S7-300, MD 740-1 ó MD 741-1, 6NH9740-1AAOO ó 6NH9741-1AAOO.

Modem de comunicaciones encargado en hacer de interface entre la maestra instalada en el edificio, caseta de control o cuadro (Área de Automatización), vía GPRS.



- SIMATIC S7-300, tarjeta IM 300.

Este elemento es una tarjeta de expansión solo es necesario en el caso de que la estructura del PLC exceda de 12 tarjetas (slot) en total.



- Relé interfaz PLC de PHOENIX CONTACT, compuesta por borne de base PLC-BSC.../21 con conexión por tornillo y relé miniatura enchufable con contacto de potencia, para el montaje sobre carril NS 35/7,5, 1 contacto conmutado, tensión de entrada 24 V DC. De ref.: PLC-RSC- 24DC/21, código 2966171.

Para poder hacer llegar las señales al PLC, es necesario instalar un relé, la relación es un relé por cada entrada digital del PLC, al igual que para las salidas digitales.

- Convertidor activo de señal PHOENIX CONTACT, o similar, de ref: MCR-FL-C-UI-2UI-DCI-NC, código: 2814867.

Los separadores galvánicos son elementos imprescindibles para proteger las señales analógicas y las entradas analógicas del mismo PLC. Se instala un separador galvánico para cada señal analógica, incluidas las reservas.

La operación del cuenta horas se hace mediante un toroidal con salida de 4...20 mA, el cual cuando detecta consumo lo convierte en una señal analógica que es pasada por un separador galvánico, y en el PLC se hace una conversión de tiempo.

- SIMATIC NET SCALANCE S 612, módulo para proteger dispositivos y redes en automatización y para proteger la comunicación industrial mediante VPN (máx. 32 dispositivos) y FIREWALL



Este elemento es fundamental para seguridad de las comunicaciones y uso como switch de comunicaciones local con el resto de dispositivos que están conectados entre sí vía IP (pantalla, CPU) para poder hacer posible las modificaciones de parámetros y programas de forma remota.



- Antena GSM/GPRS omnidireccional de intemperie sobre mástil de tubo de acero galvanizado, incluyendo fijación a pared o cubierta mediante taco químico y pequeño material para su instalación.

Para que las comunicaciones con la maestra instalada en el Edificio, caseta de control o cuadro (Área de Automatización) puedan ejecutarse, es necesario la instalación de una antena GPRS de Siemens. Esta antena GPRS ira conectada al modem de comunicaciones que contendrá este tipo de cuadro.

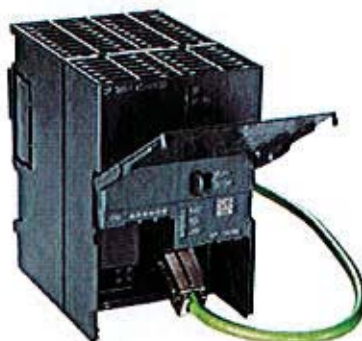
- Equipo de control de temperatura PT100, MCX-MCR-PT100/I-DC, (PHOENIX CONTACT), o similar, incluyendo configuración básica, compuesto de:

Electrónica de control de temperatura, incluido convertor A/mA. Cables de alimentación y de señal analógica 4...20mA. Soporte de la electrónica. Regleta de intercambio de señales para el autómeta.

Este elemento permite conocer la temperatura del interior del cuadro de control, siendo una señal analógica cableada al PLC. Se compone de dos partes, una es el propio sensor y otra el convertidor PT100 para poder llevar la señal al PLC, además de proteger la señal.

El formato del convertidor es similar al de un separador galvánico salvo que tiene un led interno de color rojo que se puede apreciar si viéramos el frontal del dispositivo.

- SIMATIC NET, CP 343-1 LEAN PROC. DE COMUNICACIONES PARA CONEXIÓN DE SIMATIC S7-300 A IND. ETHERNET VIA TCP/IP Y UDP, MULTICAST, SEND/RECEIVE CON Y SIN RFC1006, FETCH/ WRITE, COMUN. S7(SERVER) PROFINET IO-DEVICE 2-PORT SWITCH INTEGR. ERTEC 200, CAMBIO DE MOD.SIN PG, DIAGNOST. SNMP, INICIALIZACION VIA LAN, 2 X CONEXIÓN RJ45 PARA LAN CON 10/100 MBIT/S 6GK7343- 1GX30-0XE0.



- SITOP POWER MÓDULO DC-SAI 24 V/15 A; ENTRADA 24 V DC/16 A; SALIDA 24 V DC/15 A (6EP1931-2EC21)



Este equipo es instalado, debido a la necesidad de hacer una redundancia con las fuentes de alimentación, para asegurar que siempre haya una de las dos fuentes de alimentación 230vca /24 vcc siempre este operativa.

- Suministro, instalación y puesta en servicio de equipo ENERTEL EN 9110 o similar: S.A.I. 1,5 KVA con autonomía de 30 minutos a 1.200 W.
  - ON-LINE: de doble conversión.
  - Tensión de entrada/salida: Monofásica 230 Vca.
  - Frecuencia: 50 Hz ó 60 Hz.
  - Factor de potencia en entrada: > 0.95 y corriente senoidal.
  - Potencia: 1.500 VA (1.200 W).
  - Mecánica: Formato 19". Sub-bastidor de 2 U de altura – 420 mm fondo.
  - Autonomía: 1/2 hora suministrando 1.200 W.
  - Baterías: Plomo hermético sin mantenimiento, AGM-VRLA, tiempo de vida >12 años

Este elemento es de vital importancia ya que es una forma de asegurar la alimentación del PLC ante un fallo de tensión, aunque se disponga de un grupo electrógeno, es importante asegurar la alimentación del PLC para que el proceso y las comunicaciones sigan activas en el emplazamiento.

- Suministro e instalación de cable PROFIBUS, instalado bajo tubo o bajo canalización, incluyendo mano de obra montaje conector Profibus.





Cable utilizado para el bus de datos.

SIMATIC ET 200, 1 conector para PROFIBUS hasta 12 MBit/s, salida cable a 90 grados, 15,8 x 59 x 35,6 mm (ancho x alto x profundo), desplazamiento de aislamiento FAST CONNECT, sin conector para PG.

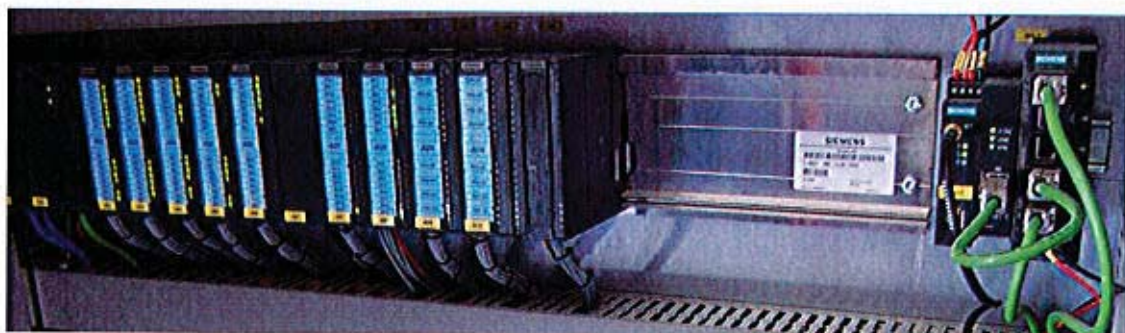


Este es el conector Profibus que utilizamos para la conexión de la CPU, conexión de Sentron, HMI.

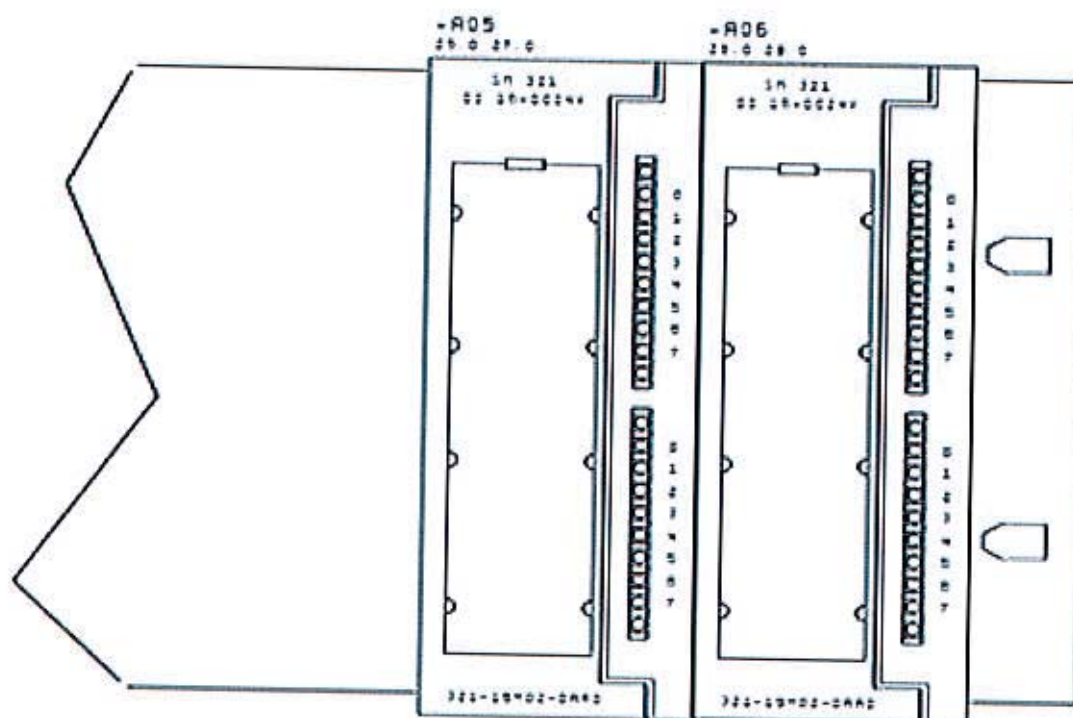
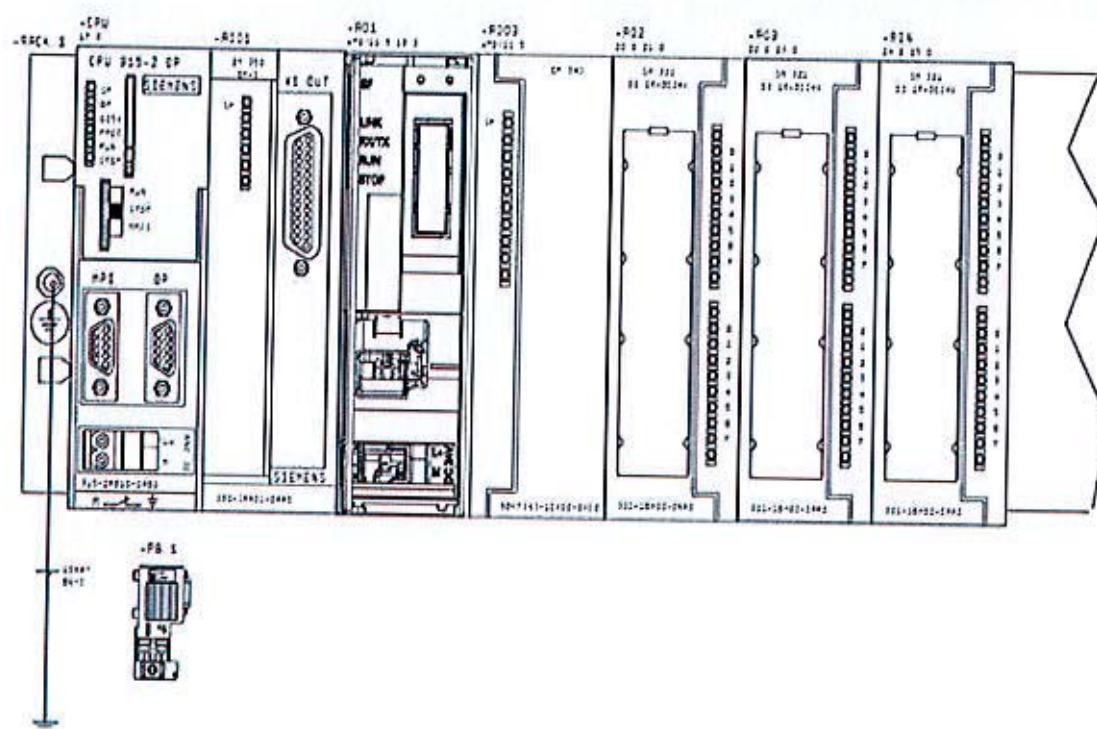
**Nota general:** es necesario señalar que los elementos de la instalación, están diseñados en función a la disposición del emplazamiento, con lo que queremos indicar que en alguna tipología de instalación no será necesario instalar ciertos dispositivos como CP y IM

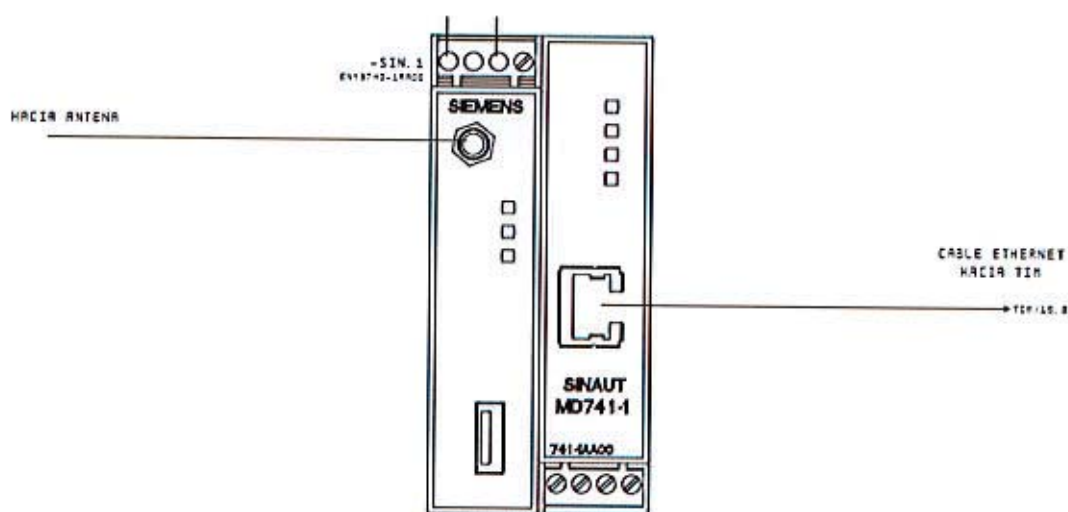
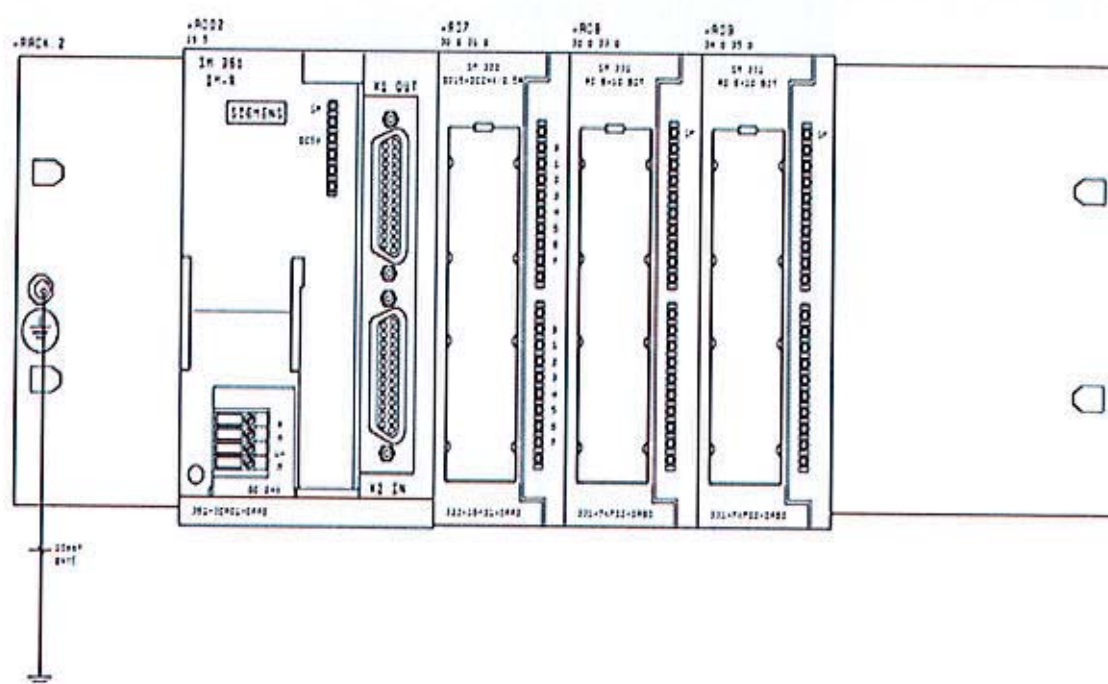
#### 4.4.- ESTRUCTURA DEL PLC

A continuación se muestra un esquema tipo de los diferentes módulos y conexiones de un PLC.









#### 4.5.- ESQUEMAS ELECTRICOS TIPO

En la página siguiente se adjuntan los esquemas basico genericos del sistema de control.

## ANEJO Nº08. RED DE ABASTECIMIENTO



## ÍNDICE

### ANEJO Nº08. RED DE ABASTECIMIENTO

|   |    |
|---|----|
| 1.- INTRODUCCIÓN .....                              | 1  |
| 2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....              | 1  |
| 3.- CÁLCULOS .....                                  | 4  |
| 3.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS ..... | 5  |
| 3.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO .....               | 5  |
| 3.3.- COMBINACIONES.....                            | 7  |
| 3.4.- RESULTADOS .....                              | 7  |
| 3.4.1.- Listado de nudos.....                       | 7  |
| 3.4.2.- Listado de tramos.....                      | 18 |

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describe la instalación de la red de abastecimiento que será necesaria para dotar de suministro de agua potable a los distintos sistemas de drenaje urbano sostenible (TDUS).

## 2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La red de abastecimiento, tendrá como objeto proporcionar la alimentación necesaria de agua potable a las 9 TDUS diseñadas. El agua suministrada permitirá varias funciones:

- Suministro de agua a los canales aforadores de modo que estos estén siempre cebado con un caudal constante y conocido, permitiendo que estos estén siempre en condiciones de poder medir los caudales que su rango les posibilita.
- Suministro de agua para limpieza de las TDUS.
- Suministro de agua para el estresado de las TDUS, en caso necesario.

Los futuros TDUS se van a colocar en las inmediaciones del edificio de control de la EDAR de Meco.



Actualmente existe una tubería de DN100 de fundición que alimenta el edificio del terciario, la cual servirá de acometida para la alimentación de la nueva red de abastecimiento.

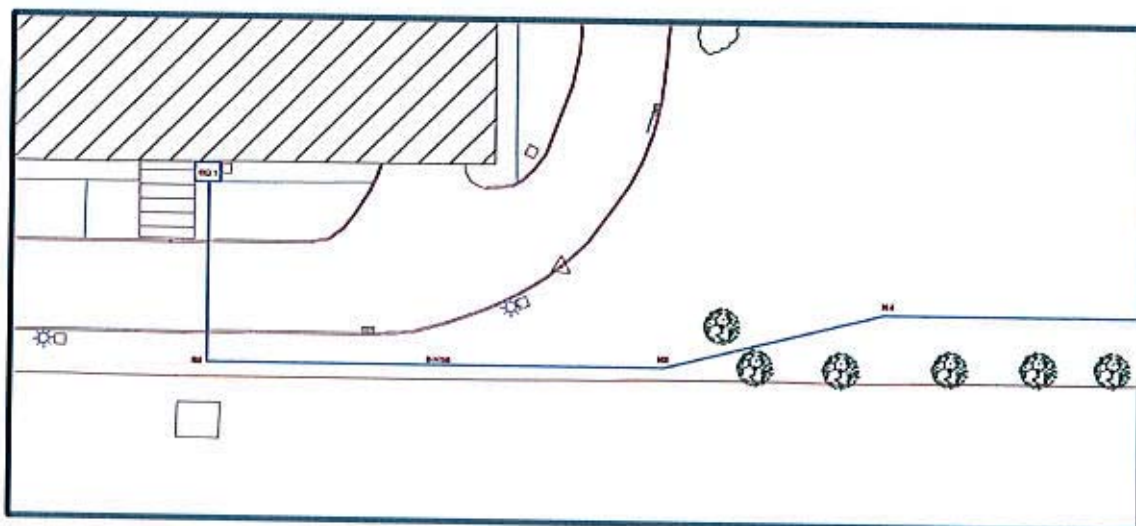
De la arqueta existente, y en concreto de la tubería que sirve de By-Pass se instalará una T embridada de fundición y un carrete de desmontaje para la derivación, además, se



instalará una válvula de corte elástico y un contador en arqueta independiente según normativa del CYII.



Desde esta arqueta de acometida, partirá la instalación de la red de abastecimiento para las TDUS.



Las conducciones se diseñan con tubería de polietileno de alta densidad PE-100 para diámetros de 90, 63, 40 y 25 mm, según caso.

En esta nueva arqueta de acometida y tras las válvulas de retención y de compuerta de DN80 saldrá la tubería de polietileno de Ø90mm PE100 16 atm que alimentará a los futuros elementos de abastecimiento de las TDUS.

Estos elementos consistirán en la dotación de una llave de esfera de diferentes diámetros en función al suministro necesario a cada TDUS.



La instalación de tomas de agua consistirá en la colocación de válvulas de esfera para cada TDUS. En concreto existirán dos tipos:

- Llave de 1"½, con una dotación media de 1,50 l/s.
- Llave de 1", con una dotación media de 0,60 l/s.

Estas llaves se conectarán a un anillo perimetral habilitado en todas las TDUS.

Las distintas necesidades son:

- Green Roofs (GR1, GR2, GR3 y GR4). A estas se le dotará de una llave de esfera de 1"½ para la TDUS y una llave de esfera de 1" para el canal aforador.
- Zanjas drenantes (ZD1 Y ZD2). En este caso se instalarán para cada una de ellas dos válvulas de esfera de 1"½. Con esto se pretende una dotación de agua de  $2 \times 1,50 \text{ l/s} = 3 \text{ l/s}$ , que posibilita la generación de un dato de caudal para la elaboración del hidrograma en 8 segundos.
- Firmes porosos (FD1, FD2 y FD3-). En este caso se instalará en cada TDUS 4 ud de llaves de esfera de 1"½. Con ellos se pretende obtener un caudal de 6 l/s que posibilita la generación de un dato del hidrograma cada 13 segundos. Adicionalmente se instalará para el canal aforador del FP1 una llave de esfera de 1".

La red se diseña en tubería de polietileno PE 100 de 16 atm, donde el ramal de alimentación a las TDUS es de Ø90 mm. Los anillos perimetrales de las TDUS son de Ø63 mm. Siendo los ramales de alimentación a las llaves de 40 mm para las válvulas de 1"½ y de 25 mm para las válvulas de 1".

Por otra parte a nivel informativo (no contemplado en el ámbito del presente proyecto) se indica como podría ser la instalación del riego de las distintas TDUS para el mantenimiento de la vegetación plantada, de forma que se pueda posteriormente establecer una demanda eléctrica para las distintas estaciones.

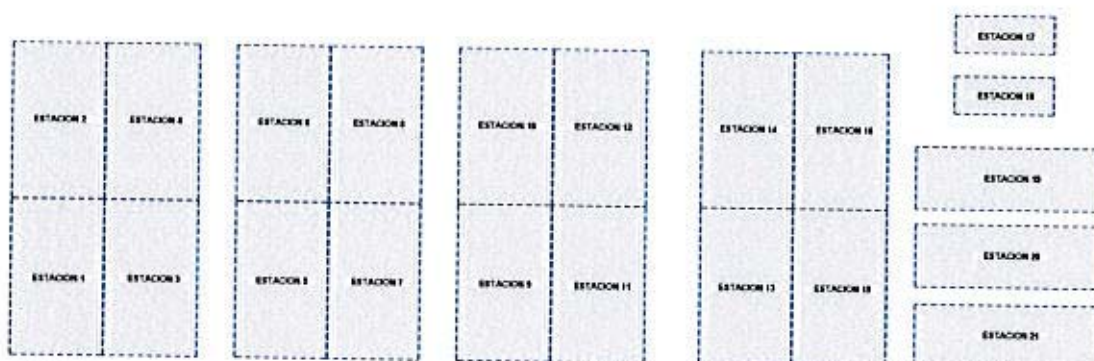
La propuesta es la siguiente:

La preinstalación se ha calculado de tal manera que se puedan alimentar simultáneamente a las zonas (estaciones) de riego desde la 13 hasta la 21 según se puede ver en la documentación gráfica.

Se ha asociado un área de riego a cada arqueta (con electroválvula) que sería controlada desde un programador como una estación. No obstante, la instalación de riego se ha prediseñado para el empleo de difusores, por ser estos los que ofrecen un área de riego más homogénea que los aspersores. Los caudales de los difusores escogidos (en función del tipo de tobera, del sector de riego, etc) son los siguientes:

- Estaciones 17 y 18:
  - Difusor con sector de riego de 180°: Presión de funcionamiento 2,1 bar y 0,30 m³/h.
  - Difusor con sector de riego de 90°: Presión de funcionamiento 2,1 bar y 0,15 m³/h.
- Resto de estaciones:
  - Difusor con sector de riego de 360°: Presión de funcionamiento 2,1 bar y 0,21 m³/h.
  - Difusor con sector de riego de 180°: Presión de funcionamiento 2,1 bar y 0,61 m³/h.
  - Difusor con sector de riego de 90°: Presión de funcionamiento 2,1 bar y 0,30 m³/h.

Se ha previsto una zona donde se instale un programador de riego de intemperie que controle las 21 estaciones previstas, instalado en uno de los paramentos que se realizarán para la instalación eléctrica de una de las TDUS y de allí una serie de tubos enterrados que discurrirán a cada una de las arquetas y estaciones, y que facilitarán la instalación de los cableados de accionamiento de las diferentes electroválvulas. Todo ello se puede observar en la documentación gráfica.



ESQUEMA PROPUESTA DE POSIBLE DISPOSICIÓN DE ESTACIONES PARA ESTRESADO DE TDUS  
(No contemplado en esta fase del proyecto)

### 3.- CÁLCULOS



### 3.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

PE100 Banda Azul 16 atm - Rugosidad: 0.00250 mm

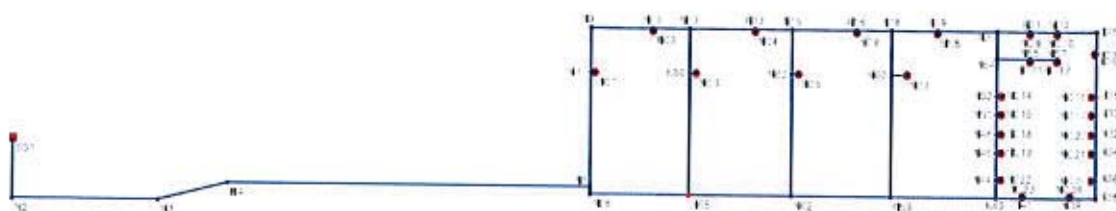
| Descripción | Diámetros interiores mm |
|-------------|-------------------------|
| DN25        | 20.4                    |
| DN40        | 32.6                    |
| DN63        | 51.4                    |
| DN90        | 73.6                    |

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

### 3.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO

El diseño de la red es de forma mallada, con lo que se garantiza el suministro, cuando existen tramos averiados.

Para ello se ha discretizado la red en nodos, de los cuales algunos tendrán consumos, otros serán tan solo de transición y uno de suministro.



Para su cálculo, se parte de los caudales punta de las válvulas de alimentación.

El cálculo se realiza con ordenador y la formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook – White, donde la pérdida de carga viene dada por:

$$h = f \times \frac{8 \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

Los factores de fricción se obtienen según sea en régimen Turbulento o Laminar por las siguientes formulas:



$$\frac{1}{f^{1/2}} = -2 \times \log \left[ \frac{K}{3,7} + \frac{2,51}{Re \times (f)^{1/2}} \right]$$

$$f_l = \frac{64}{Re}$$

Donde el nº de Reynolds "Re" se expresa:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu_s}$$

Siendo los distintos datos:

- $h \equiv$  es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- $f \equiv$  es el factor de fricción.
- $L \equiv$  es la longitud en m.
- $Q \equiv$  es el caudal en m³/s
- $g \equiv$  es la aceleración de la gravedad, 9,81 m/s²
- $D \equiv$  es el diámetro de la conducción en m.
- $Re \equiv$  es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia del flujo.
- $V \equiv$  es la velocidad del fluido en m/s
- $\nu_s \equiv$  es la viscosidad cinemática del fluido en m²/s
- $f_l \equiv$  es el factor de fricción en Régimen laminar
- $f_t \equiv$  es el factor de fricción en Régimen turbulento
- $K \equiv$  es la rugosidad absoluta de la condición en m.

Se utiliza como umbral de turbulencia un número de Reynolds igual a 2.500. Es decir, si número Reynolds es menor de 2.500 se considera régimen laminar, por el contrario si es igual o mayor a 2.500, se considera régimen turbulento.

Se considera una viscosidad del fluido de  $1,15 \times 10^{-6}$  m²/s

En cada conducción, se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido, adoptando  $f_l$  ó  $f_t$  según sea necesario, para calcular la caída de presión. Una vez conocida esta se determina la altura piezométrica y la presión que hay en cada nodo de la red.

El cálculo determinará la sección de las tuberías, teniendo en cuenta que las velocidades estarán comprendidas en el intervalo de 0,5 a 1,5 m/s.

El tipo de tubería adoptada es de polietileno de alta densidad PE100, con una rugosidad de 0,0025 mm.

A continuación, se presenta el esquema de la malla discretizada y las tablas de cálculo para las distintas hipótesis tenidas en cuenta.

Se utiliza como umbral de turbulencia un nº de Reynolds igual a 2500.0.

### 3.3.- COMBINACIONES

A continuación se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

- TDUS GR1, GR2 GR3 y GR4, caudal para una válvula de 1" y otra de 1"½.  $Q=0,6+1,5 = 2,1$  l/s.
- TDUS ZD1 y ZD2, caudal para 2 válvulas de 1"½.  $Q=2 \times 1,5 = 3$  l/s.
- TDUS FP1, caudal para 4 válvulas de 1"½ y una de 1".  $Q=4 \times 1,5 + 0,6 = 6,6$  l/s
- TDUS FP2 y FP3, caudal de 4 válvulas de 1"½.  $Q=4 \times 1,5 = 6$  l/s.

| Combinación         | Hipótesis GR1 | Hipótesis GR2 | Hipótesis GR3 | Hipótesis GR4 | Hipótesis ZD1 | Hipótesis ZD2 | Hipótesis FP1 | Hipótesis FP2 | Hipótesis FP3 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Combinación GR2     | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          |
| Combinación GR1+GR3 | 1.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          |
| Combinación GR2+GR4 | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          |
| Combinación GR3+ZD1 | 0.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          |
| Combinación FP1     | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          |
| Combinación GR2+FP2 | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          |
| Combinación ZD1+FP3 | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 1.00          |

### 3.4.- RESULTADOS

#### 3.4.1.- Listado de nudos

Combinación: Combinación GR2

| Nudo | Cota m | Caudal dem. l/s | Alt. piez. m.c.a. | Pre. disp. m.c.a. | Coment. |
|------|--------|-----------------|-------------------|-------------------|---------|
| N5   | 0.00   | ---             | 34.42             | 34.42             |         |
| N7   | 0.00   | ---             | 34.30             | 34.30             |         |
| N10  | 0.00   | ---             | 34.18             | 34.18             |         |
| N12  | 0.00   | ---             | 34.14             | 34.14             |         |
| N13  | 0.00   | ---             | 34.14             | 34.14             |         |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.    |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| N15  | 0.00      | ---                | 34.15                | 34.15                |            |
| N16  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N18  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N19  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N20  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N21  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N23  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N26  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N28  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N30  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N32  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N34  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N36  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N39  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N41  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N43  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N44  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N46  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N48  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N50  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N52  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N54  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N55  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N59  | 0.00      | ---                | 34.17                | 34.17                |            |
| N60  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N62  | 0.00      | ---                | 34.17                | 34.17                |            |
| N63  | 0.00      | ---                | 34.16                | 34.16                |            |
| N65  | 0.00      | ---                | 34.21                | 34.21                |            |
| N66  | 0.00      | ---                | 34.11                | 34.11                |            |
| NC1  | 0.00      | 0.00000            | 34.30                | 34.30                | Pres. máx. |
| NC2  | 0.00      | 0.00000            | 34.18                | 34.18                |            |
| NC3  | 0.00      | 1.60000            | 33.94                | 33.94                | Pres. min. |
| NC4  | 0.00      | 0.60000            | 34.04                | 34.04                |            |
| NC5  | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC6  | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC7  | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC8  | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC9  | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC10 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC13 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC14 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC15 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC16 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC17 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC18 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |
| NC19 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |            |



| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment. |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|
| NC20 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |         |
| NC21 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |         |
| NC22 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |         |
| NC23 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |         |
| NC24 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |         |
| NC25 | 0.00      | 0.00000            | 34.16                | 34.16                |         |
| SG1  | 0.00      | -2.20000           | 35.00                | 35.00                |         |

Combinación: Combinación GR1+GR3

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment. |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|
| N5   | 0.00      | ---                | 33.16                | 33.16                |         |
| N7   | 0.00      | ---                | 32.60                | 32.60                |         |
| N10  | 0.00      | ---                | 32.54                | 32.54                |         |
| N12  | 0.00      | ---                | 32.54                | 32.54                |         |
| N13  | 0.00      | ---                | 32.48                | 32.48                |         |
| N15  | 0.00      | ---                | 32.44                | 32.44                |         |
| N16  | 0.00      | ---                | 32.44                | 32.44                |         |
| N18  | 0.00      | ---                | 32.45                | 32.45                |         |
| N19  | 0.00      | ---                | 32.45                | 32.45                |         |
| N20  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N21  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N23  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N26  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N28  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N30  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N32  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N34  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N36  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N39  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N41  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N43  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N44  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N46  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N48  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N50  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N52  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N54  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N55  | 0.00      | ---                | 32.46                | 32.46                |         |
| N59  | 0.00      | ---                | 32.47                | 32.47                |         |
| N60  | 0.00      | ---                | 32.45                | 32.45                |         |
| N62  | 0.00      | ---                | 32.50                | 32.50                |         |
| N63  | 0.00      | ---                | 32.41                | 32.41                |         |
| N65  | 0.00      | ---                | 32.69                | 32.69                |         |
| N66  | 0.00      | ---                | 32.58                | 32.58                |         |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.    |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| NC1  | 0.00      | 1.50000            | 32.51                | 32.51                | Pres. máx. |
| NC2  | 0.00      | 0.60000            | 32.44                | 32.44                |            |
| NC3  | 0.00      | 0.00000            | 32.58                | 32.58                |            |
| NC4  | 0.00      | 0.00000            | 32.48                | 32.48                |            |
| NC5  | 0.00      | 1.50000            | 32.26                | 32.26                | Pres. mín. |
| NC6  | 0.00      | 0.60000            | 32.34                | 32.34                |            |
| NC7  | 0.00      | 0.00000            | 32.45                | 32.45                |            |
| NC8  | 0.00      | 0.00000            | 32.45                | 32.45                |            |
| NC9  | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC10 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC13 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC14 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC15 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC16 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC17 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC18 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC19 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC20 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC21 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC22 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC23 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC24 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| NC25 | 0.00      | 0.00000            | 32.46                | 32.46                |            |
| SG1  | 0.00      | -4.20000           | 35.00                | 35.00                |            |

Combinación: Combinación GR2+GR4

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment. |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|
| N5   | 0.00      | ---                | 33.08                | 33.08                |         |
| N7   | 0.00      | ---                | 32.70                | 32.70                |         |
| N10  | 0.00      | ---                | 32.34                | 32.34                |         |
| N12  | 0.00      | ---                | 32.22                | 32.22                |         |
| N13  | 0.00      | ---                | 32.10                | 32.10                |         |
| N15  | 0.00      | ---                | 32.08                | 32.08                |         |
| N16  | 0.00      | ---                | 31.99                | 31.99                |         |
| N18  | 0.00      | ---                | 31.94                | 31.94                |         |
| N19  | 0.00      | ---                | 31.94                | 31.94                |         |
| N20  | 0.00      | ---                | 31.95                | 31.95                |         |
| N21  | 0.00      | ---                | 31.95                | 31.95                |         |
| N23  | 0.00      | ---                | 31.95                | 31.95                |         |
| N26  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |         |
| N28  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |         |
| N30  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |         |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.    |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| N32  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N34  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N36  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N39  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N41  | 0.00      | ---                | 31.97                | 31.97                |            |
| N43  | 0.00      | ---                | 31.97                | 31.97                |            |
| N44  | 0.00      | ---                | 31.97                | 31.97                |            |
| N46  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N48  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N50  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N52  | 0.00      | ---                | 31.96                | 31.96                |            |
| N54  | 0.00      | ---                | 31.95                | 31.95                |            |
| N55  | 0.00      | ---                | 31.95                | 31.95                |            |
| N59  | 0.00      | ---                | 31.99                | 31.99                |            |
| N60  | 0.00      | ---                | 31.91                | 31.91                |            |
| N62  | 0.00      | ---                | 32.13                | 32.13                |            |
| N63  | 0.00      | ---                | 32.09                | 32.09                |            |
| N65  | 0.00      | ---                | 32.38                | 32.38                |            |
| N66  | 0.00      | ---                | 32.20                | 32.20                |            |
| NC1  | 0.00      | 0.00000            | 32.70                | 32.70                | Pres. máx. |
| NC2  | 0.00      | 0.00000            | 32.34                | 32.34                |            |
| NC3  | 0.00      | 1.60000            | 32.04                | 32.04                |            |
| NC4  | 0.00      | 0.60000            | 32.01                | 32.01                |            |
| NC5  | 0.00      | 0.00000            | 32.09                | 32.09                |            |
| NC6  | 0.00      | 0.00000            | 31.99                | 31.99                | Pres. mín. |
| NC7  | 0.00      | 1.50000            | 31.55                | 31.55                |            |
| NC8  | 0.00      | 0.60000            | 31.84                | 31.84                |            |
| NC9  | 0.00      | 0.00000            | 31.95                | 31.95                |            |
| NC10 | 0.00      | 0.00000            | 31.95                | 31.95                |            |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 31.95                | 31.95                |            |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 31.95                | 31.95                |            |
| NC13 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC14 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC15 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC16 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC17 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC18 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC19 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC20 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC21 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC22 | 0.00      | 0.00000            | 31.97                | 31.97                |            |
| NC23 | 0.00      | 0.00000            | 31.97                | 31.97                |            |
| NC24 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| NC25 | 0.00      | 0.00000            | 31.96                | 31.96                |            |
| SG1  | 0.00      | -4.30000           | 35.00                | 35.00                |            |



Combinación: Combinación GR3+ZD1

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.    |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| N5   | 0.00      | ---                | 32.39                | 32.39                |            |
| N7   | 0.00      | ---                | 31.91                | 31.91                |            |
| N10  | 0.00      | ---                | 31.47                | 31.47                |            |
| N12  | 0.00      | ---                | 31.31                | 31.31                |            |
| N13  | 0.00      | ---                | 30.89                | 30.89                |            |
| N15  | 0.00      | ---                | 30.65                | 30.65                |            |
| N16  | 0.00      | ---                | 30.41                | 30.41                |            |
| N18  | 0.00      | ---                | 30.35                | 30.35                |            |
| N19  | 0.00      | ---                | 30.22                | 30.22                |            |
| N20  | 0.00      | ---                | 30.05                | 30.05                |            |
| N21  | 0.00      | ---                | 29.88                | 29.88                |            |
| N23  | 0.00      | ---                | 29.86                | 29.86                |            |
| N26  | 0.00      | ---                | 29.92                | 29.92                |            |
| N28  | 0.00      | ---                | 29.96                | 29.96                |            |
| N30  | 0.00      | ---                | 29.97                | 29.97                |            |
| N32  | 0.00      | ---                | 29.99                | 29.99                |            |
| N34  | 0.00      | ---                | 30.01                | 30.01                |            |
| N36  | 0.00      | ---                | 30.03                | 30.03                |            |
| N39  | 0.00      | ---                | 30.07                | 30.07                |            |
| N41  | 0.00      | ---                | 30.11                | 30.11                |            |
| N43  | 0.00      | ---                | 30.13                | 30.13                |            |
| N44  | 0.00      | ---                | 30.12                | 30.12                |            |
| N46  | 0.00      | ---                | 30.11                | 30.11                |            |
| N48  | 0.00      | ---                | 30.10                | 30.10                |            |
| N50  | 0.00      | ---                | 30.09                | 30.09                |            |
| N52  | 0.00      | ---                | 30.08                | 30.08                |            |
| N54  | 0.00      | ---                | 30.06                | 30.06                |            |
| N55  | 0.00      | ---                | 30.06                | 30.06                |            |
| N59  | 0.00      | ---                | 30.38                | 30.38                |            |
| N60  | 0.00      | ---                | 30.35                | 30.35                |            |
| N62  | 0.00      | ---                | 30.72                | 30.72                |            |
| N63  | 0.00      | ---                | 30.62                | 30.62                |            |
| N65  | 0.00      | ---                | 31.39                | 31.39                |            |
| N66  | 0.00      | ---                | 31.33                | 31.33                |            |
| NC1  | 0.00      | 0.00000            | 31.91                | 31.91                | Pres. máx. |
| NC2  | 0.00      | 0.00000            | 31.47                | 31.47                |            |
| NC3  | 0.00      | 0.00000            | 31.33                | 31.33                |            |
| NC4  | 0.00      | 0.00000            | 30.89                | 30.89                |            |
| NC5  | 0.00      | 1.50000            | 30.47                | 30.47                |            |
| NC6  | 0.00      | 0.60000            | 30.31                | 30.31                |            |
| NC7  | 0.00      | 0.00000            | 30.35                | 30.35                |            |
| NC8  | 0.00      | 0.00000            | 30.22                | 30.22                |            |
| NC9  | 0.00      | 1.50000            | 29.83                | 29.83                |            |
| NC10 | 0.00      | 1.50000            | 29.81                | 29.81                | Pres. min. |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 30.06                | 30.06                |            |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 30.06                | 30.06                |            |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment. |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|
| NC13 | 0.00      | 0.00000            | 29.92                | 29.92                |         |
| NC14 | 0.00      | 0.00000            | 30.08                | 30.08                |         |
| NC15 | 0.00      | 0.00000            | 30.09                | 30.09                |         |
| NC16 | 0.00      | 0.00000            | 29.96                | 29.96                |         |
| NC17 | 0.00      | 0.00000            | 29.97                | 29.97                |         |
| NC18 | 0.00      | 0.00000            | 30.10                | 30.10                |         |
| NC19 | 0.00      | 0.00000            | 30.11                | 30.11                |         |
| NC20 | 0.00      | 0.00000            | 29.99                | 29.99                |         |
| NC21 | 0.00      | 0.00000            | 30.01                | 30.01                |         |
| NC22 | 0.00      | 0.00000            | 30.12                | 30.12                |         |
| NC23 | 0.00      | 0.00000            | 30.11                | 30.11                |         |
| NC24 | 0.00      | 0.00000            | 30.07                | 30.07                |         |
| NC25 | 0.00      | 0.00000            | 30.03                | 30.03                |         |
| SG1  | 0.00      | -5.10000           | 35.00                | 35.00                |         |

Combinación: Combinación FP1

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment. |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|
| N5   | 0.00      | ---                | 30.86                | 30.86                |         |
| N7   | 0.00      | ---                | 30.11                | 30.11                |         |
| N10  | 0.00      | ---                | 29.40                | 29.40                |         |
| N12  | 0.00      | ---                | 29.16                | 29.16                |         |
| N13  | 0.00      | ---                | 28.51                | 28.51                |         |
| N15  | 0.00      | ---                | 28.15                | 28.15                |         |
| N16  | 0.00      | ---                | 27.47                | 27.47                |         |
| N18  | 0.00      | ---                | 27.10                | 27.10                |         |
| N19  | 0.00      | ---                | 26.61                | 26.61                |         |
| N20  | 0.00      | ---                | 25.96                | 25.96                |         |
| N21  | 0.00      | ---                | 25.84                | 25.84                |         |
| N23  | 0.00      | ---                | 25.74                | 25.74                |         |
| N26  | 0.00      | ---                | 25.51                | 25.51                |         |
| N28  | 0.00      | ---                | 25.43                | 25.43                |         |
| N30  | 0.00      | ---                | 25.43                | 25.43                |         |
| N32  | 0.00      | ---                | 25.49                | 25.49                |         |
| N34  | 0.00      | ---                | 25.55                | 25.55                |         |
| N36  | 0.00      | ---                | 25.64                | 25.64                |         |
| N39  | 0.00      | ---                | 25.79                | 25.79                |         |
| N41  | 0.00      | ---                | 25.94                | 25.94                |         |
| N43  | 0.00      | ---                | 26.02                | 26.02                |         |
| N44  | 0.00      | ---                | 25.98                | 25.98                |         |
| N46  | 0.00      | ---                | 25.91                | 25.91                |         |
| N48  | 0.00      | ---                | 25.86                | 25.86                |         |
| N50  | 0.00      | ---                | 25.80                | 25.80                |         |
| N52  | 0.00      | ---                | 25.80                | 25.80                |         |
| N54  | 0.00      | ---                | 25.90                | 25.90                |         |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.    |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| N55  | 0.00      | ---                | 25.90                | 25.90                |            |
| N59  | 0.00      | ---                | 27.11                | 27.11                |            |
| N60  | 0.00      | ---                | 27.10                | 27.10                |            |
| N62  | 0.00      | ---                | 28.15                | 28.15                |            |
| N63  | 0.00      | ---                | 28.15                | 28.15                |            |
| N65  | 0.00      | ---                | 29.26                | 29.26                |            |
| N66  | 0.00      | ---                | 29.18                | 29.18                |            |
| NC1  | 0.00      | 0.00000            | 30.11                | 30.11                | Pres. máx. |
| NC2  | 0.00      | 0.00000            | 29.40                | 29.40                |            |
| NC3  | 0.00      | 0.00000            | 29.18                | 29.18                |            |
| NC4  | 0.00      | 0.00000            | 28.51                | 28.51                |            |
| NC5  | 0.00      | 0.00000            | 28.15                | 28.15                |            |
| NC6  | 0.00      | 0.00000            | 27.47                | 27.47                |            |
| NC7  | 0.00      | 0.00000            | 27.10                | 27.10                |            |
| NC8  | 0.00      | 0.00000            | 26.61                | 26.61                |            |
| NC9  | 0.00      | 0.00000            | 25.84                | 25.84                |            |
| NC10 | 0.00      | 0.00000            | 25.74                | 25.74                |            |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 25.90                | 25.90                |            |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 25.90                | 25.90                |            |
| NC13 | 0.00      | 0.60000            | 25.43                | 25.43                |            |
| NC14 | 0.00      | 1.50000            | 25.70                | 25.70                |            |
| NC15 | 0.00      | 1.50000            | 25.70                | 25.70                | Pres. min. |
| NC16 | 0.00      | 1.50000            | 25.32                | 25.32                |            |
| NC17 | 0.00      | 1.50000            | 25.32                | 25.32                |            |
| NC18 | 0.00      | 0.00000            | 25.86                | 25.86                |            |
| NC19 | 0.00      | 0.00000            | 25.91                | 25.91                |            |
| NC20 | 0.00      | 0.00000            | 25.49                | 25.49                |            |
| NC21 | 0.00      | 0.00000            | 25.55                | 25.55                |            |
| NC22 | 0.00      | 0.00000            | 25.98                | 25.98                |            |
| NC23 | 0.00      | 0.00000            | 25.94                | 25.94                |            |
| NC24 | 0.00      | 0.00000            | 25.79                | 25.79                |            |
| NC25 | 0.00      | 0.00000            | 25.64                | 25.64                |            |
| SG1  | 0.00      | -6.60000           | 35.00                | 35.00                |            |

Combinación: Combinación GR2+FP2

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment. |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|---------|
| N5   | 0.00      | ---                | 28.88                | 28.88                |         |
| N7   | 0.00      | ---                | 27.72                | 27.72                |         |
| N10  | 0.00      | ---                | 26.63                | 26.63                |         |
| N12  | 0.00      | ---                | 26.26                | 26.26                |         |
| N13  | 0.00      | ---                | 25.63                | 25.63                |         |
| N15  | 0.00      | ---                | 25.39                | 25.39                |         |
| N16  | 0.00      | ---                | 24.84                | 24.84                |         |
| N18  | 0.00      | ---                | 24.53                | 24.53                |         |



| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.           |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| N19  | 0.00      | ---                | 24.15                | 24.15                |                   |
| N20  | 0.00      | ---                | 23.65                | 23.65                |                   |
| N21  | 0.00      | ---                | 23.57                | 23.57                |                   |
| N23  | 0.00      | ---                | 23.51                | 23.51                |                   |
| N26  | 0.00      | ---                | 23.36                | 23.36                |                   |
| N28  | 0.00      | ---                | 23.25                | 23.25                |                   |
| N30  | 0.00      | ---                | 23.21                | 23.21                |                   |
| N32  | 0.00      | ---                | 23.16                | 23.16                |                   |
| N34  | 0.00      | ---                | 23.16                | 23.16                |                   |
| N36  | 0.00      | ---                | 23.23                | 23.23                |                   |
| N39  | 0.00      | ---                | 23.35                | 23.35                |                   |
| N41  | 0.00      | ---                | 23.47                | 23.47                |                   |
| N43  | 0.00      | ---                | 23.54                | 23.54                |                   |
| N44  | 0.00      | ---                | 23.49                | 23.49                |                   |
| N46  | 0.00      | ---                | 23.41                | 23.41                |                   |
| N48  | 0.00      | ---                | 23.41                | 23.41                |                   |
| N50  | 0.00      | ---                | 23.46                | 23.46                |                   |
| N52  | 0.00      | ---                | 23.50                | 23.50                |                   |
| N54  | 0.00      | ---                | 23.59                | 23.59                |                   |
| N55  | 0.00      | ---                | 23.59                | 23.59                |                   |
| N59  | 0.00      | ---                | 24.53                | 24.53                |                   |
| N60  | 0.00      | ---                | 24.53                | 24.53                |                   |
| N62  | 0.00      | ---                | 25.43                | 25.43                |                   |
| N63  | 0.00      | ---                | 25.40                | 25.40                |                   |
| N65  | 0.00      | ---                | 26.57                | 26.57                |                   |
| N66  | 0.00      | ---                | 26.26                | 26.26                |                   |
| NC1  | 0.00      | 0.00000            | 27.72                | 27.72                | Pres. máx.        |
| NC2  | 0.00      | 0.00000            | 26.63                | 26.63                |                   |
| NC3  | 0.00      | 1.60000            | 26.09                | 26.09                |                   |
| NC4  | 0.00      | 0.60000            | 25.54                | 25.54                |                   |
| NC5  | 0.00      | 0.00000            | 25.40                | 25.40                |                   |
| NC6  | 0.00      | 0.00000            | 24.84                | 24.84                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC7  | 0.00      | 0.00000            | 24.53                | 24.53                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC8  | 0.00      | 0.00000            | 24.15                | 24.15                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC9  | 0.00      | 0.00000            | 23.57                | 23.57                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC10 | 0.00      | 0.00000            | 23.51                | 23.51                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 23.59                | 23.59                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 23.59                | 23.59                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC13 | 0.00      | 0.00000            | 23.36                | 23.36                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC14 | 0.00      | 0.00000            | 23.50                | 23.50                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC15 | 0.00      | 0.00000            | 23.46                | 23.46                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC16 | 0.00      | 0.00000            | 23.25                | 23.25                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC17 | 0.00      | 0.00000            | 23.21                | 23.21                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC18 | 0.00      | 1.50000            | 23.30                | 23.30                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC19 | 0.00      | 1.50000            | 23.30                | 23.30                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC20 | 0.00      | 1.50000            | 23.05                | 23.05                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC21 | 0.00      | 1.50000            | 23.05                | 23.05                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC22 | 0.00      | 0.00000            | 23.49                | 23.49                | Pres. < 25 m.c.a. |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.           |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| NC23 | 0.00      | 0.00000            | 23.47                | 23.47                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC24 | 0.00      | 0.00000            | 23.35                | 23.35                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC25 | 0.00      | 0.00000            | 23.23                | 23.23                | Pres. < 25 m.c.a. |
| SG1  | 0.00      | -8.20000           | 35.00                | 35.00                |                   |

Combinación: Combinación ZD1+FP3

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.           |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| N5   | 0.00      | ---                | 27.76                | 27.76                |                   |
| N7   | 0.00      | ---                | 26.44                | 26.44                |                   |
| N10  | 0.00      | ---                | 25.21                | 25.21                |                   |
| N12  | 0.00      | ---                | 24.78                | 24.78                |                   |
| N13  | 0.00      | ---                | 23.66                | 23.66                |                   |
| N15  | 0.00      | ---                | 23.02                | 23.02                |                   |
| N16  | 0.00      | ---                | 21.84                | 21.84                |                   |
| N18  | 0.00      | ---                | 21.20                | 21.20                |                   |
| N19  | 0.00      | ---                | 20.37                | 20.37                |                   |
| N20  | 0.00      | ---                | 19.30                | 19.30                |                   |
| N21  | 0.00      | ---                | 18.87                | 18.87                |                   |
| N23  | 0.00      | ---                | 18.74                | 18.74                |                   |
| N26  | 0.00      | ---                | 18.69                | 18.69                |                   |
| N28  | 0.00      | ---                | 18.66                | 18.66                |                   |
| N30  | 0.00      | ---                | 18.64                | 18.64                |                   |
| N32  | 0.00      | ---                | 18.63                | 18.63                |                   |
| N34  | 0.00      | ---                | 18.62                | 18.62                |                   |
| N36  | 0.00      | ---                | 18.60                | 18.60                |                   |
| N39  | 0.00      | ---                | 18.63                | 18.63                |                   |
| N41  | 0.00      | ---                | 18.87                | 18.87                |                   |
| N43  | 0.00      | ---                | 19.22                | 19.22                |                   |
| N44  | 0.00      | ---                | 19.20                | 19.20                |                   |
| N46  | 0.00      | ---                | 19.22                | 19.22                |                   |
| N48  | 0.00      | ---                | 19.23                | 19.23                |                   |
| N50  | 0.00      | ---                | 19.25                | 19.25                |                   |
| N52  | 0.00      | ---                | 19.26                | 19.26                |                   |
| N54  | 0.00      | ---                | 19.28                | 19.28                |                   |
| N55  | 0.00      | ---                | 19.28                | 19.28                |                   |
| N59  | 0.00      | ---                | 21.20                | 21.20                |                   |
| N60  | 0.00      | ---                | 21.20                | 21.20                |                   |
| N62  | 0.00      | ---                | 23.02                | 23.02                |                   |
| N63  | 0.00      | ---                | 23.02                | 23.02                |                   |
| N65  | 0.00      | ---                | 24.96                | 24.96                |                   |
| N66  | 0.00      | ---                | 24.83                | 24.83                |                   |
| NC1  | 0.00      | 0.00000            | 26.44                | 26.44                | Pres. máx.        |
| NC2  | 0.00      | 0.00000            | 25.21                | 25.21                |                   |
| NC3  | 0.00      | 0.00000            | 24.83                | 24.83                | Pres. < 25 m.c.a. |

| Nudo | Cota<br>m | Caudal dem.<br>l/s | Alt. piez.<br>m.c.a. | Pre. disp.<br>m.c.a. | Coment.           |
|------|-----------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| NC4  | 0.00      | 0.00000            | 23.66                | 23.66                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC5  | 0.00      | 0.00000            | 23.02                | 23.02                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC6  | 0.00      | 0.00000            | 21.84                | 21.84                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC7  | 0.00      | 0.00000            | 21.20                | 21.20                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC8  | 0.00      | 0.00000            | 20.37                | 20.37                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC9  | 0.00      | 1.50000            | 18.82                | 18.82                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC10 | 0.00      | 1.50000            | 18.68                | 18.68                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC11 | 0.00      | 0.00000            | 19.28                | 19.28                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC12 | 0.00      | 0.00000            | 19.28                | 19.28                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC13 | 0.00      | 0.00000            | 18.69                | 18.69                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC14 | 0.00      | 0.00000            | 19.26                | 19.26                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC15 | 0.00      | 0.00000            | 19.25                | 19.25                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC16 | 0.00      | 0.00000            | 18.66                | 18.66                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC17 | 0.00      | 0.00000            | 18.64                | 18.64                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC18 | 0.00      | 0.00000            | 19.23                | 19.23                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC19 | 0.00      | 0.00000            | 19.22                | 19.22                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC20 | 0.00      | 0.00000            | 18.63                | 18.63                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC21 | 0.00      | 0.00000            | 18.62                | 18.62                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC22 | 0.00      | 1.50000            | 19.09                | 19.09                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC23 | 0.00      | 1.50000            | 18.83                | 18.83                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC24 | 0.00      | 1.50000            | 18.59                | 18.59                | Pres. < 25 m.c.a. |
| NC25 | 0.00      | 1.50000            | 18.49                | 18.49                | Pres. < 25 m.c.a. |
| SG1  | 0.00      | -9.00000           | 35.00                | 35.00                |                   |



### 3.4.2.- Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

| Combinaciones: Combinación GR2 |       |               |                 |               |                    |                  |                |
|--------------------------------|-------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| Inicio                         | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Péridid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
| N2                             | N3    | 25.97         | DN90            | 2.20000       | 0.13               | 0.52             |                |
| N2                             | SG1   | 10.55         | DN90            | -2.20000      | -0.05              | -0.52            |                |
| N3                             | N4    | 12.85         | DN90            | 2.20000       | 0.07               | 0.52             |                |
| N4                             | N5    | 64.43         | DN90            | 2.20000       | 0.33               | 0.52             |                |
| N5                             | N7    | 20.27         | DN63            | 0.91297       | 0.12               | 0.44             | Vel. < 0.5 m/s |
| N5                             | N68   | 1.27          | DN63            | 1.28703       | 0.01               | 0.62             |                |
| N7                             | N9    | 7.87          | DN63            | 0.91297       | 0.05               | 0.44             | Vel. < 0.5 m/s |
| N7                             | NC1   | 0.77          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N9                             | N10   | 11.10         | DN63            | 0.91297       | 0.07               | 0.44             | Vel. < 0.5 m/s |
| N10                            | N12   | 6.54          | DN63            | 0.91297       | 0.04               | 0.44             | Vel. < 0.5 m/s |
| N10                            | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12                            | N13   | 11.46         | DN63            | 0.11995       | 0.00               | 0.06             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12                            | N66   | 7.84          | DN63            | 0.79302       | 0.04               | 0.38             | Vel. < 0.5 m/s |
| N13                            | N15   | 6.55          | DN63            | -0.48005      | -0.01              | -0.23            | Vel. < 0.5 m/s |
| N13                            | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10               | 1.84             |                |
| N15                            | N16   | 11.45         | DN63            | -0.20716      | -0.01              | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N15                            | N63   | 7.84          | DN63            | -0.27289      | -0.01              | -0.13            | Vel. < 0.5 m/s |
| N16                            | N18   | 6.26          | DN63            | -0.20716      | -0.00              | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N16                            | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N18                            | N19   | 8.25          | DN63            | -0.08650      | -0.00              | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N18                            | N60   | 7.83          | DN63            | -0.12067      | -0.00              | -0.06            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19                            | N20   | 10.65         | DN63            | -0.08650      | -0.00              | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19                            | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N20                            | N21   | 5.87          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N20                            | N54   | 4.79          | DN63            | -0.05932      | -0.00              | -0.03            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21                            | N23   | 4.51          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21                            | NC9   | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N23                            | N25   | 7.01          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N23                            | NC10  | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N25                            | N26   | 3.83          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26                            | N28   | 7.55          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26                            | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.00000       | -0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N28                            | N30   | 3.30          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N28                            | NC16  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N30                            | N32   | 3.50          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N30                            | NC17  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N32                            | N34   | 3.30          | DN63            | -0.02718      | -0.00              | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N32                            | NC20  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | -0.02718      | -0.00            | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -0.02718      | -0.00            | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -0.02718      | -0.00            | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -0.02718      | -0.00            | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -0.02718      | -0.00            | -0.01            | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 0.05932       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -0.08650      | -0.00            | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | 0.05932       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | 0.05932       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | 0.05932       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | 0.05932       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | 0.05932       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | 0.12067       | 0.00             | 0.06             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -0.20716      | -0.01            | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.27289       | 0.02             | 0.13             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -0.48005      | -0.04            | -0.23            | Vel. < 0.5 m/s |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 0.80698       | 0.10             | 0.39             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -1.28703      | -0.19            | -0.62            |                |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 1.60000       | 0.16             | 1.92             | Vel.máx.       |

Combinaciones: Combinación GR1+GR3

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N2     | N3    | 25.97         | DN90            | 4.20000       | 0.42             | 0.99             |                |
| N2     | SG1   | 10.55         | DN90            | -4.20000      | -0.17            | -0.99            |                |
| N3     | N4    | 12.85         | DN90            | 4.20000       | 0.21             | 0.99             |                |
| N4     | N5    | 64.43         | DN90            | 4.20000       | 1.04             | 0.99             |                |
| N5     | N7    | 20.27         | DN63            | 2.15213       | 0.56             | 1.04             |                |
| N5     | N68   | 1.27          | DN63            | 2.04787       | 0.03             | 0.99             |                |
| N7     | N9    | 7.87          | DN63            | 0.65213       | 0.03             | 0.31             | Vel. < 0.5 m/s |
| N7     | NC1   | 0.77          | DN40            | 1.50000       | 0.10             | 1.80             |                |
| N9     | N10   | 11.10         | DN63            | 0.65213       | 0.04             | 0.31             | Vel. < 0.5 m/s |
| N10    | N12   | 6.54          | DN63            | 0.05213       | 0.00             | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |



| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Pérdid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|----------------|
| N10    | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10              | 1.84             |                |
| N12    | N13   | 11.46         | DN63            | 0.87055       | 0.06              | 0.42             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12    | N66   | 7.84          | DN63            | -0.81841      | -0.04             | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | N15   | 6.55          | DN63            | 0.87055       | 0.04              | 0.42             | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N15    | N16   | 11.45         | DN63            | 0.13483       | 0.00              | 0.06             | Vel. < 0.5 m/s |
| N15    | N63   | 7.84          | DN63            | 0.73572       | 0.03              | 0.35             | Vel. < 0.5 m/s |
| N16    | N18   | 6.26          | DN63            | -0.46517      | -0.01             | -0.22            | Vel. < 0.5 m/s |
| N16    | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10              | 1.84             | Vel. máx.      |
| N18    | N19   | 8.25          | DN63            | -0.19865      | -0.00             | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N18    | N60   | 7.83          | DN63            | -0.26652      | -0.01             | -0.13            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | N20   | 10.65         | DN63            | -0.19865      | -0.00             | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N20    | N21   | 5.87          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N20    | N54   | 4.79          | DN63            | -0.11051      | -0.00             | -0.05            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21    | N23   | 4.51          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21    | NC9   | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | N25   | 7.01          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | NC10  | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N25    | N26   | 3.83          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26    | N28   | 7.55          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26    | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | N30   | 3.30          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | NC16  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | N32   | 3.50          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | NC17  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | N34   | 3.30          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | NC20  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -0.08814      | -0.00             | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 0.11051       | 0.00              | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -0.19865      | -0.01             | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | 0.11051       | 0.00              | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | 0.11051       | 0.00              | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | 0.11051       | 0.00              | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | 0.11051       | 0.00              | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | 0.11051       | 0.00              | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |



| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | 0.26652       | 0.02             | 0.13             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -0.46517      | -0.03            | -0.22            | Vel. < 0.5 m/s |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.76428       | 0.09             | 0.37             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -1.22945      | -0.18            | -0.59            |                |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 1.50000       | 0.15             | 1.80             |                |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 0.81841       | 0.11             | 0.39             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -2.04787      | -0.44            | -0.99            |                |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |

Combinaciones: Combinación GR2+GR4

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N2     | N3    | 25.97         | DN90            | 4.30000       | 0.44             | 1.01             |                |
| N2     | SG1   | 10.55         | DN90            | -4.30000      | -0.18            | -1.01            |                |
| N3     | N4    | 12.85         | DN90            | 4.30000       | 0.22             | 1.01             |                |
| N4     | N5    | 64.43         | DN90            | 4.30000       | 1.09             | 1.01             |                |
| N5     | N7    | 20.27         | DN63            | 1.74269       | 0.38             | 0.84             |                |
| N5     | N68   | 1.27          | DN63            | 2.55731       | 0.05             | 1.23             |                |
| N7     | N9    | 7.87          | DN63            | 1.74269       | 0.15             | 0.84             |                |
| N7     | NC1   | 0.77          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N9     | N10   | 11.10         | DN63            | 1.74269       | 0.21             | 0.84             |                |
| N10    | N12   | 6.54          | DN63            | 1.74269       | 0.12             | 0.84             |                |
| N10    | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12    | N13   | 11.46         | DN63            | 1.22971       | 0.12             | 0.59             |                |
| N12    | N66   | 7.84          | DN63            | 0.51298       | 0.02             | 0.25             | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | N15   | 6.55          | DN63            | 0.62971       | 0.02             | 0.30             | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10             | 1.84             |                |
| N15    | N16   | 11.45         | DN63            | 1.04700       | 0.09             | 0.50             |                |
| N15    | N63   | 7.84          | DN63            | -0.41729      | -0.01            | -0.20            | Vel. < 0.5 m/s |
| N16    | N18   | 6.26          | DN63            | 1.04700       | 0.05             | 0.50             |                |
| N16    | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N18    | N19   | 8.25          | DN63            | 0.24551       | 0.01             | 0.12             | Vel. < 0.5 m/s |
| N18    | N60   | 7.83          | DN63            | 0.80149       | 0.04             | 0.39             | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | N20   | 10.65         | DN63            | -0.35449      | -0.01            | -0.17            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10             | 1.84             |                |
| N20    | N21   | 5.87          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N20    | N54   | 4.79          | DN63            | -0.21719      | -0.00            | -0.10            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21    | N23   | 4.51          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21    | NC9   | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | N25   | 7.01          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | NC10  | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N25    | N26   | 3.83          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N26    | N28   | 7.55          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26    | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | N30   | 3.30          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | NC16  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | N32   | 3.50          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | NC17  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | N34   | 3.30          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | NC20  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -0.13731      | -0.00            | -0.07            | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 0.21719       | 0.00             | 0.10             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -0.35449      | -0.02            | -0.17            | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | 0.21719       | 0.00             | 0.10             | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | 0.21719       | 0.00             | 0.10             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | 0.21719       | 0.00             | 0.10             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | 0.21719       | 0.00             | 0.10             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | 0.21719       | 0.00             | 0.10             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | 0.69851       | 0.08             | 0.34             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -1.05300      | -0.14            | -0.51            |                |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 1.50000       | 0.36             | 1.80             |                |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.41729       | 0.03             | 0.20             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -1.47029      | -0.25            | -0.71            |                |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 1.08702       | 0.18             | 0.52             |                |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -2.55731      | -0.66            | -1.23            |                |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 1.60000       | 0.16             | 1.92             | Vel.máx.       |



Combinaciones: Combinación GR3+ZD1

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N2     | N3    | 25.97         | DN90            | 5.10000       | 0.59             | 1.20             |                |
| N2     | SG1   | 10.55         | DN90            | -5.10000      | -0.24            | -1.20            |                |
| N3     | N4    | 12.85         | DN90            | 5.10000       | 0.29             | 1.20             |                |
| N4     | N5    | 64.43         | DN90            | 5.10000       | 1.48             | 1.20             |                |
| N5     | N7    | 20.27         | DN63            | 1.97888       | 0.48             | 0.95             |                |
| N5     | N68   | 1.27          | DN63            | 3.12112       | 0.07             | 1.50             |                |
| N7     | N9    | 7.87          | DN63            | 1.97888       | 0.19             | 0.95             |                |
| N7     | NC1   | 0.77          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N9     | N10   | 11.10         | DN63            | 1.97888       | 0.26             | 0.95             |                |
| N10    | N12   | 6.54          | DN63            | 1.97888       | 0.15             | 0.95             |                |
| N10    | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12    | N13   | 11.46         | DN63            | 2.54439       | 0.42             | 1.23             |                |
| N12    | N66   | 7.84          | DN63            | -0.56551      | -0.02            | -0.27            | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | N15   | 6.55          | DN63            | 2.54439       | 0.24             | 1.23             |                |
| N13    | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N15    | N16   | 11.45         | DN63            | 1.83764       | 0.24             | 0.89             |                |
| N15    | N63   | 7.84          | DN63            | 0.70675       | 0.03             | 0.34             | Vel. < 0.5 m/s |
| N16    | N18   | 6.26          | DN63            | 1.23764       | 0.06             | 0.60             |                |
| N16    | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10             | 1.84             | Vel. máx.      |
| N18    | N19   | 8.25          | DN63            | 1.58150       | 0.13             | 0.76             |                |
| N18    | N60   | 7.83          | DN63            | -0.34386      | -0.01            | -0.17            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | N20   | 10.65         | DN63            | 1.58150       | 0.17             | 0.76             |                |
| N19    | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N20    | N21   | 5.87          | DN63            | 2.18272       | 0.17             | 1.05             |                |
| N20    | N54   | 4.79          | DN63            | -0.60122      | -0.01            | -0.29            | Vel. < 0.5 m/s |
| N21    | N23   | 4.51          | DN63            | 0.68272       | 0.02             | 0.33             | Vel. < 0.5 m/s |
| N21    | NC9   | 0.40          | DN40            | 1.50000       | 0.05             | 1.80             |                |
| N23    | N25   | 7.01          | DN63            | -0.81728      | -0.03            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | NC10  | 0.40          | DN40            | 1.50000       | 0.05             | 1.80             |                |
| N25    | N26   | 3.83          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26    | N28   | 7.55          | DN63            | -0.81728      | -0.04            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N26    | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | N30   | 3.30          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | NC16  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | N32   | 3.50          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | NC17  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | N34   | 3.30          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | NC20  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -0.81728      | -0.04            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -0.81728      | -0.02            | -0.39            | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |



| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 0.60122       | 0.01             | 0.29             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -1.41850      | -0.25            | -0.68            |                |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | 0.60122       | 0.01             | 0.29             | Vel. < 0.5 m/s |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | 0.60122       | 0.01             | 0.29             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | 0.60122       | 0.01             | 0.29             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | 0.60122       | 0.01             | 0.29             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | 0.60122       | 0.02             | 0.29             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | 0.34386       | 0.02             | 0.17             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -1.76236      | -0.34            | -0.85            |                |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.79325       | 0.10             | 0.38             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -2.55561      | -0.67            | -1.23            |                |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 1.50000       | 0.15             | 1.80             |                |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 0.56551       | 0.06             | 0.27             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -3.12112      | -0.94            | -1.50            |                |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |

Combinaciones: Combinación FP1

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Périd.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| N2     | N3    | 25.97         | DN90            | 6.60000       | 0.95             | 1.55             |                |
| N2     | SG1   | 10.55         | DN90            | -6.60000      | -0.38            | -1.55            |                |
| N3     | N4    | 12.85         | DN90            | 6.60000       | 0.47             | 1.55             |                |
| N4     | N5    | 64.43         | DN90            | 6.60000       | 2.34             | 1.55             |                |
| N5     | N7    | 20.27         | DN63            | 2.55289       | 0.75             | 1.23             |                |
| N5     | N68   | 1.27          | DN63            | 4.04711       | 0.11             | 1.95             | Vel.máx.       |
| N7     | N9    | 7.87          | DN63            | 2.55289       | 0.29             | 1.23             |                |
| N7     | NC1   | 0.77          | DN40            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N9     | N10   | 11.10         | DN63            | 2.55289       | 0.41             | 1.23             |                |
| N10    | N12   | 6.54          | DN63            | 2.55289       | 0.24             | 1.23             |                |
| N10    | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12    | N13   | 11.46         | DN63            | 3.21508       | 0.64             | 1.55             |                |
| N12    | N66   | 7.84          | DN63            | -0.66219      | -0.03            | -0.32            | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | N15   | 6.55          | DN63            | 3.21508       | 0.37             | 1.55             |                |
| N13    | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | -0.00            | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N15    | N16   | 11.45         | DN63            | 3.29850       | 0.67             | 1.59             |                |
| N15    | N63   | 7.84          | DN63            | -0.08342      | -0.00            | -0.04            | Vel. < 0.5 m/s |
| N16    | N18   | 6.26          | DN63            | 3.29850       | 0.37             | 1.59             |                |
| N16    | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Péridid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| N18    | N19   | 8.25          | DN63            | 3.34809       | 0.50               | 1.61             |                |
| N18    | N60   | 7.83          | DN63            | -0.04959      | -0.00              | -0.02            | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | N20   | 10.65         | DN63            | 3.34809       | 0.64               | 1.61             |                |
| N19    | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N20    | N21   | 5.87          | DN63            | 1.87374       | 0.13               | 0.90             |                |
| N20    | N54   | 4.79          | DN63            | 1.47435       | 0.07               | 0.71             |                |
| N21    | N23   | 4.51          | DN63            | 1.87374       | 0.10               | 0.90             |                |
| N21    | NC9   | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | N25   | 7.01          | DN63            | 1.87374       | 0.15               | 0.90             |                |
| N23    | NC10  | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N25    | N26   | 3.83          | DN63            | 1.87374       | 0.08               | 0.90             |                |
| N26    | N28   | 7.55          | DN63            | 1.27374       | 0.08               | 0.61             |                |
| N26    | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.60000       | 0.08               | 1.84             |                |
| N28    | N30   | 3.30          | DN63            | -0.22626      | -0.00              | -0.11            | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | NC16  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N30    | N32   | 3.50          | DN63            | -1.72626      | -0.06              | -0.83            |                |
| N30    | NC17  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N32    | N34   | 3.30          | DN63            | -1.72626      | -0.06              | -0.83            |                |
| N32    | NC20  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | -1.72626      | -0.09              | -0.83            |                |
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -1.72626      | -0.06              | -0.83            |                |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -1.72626      | -0.09              | -0.83            |                |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -1.72626      | -0.15              | -0.83            |                |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -1.72626      | -0.09              | -0.83            |                |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 1.52565       | 0.05               | 0.74             |                |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -3.25191      | -1.08              | -1.57            |                |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | 1.52565       | 0.07               | 0.74             |                |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | 1.52565       | 0.05               | 0.74             |                |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | 1.52565       | 0.05               | 0.74             |                |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | 0.02565       | 0.00               | 0.01             | Vel. < 0.5 m/s |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | -1.47435      | -0.09              | -0.71            |                |
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | -0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | -0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | 0.04959       | 0.00               | 0.02             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -3.30150      | -1.04              | -1.59            |                |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 0.00000       | -0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.08342       | 0.00               | 0.04             | Vel. < 0.5 m/s |



| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Pérdid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|----------------|
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -3.38492      | -1.11             | -1.63            |                |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | -0.00             | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 0.66219       | 0.07              | 0.32             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -4.04711      | -1.49             | -1.95            |                |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |

Combinaciones: Combinación GR2+FP2

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Pérdid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|----------------|
| N2     | N3    | 25.97         | DN90            | 8.20000       | 1.40              | 1.93             |                |
| N2     | SG1   | 10.55         | DN90            | -8.20000      | -0.57             | -1.93            |                |
| N3     | N4    | 12.85         | DN90            | 8.20000       | 0.69              | 1.93             |                |
| N4     | N5    | 64.43         | DN90            | 8.20000       | 3.47              | 1.93             |                |
| N5     | N7    | 20.27         | DN63            | 3.24778       | 1.16              | 1.57             |                |
| N5     | N68   | 1.27          | DN63            | 4.95222       | 0.16              | 2.39             | Vel. > 2 m/s   |
| N7     | N9    | 7.87          | DN63            | 3.24778       | 0.45              | 1.57             |                |
| N7     | NC1   | 0.77          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N9     | N10   | 11.10         | DN63            | 3.24778       | 0.64              | 1.57             |                |
| N10    | N12   | 6.54          | DN63            | 3.24778       | 0.37              | 1.57             |                |
| N10    | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N12    | N13   | 11.46         | DN63            | 3.15987       | 0.62              | 1.52             |                |
| N12    | N66   | 7.84          | DN63            | 0.08791       | 0.00              | 0.04             | Vel. < 0.5 m/s |
| N13    | N15   | 6.55          | DN63            | 2.55987       | 0.24              | 1.23             |                |
| N13    | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.60000       | 0.10              | 1.84             |                |
| N15    | N16   | 11.45         | DN63            | 2.95883       | 0.55              | 1.43             |                |
| N15    | N63   | 7.84          | DN63            | -0.39896      | -0.01             | -0.19            | Vel. < 0.5 m/s |
| N16    | N18   | 6.26          | DN63            | 2.95883       | 0.30              | 1.43             |                |
| N16    | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N18    | N19   | 8.25          | DN63            | 2.89717       | 0.38              | 1.40             |                |
| N18    | N60   | 7.83          | DN63            | 0.06166       | 0.00              | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N19    | N20   | 10.65         | DN63            | 2.89717       | 0.50              | 1.40             |                |
| N19    | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N20    | N21   | 5.87          | DN63            | 1.46878       | 0.08              | 0.71             |                |
| N20    | N54   | 4.79          | DN63            | 1.42838       | 0.06              | 0.69             |                |
| N21    | N23   | 4.51          | DN63            | 1.46878       | 0.06              | 0.71             |                |
| N21    | NC9   | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N23    | N25   | 7.01          | DN63            | 1.46878       | 0.10              | 0.71             |                |
| N23    | NC10  | 0.40          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N25    | N26   | 3.83          | DN63            | 1.46878       | 0.05              | 0.71             |                |
| N26    | N28   | 7.55          | DN63            | 1.46878       | 0.10              | 0.71             |                |
| N26    | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N28    | N30   | 3.30          | DN63            | 1.46878       | 0.05              | 0.71             |                |
| N28    | NC16  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N30    | N32   | 3.50          | DN63            | 1.46878       | 0.05              | 0.71             |                |
| N30    | NC17  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | N34   | 3.30          | DN63            | -0.03122      | -0.00             | -0.02            | Vel. < 0.5 m/s |
| N32    | NC20  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11              | 1.80             |                |
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | -1.53122      | -0.07             | -0.74            |                |



| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Péridid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -1.53122      | -0.05              | -0.74            |                |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -1.53122      | -0.07              | -0.74            |                |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -1.53122      | -0.12              | -0.74            |                |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -1.53122      | -0.07              | -0.74            |                |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 1.57162       | 0.05               | 0.76             |                |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -3.10283      | -0.99              | -1.50            |                |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | 1.57162       | 0.07               | 0.76             |                |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | 0.07162       | 0.00               | 0.03             | Vel. < 0.5 m/s |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | -1.42838      | -0.05              | -0.69            |                |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11               | 1.80             |                |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | -1.42838      | -0.04              | -0.69            |                |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | -1.42838      | -0.09              | -0.69            |                |
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | -0.06166      | -0.00              | -0.03            | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -3.04117      | -0.90              | -1.47            |                |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.39896       | 0.03               | 0.19             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -3.44013      | -1.14              | -1.66            |                |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 1.51209       | 0.32               | 0.73             |                |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -4.95222      | -2.15              | -2.39            | Vel. > 2 m/s   |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 1.60000       | 0.16               | 1.92             |                |

Combinaciones: Combinación ZD1+FP3

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Péridid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| N2     | N3    | 25.97         | DN90            | 9.00000       | 1.65               | 2.12             | Vel. > 2 m/s   |
| N2     | SG1   | 10.55         | DN90            | -9.00000      | -0.67              | -2.12            | Vel. > 2 m/s   |
| N3     | N4    | 12.85         | DN90            | 9.00000       | 0.82               | 2.12             | Vel. > 2 m/s   |
| N4     | N5    | 64.43         | DN90            | 9.00000       | 4.10               | 2.12             | Vel. > 2 m/s   |
| N5     | N7    | 20.27         | DN63            | 3.48472       | 1.32               | 1.68             |                |
| N5     | N68   | 1.27          | DN63            | 5.51528       | 0.19               | 2.66             | Vel. > 2 m/s   |
| N7     | N9    | 7.87          | DN63            | 3.48472       | 0.51               | 1.68             |                |
| N7     | NC1   | 0.77          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N9     | N10   | 11.10         | DN63            | 3.48472       | 0.72               | 1.68             |                |
| N10    | N12   | 6.54          | DN63            | 3.48472       | 0.42               | 1.68             |                |
| N10    | NC2   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |

| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Pérdid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.       |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|---------------|
| N12    | N13   | 11.46         | DN63            | 4.38637       | 1.12              | 2.11             | Vel.> 2 m/s   |
| N12    | N66   | 7.84          | DN63            | -0.90165      | -0.05             | -0.43            | Vel.< 0.5 m/s |
| N13    | N15   | 6.55          | DN63            | 4.38637       | 0.64              | 2.11             | Vel.> 2 m/s   |
| N13    | NC4   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N15    | N16   | 11.45         | DN63            | 4.49601       | 1.18              | 2.17             | Vel.> 2 m/s   |
| N15    | N63   | 7.84          | DN63            | -0.10964      | -0.00             | -0.05            | Vel.< 0.5 m/s |
| N16    | N18   | 6.26          | DN63            | 4.49601       | 0.64              | 2.17             | Vel.> 2 m/s   |
| N16    | NC6   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N18    | N19   | 8.25          | DN63            | 4.44493       | 0.83              | 2.14             | Vel.> 2 m/s   |
| N18    | N60   | 7.83          | DN63            | 0.05108       | 0.00              | 0.02             | Vel.< 0.5 m/s |
| N19    | N20   | 10.65         | DN63            | 4.44493       | 1.07              | 2.14             | Vel.> 2 m/s   |
| N19    | NC8   | 0.40          | DN25            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N20    | N21   | 5.87          | DN63            | 3.74198       | 0.43              | 1.80             |               |
| N20    | N54   | 4.79          | DN63            | 0.70295       | 0.02              | 0.34             | Vel.< 0.5 m/s |
| N21    | N23   | 4.51          | DN63            | 2.24198       | 0.13              | 1.08             |               |
| N21    | NC9   | 0.40          | DN40            | 1.50000       | 0.05              | 1.80             |               |
| N23    | N25   | 7.01          | DN63            | 0.74198       | 0.03              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N23    | NC10  | 0.40          | DN40            | 1.50000       | 0.05              | 1.80             |               |
| N25    | N26   | 3.83          | DN63            | 0.74198       | 0.02              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N26    | N28   | 7.55          | DN63            | 0.74198       | 0.03              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N26    | NC13  | 0.34          | DN25            | 0.00000       | -0.00             | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N28    | N30   | 3.30          | DN63            | 0.74198       | 0.01              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N28    | NC16  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N30    | N32   | 3.50          | DN63            | 0.74198       | 0.01              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N30    | NC17  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N32    | N34   | 3.30          | DN63            | 0.74198       | 0.01              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N32    | NC20  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | -0.00             | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N34    | N36   | 4.75          | DN63            | 0.74198       | 0.02              | 0.36             | Vel.< 0.5 m/s |
| N34    | NC21  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N36    | N38   | 3.21          | DN63            | -0.75802      | -0.01             | -0.37            | Vel.< 0.5 m/s |
| N36    | NC25  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11              | 1.80             |               |
| N38    | N39   | 4.68          | DN63            | -0.75802      | -0.02             | -0.37            | Vel.< 0.5 m/s |
| N39    | N41   | 8.04          | DN63            | -2.25802      | -0.24             | -1.09            |               |
| N39    | NC24  | 0.31          | DN40            | 1.50000       | 0.04              | 1.80             |               |
| N41    | N43   | 4.66          | DN63            | -3.75802      | -0.35             | -1.81            |               |
| N41    | NC23  | 0.31          | DN40            | 1.50000       | 0.04              | 1.80             |               |
| N43    | N44   | 3.23          | DN63            | 0.79705       | 0.02              | 0.38             | Vel.< 0.5 m/s |
| N43    | N59   | 18.87         | DN63            | -4.55507      | -1.98             | -2.20            | Vel.> 2 m/s   |
| N44    | N46   | 4.74          | DN63            | -0.70295      | -0.02             | -0.34            | Vel.< 0.5 m/s |
| N44    | NC22  | 0.84          | DN40            | 1.50000       | 0.11              | 1.80             |               |
| N46    | N48   | 3.30          | DN63            | -0.70295      | -0.01             | -0.34            | Vel.< 0.5 m/s |
| N46    | NC19  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N48    | N50   | 3.50          | DN63            | -0.70295      | -0.01             | -0.34            | Vel.< 0.5 m/s |
| N48    | NC18  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N50    | N52   | 3.30          | DN63            | -0.70295      | -0.01             | -0.34            | Vel.< 0.5 m/s |
| N50    | NC15  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | -0.00             | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |
| N52    | N54   | 6.56          | DN63            | -0.70295      | -0.02             | -0.34            | Vel.< 0.5 m/s |
| N52    | NC14  | 0.84          | DN40            | 0.00000       | 0.00              | 0.00             | Vel.< 0.5 m/s |



| Inicio | Final | Longitud<br>m | Diámetros<br>mm | Caudal<br>l/s | Péridid.<br>m.c.a. | Velocidad<br>m/s | Coment.        |
|--------|-------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| N54    | N55   | 5.90          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | N57   | 4.51          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N55    | NC11  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N57    | NC12  | 0.40          | DN63            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N60   | 21.58         | DN63            | -0.05108      | -0.00              | -0.02            | Vel. < 0.5 m/s |
| N59    | N62   | 17.71         | DN63            | -4.50399      | -1.82              | -2.17            | Vel. > 2 m/s   |
| N60    | NC7   | 2.81          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N63   | 21.56         | DN63            | 0.10964       | 0.00               | 0.05             | Vel. < 0.5 m/s |
| N62    | N65   | 18.01         | DN63            | -4.61363      | -1.94              | -2.22            | Vel. > 2 m/s   |
| N63    | NC5   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N66   | 21.56         | DN63            | 0.90165       | 0.13               | 0.43             | Vel. < 0.5 m/s |
| N65    | N68   | 17.59         | DN63            | -5.51528      | -2.61              | -2.66            | Vel. > 2 m/s   |
| N66    | NC3   | 1.14          | DN40            | 0.00000       | 0.00               | 0.00             | Vel. < 0.5 m/s |



## ANEJO N°09. SERVICIOS AFECTADOS

## ÍNDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>ANEJO Nº09. SERVICIOS AFECTADOS .....</b>        | <b>1</b> |
| 1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....               | 1        |
| 2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AFECTADOS ..... | 1        |
| 3.- VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES .....            | 1        |
| 4.- INVENTARIO DE SERVICIOS.....                    | 2        |
| 5.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS .....                   | 5        |
| 5.1.- REPOSICIÓN Nº 100 .....                       | 5        |
| 5.2.- REPOSICIÓN Nº 101 .....                       | 6        |

## 1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En el presente Anejo se describen los trabajos necesarios para la reposición definitiva de los servicios afectados por la implantación de las diferentes TDUS objeto del proyecto.

Para la identificación de las afecciones se ha procedido a numerarlas de acuerdo con un número de orden según el tipo de servicio:

- Redes de vaciado y pluviales: nº 100.

El presente proyecto se desarrolla dentro de la EDAR de Meco. El estudio de las afecciones existentes se ha realizado dentro de la misma, y concretamente en el espacio libre existente entre el edificio de control y el acceso de entrada a la planta.

## 2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AFECTADOS

En primer lugar se realizó una inspección de la zona en la franja de terreno mencionada en el epígrafe anterior con objeto de reconocer los servicios existentes sobre el mismo y sus características.

En segundo lugar y tras la reunión mantenida con la jefa de la planta, se identificaron los servicios, todos propios de la EDAR y pertenecientes al Canal de Isabel II, que son los siguientes:

- Red de vaciado: nº 100: se verá afectado un tramo de la red de vaciado del edificio de control. Se trata de una tubería de PVC corrugado de diámetro 200 mm, que se sustituirá por otra de las mismas características, ubicada junto a la valla de la parcela y conectada al pozo existente PE2, tal y como se observa en los planos.
- Red de pluviales: nº 101: se trata de una red de pluviales que discurre a lo largo del vial de acceso a la planta, que se verá afectada por la colocación de las tablestacas necesarias para la ejecución de las cámaras de aforo. La reposición se realizará en el mismo lugar que la existente.

## 3.- VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES

En el capítulo 10 del presupuesto se adjunta la valoración de las reposiciones en el que se detallan las unidades de obra que componen cada reposición, así como la medición y el precio unitario.





De este presupuesto se extraen las cantidades de la tabla que aparece a continuación:



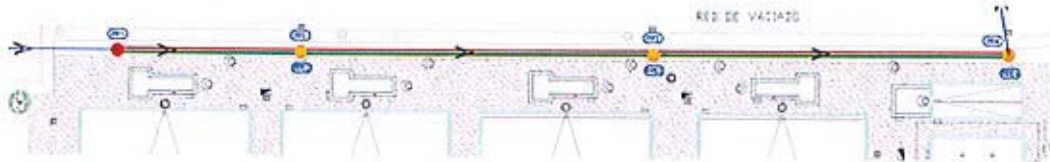
**VALORACIÓN DE LAS REPOSICIONES**

| DENOMINACIÓN                         | DESCRIPCIÓN          | IMPORTE EN €     |
|--------------------------------------|----------------------|------------------|
| Reposición nº 100                    | Reposición vaciado   | 11.048,40        |
| Reposición nº 101                    | Reposición pluviales | 11.019,16        |
| <b>TOTAL REPOSICIÓN DE SERVICIOS</b> |                      | <b>22.067,56</b> |

#### 4.- INVENTARIO DE SERVICIOS

Se presenta a continuación, en formato de ficha, el inventario de los servicios afectados y el esquema de su reposición.

| PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN<br>DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE SOSTENIBLE   |  |
|---|--|
| MUNICIPIO:  | MECO   |
| COMUNIDAD AUTÓNOMA  | MADRID   |
| DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO AFECTADO   |  |
| FOTOGRAFÍA:   |  |
| CLASE DE SERVICIO AFECTADO  | TIPO DE AFECCIÓN   |
| Tubería de vaciados   | Reposición nº 100  |
| DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN  |  |
| Longitud modificada: 95 m   |  |
| Presupuesto estimado de la modificación: 9.989,49 €   |  |
| Breve descripción: Se trata de un tramo de la red de vaciado del edificio de control, con tubería de PVC corrugado de diámetro 200 mm   |  |
| REPOSICIÓN DEL SERVICIO   |  |
| SÍNTESIS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA  |  |
| Se trata del cambio de ubicación de la tubería afectada desplazándola hacia la valla perimetral de la parcela, de manera que bordeee las TDUS. La conexión se realizará en el pozo existentes PE2 |  |
|   |  |

| PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN<br>DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE SOSTENIBLE  |                   |
|--|-------------------|
| MUNICIPIO:   | MECO              |
| COMUNIDAD AUTÓNOMA   | MADRID            |
| DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO AFECTADO  |                   |
| FOTOGRAFÍAS:   |                   |
|    |                   |
| CLASE DE SERVICIO AFECTADO   | TIPO DE AFECCIÓN  |
| Tubería de pluviales   | Reposición nº 101 |
| DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN   |                   |
| <p>Longitud modificada: 80 m</p> <p>Presupuesto estimado de la modificación: 10.028,48 €</p> <p>Breve descripción: Se trata de una red de pluviales que discurre a lo largo de la acera del vial de acceso a la planta, con tubería de PVC corrugado de diámetro 200 mm</p>  |                   |
| REPOSICIÓN DEL SERVICIO  |                   |
| SÍNTESIS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA   |                   |
| <p>Se trata del levantado de la tubería de pluviales que discurre paralela al vial de acceso a la planta, por dentro de la parcela del Proyecto, que se verá afectada por la colocación de las tablestacas necesarias para la ejecución de las</p>   |                   |
|    |                   |
| <p><b>LEYENDA DE RED DE PLUVIALES (R101)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● POCO DE REGISTRO EXISTENTE</li> <li>● POCO DE REGISTRO PROYECTADO</li> <li>● POCO DE REGISTRO A DESGLOSAR Y POSICIONAMIENTO A RECONSTRUIR</li> <li>— COLECTOR EXISTENTE DE PVC RIGID</li> <li>— COLECTOR EXISTENTE A DESGLOSAR RIGID</li> <li>— COLECTOR PROYECTADO PVC CORRUGADO</li> <li>— COLECTOR A DESGLOSAR EN EL LUGAR</li> <li>○ NÚMERO DE POCO</li> </ul> |                   |

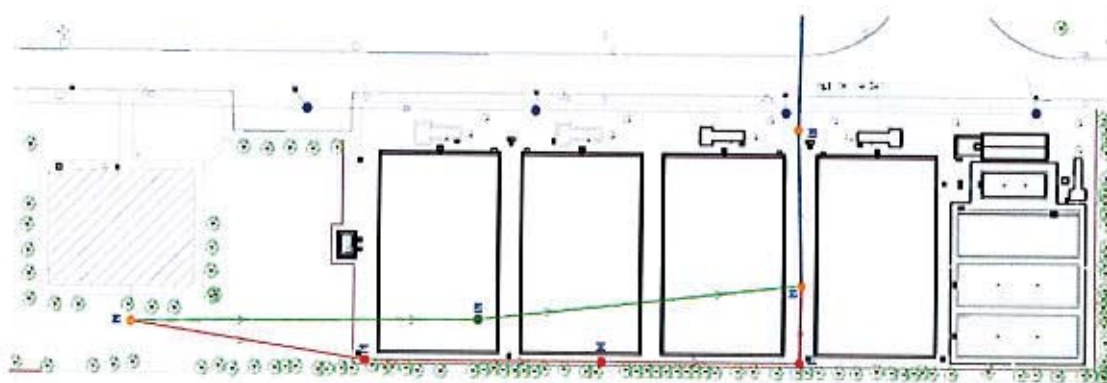


## 5.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Se describe en este apartado cómo se llevará a cabo la reposición de los servicios afectados.

Asimismo, en el Documento nº 2. Planos se incluyen planos de planta, perfil longitudinal y detalles de cada reposición, y en el Documento nº 4. Presupuesto se incluye el presupuesto de cada reposición, para su completa definición.

### 5.1.- REPOSICIÓN Nº 100

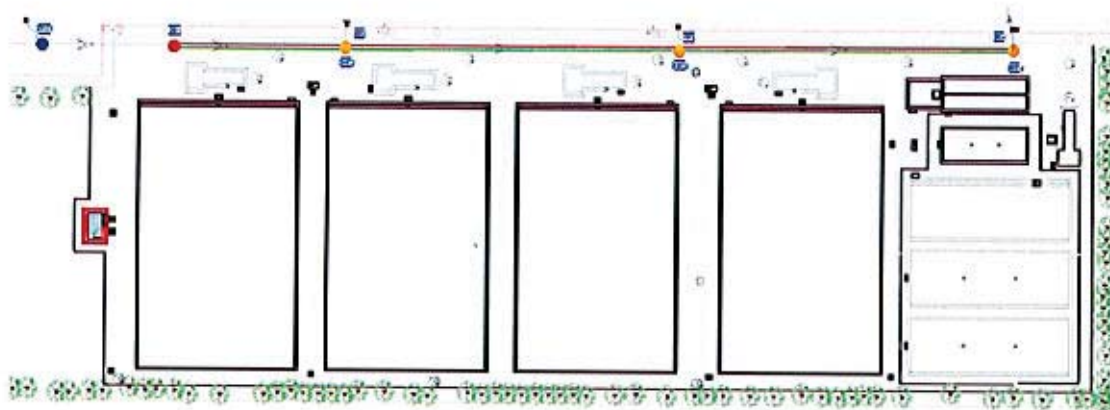


Se trata de demoler la red existente entre los pozos PE1 y PE3 (trazo verde en el dibujo, tubería PCV-U Ø200 mm), siendo éstos los pozos de inicio y fin de la red repuesta y desplazada.

El tramo de tubería repuesto será de PVC-U corrugado de 200 mm de diámetro, igual que la existente y se colocará siguiendo el trazado de la línea roja del dibujo, con una pendiente entre pozos del 1,04%.

El pozo PE3 se acondicionará para que en él acometa la nueva tubería. Los pozos nuevos serán de fábrica de ladrillo ejecutados in situ de diámetro 1.100 mm.

## 5.2.- REPOSICIÓN Nº 101



En esta reposición se levantará la tubería de pluviales existente (de color verde en el dibujo), de PVC-U y Ø200 mm, para posteriormente volverla a reconstruir desde un nuevo pozo a ejecutar (PP1, dibujado en rojo en el dibujo). Los pozos PPE2, PPE3 y PPE4, existentes, se demolerán y se volverán a construir en la misma ubicación, siendo entonces los pozos: PP2, PP3 y PP4.

El tramo de tubería repuesto será de PVC-U corrugado de 200 mm de diámetro.

La pendiente de los distintos tramos de la tubería entre pozos, será la siguiente:

- Entre PPE1 y PP1: 0,69%
- Entre PP1 y PP2, PP2 y PP3 y entre PP3 y PP4 la pendiente será del 0,42 %

Todos los pozos nuevos serán de fábrica de ladrillo ejecutados in situ de diámetro 1.100 mm.

## ANEJO Nº10. PLAN DE OBRA



## ÍNDICE

### ANEJO Nº11. PLAN DE OBRA

|  |   |
|--|---|
| 1.- OBJETO Y ALCANCE.....  | 1 |
| 2.- DESCRIPCIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN PARA LAS ACTIVIDADES GENERALES<br>..... | 1 |
| 3.- PRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PLAN DE OBRA.....                                 | 1 |
| 3.1.- PLAN DE OBRA.....  | 1 |
| 3.2.- GRÁFICO DE EVOLUCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN MENSUAL .....                   | 3 |

## **1.- OBJETO Y ALCANCE**

Se redacta el presente programa de trabajos relativo a la ejecución de las obras de las Diferentes Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible.

En el anejo se enumeran las unidades de obra más importantes, con la misma estructura que en el Presupuesto.

Con los datos anteriores se determina la duración de las actividades y se representa gráficamente en un diagrama de Gantt el avance en el tiempo de las mismas.

## **2.- DESCRIPCIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN PARA LAS ACTIVIDADES GENERALES**

El plazo de ejecución global de los trabajos se estima en SEIS MESES (6 MESES) desde la firma del contrato. A continuación, se resume el plazo para cada una de las actividades a realizar.

## **3.- PRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PLAN DE OBRA**

### **3.1.- PLAN DE OBRA**

En la página siguiente se adjunta un diagrama GANTT de las actividades que integran el proyecto.

**PROGRAMA DE TRABAJO**

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE, (MADRID)

|   | 1          | 2          | 3          | 4           | 5            | 6            | TOTALES<br>P.E.M. |
|---|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------------|
| <b>CAPÍTULO 1.- DEMOLICIONES</b>                    |            |            |            |             |              |              | 832,63            |
| Demoliciones  |            |            |            |             |              |              | 832,63            |
| <b>CAPÍTULO 2.- MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>           |            |            |            |             |              |              | 19.768,67         |
| Movimiento de tierras                               |            |            |            |             |              |              | 19.768,67         |
| <b>CAPÍTULO 3.- URBANIZACIÓN ACABADOS</b>           |            |            |            |             |              |              | 195.385,58        |
| Green roofs   |            |            |            |             |              |              | 163.507,07        |
| Firmas porosas                                      |            |            |            |             |              |              | 12.474,21         |
| Zanjas drenantes                                    |            |            |            |             |              |              | 3.800,29          |
| Acabados  |            |            |            |             |              |              | 15.604,47         |
| <b>CAPÍTULO 4.- CÁMARAS, TUBOS Y ENFITEO</b>        |            |            |            |             |              |              | 298.520,28        |
| Cámaras   |            |            |            |             |              |              | 145.559,67        |
| TUBOS   |            |            |            |             |              |              | 140.467,09        |
| Enfiteo   |            |            |            |             |              |              | 4.493,52          |
| <b>CAPÍTULO 5.- EQUIPOS</b>                         |            |            |            |             |              |              | 17.795,14         |
| Equipos   |            |            |            |             |              |              | 17.795,14         |
| <b>CAPÍTULO 6.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CONTROL</b> |            |            |            |             |              |              | 134.769,47        |
| Instalación eléctrica y control                     |            |            |            |             |              |              | 134.769,47        |
| Pruebas del sistema y puesta en marcha              |            |            |            |             |              |              | 0,00              |
| <b>CAPÍTULO 7.- RED DE ABASTECIMIENTO</b>           |            |            |            |             |              |              | 12.762,29         |
| Agua potable  |            |            |            |             |              |              | 12.762,29         |
| <b>CAPÍTULO 8.- RED DE AGUAS DE PROCESO</b>         |            |            |            |             |              |              | 29.271,79         |
| Aguas de proceso                                    |            |            |            |             |              |              | 29.271,79         |
| <b>CAPÍTULO 9.- ORDENACIÓN ECOLÓGICA</b>            |            |            |            |             |              |              | 11.687,19         |
| Trasplante de árboles existentes                    |            |            |            |             |              |              | 11.687,19         |
| <b>CAPÍTULO 10.- SERVICIOS AFECTADOS</b>            |            |            |            |             |              |              | 22.697,64         |
| Reposición R109                                     |            |            |            |             |              |              | 11.048,42         |
| Reposición R101                                     |            |            |            |             |              |              | 11.048,42         |
| <b>CAPÍTULO 11.- VIGILANCIA AMBIENTAL</b>           |            |            |            |             |              |              | 73.857,59         |
| Gestión de Residuos                                 |            |            |            |             |              |              | 73.857,59         |
| <b>CAPÍTULO 12.- SEGURIDAD Y SALUD</b>              |            |            |            |             |              |              | 12.225,26         |
| Seguridad y salud                                   |            |            |            |             |              |              | 12.225,26         |
| <b>CAPÍTULO 13.- VARIOS</b>                         |            |            |            |             |              |              | 16.741,66         |
| Imprevistos de obra                                 |            |            |            |             |              |              | 16.741,66         |
| <b>Ejecución Material (Euros)</b>                   | 70.352,70  | 115.489,68 | 299.617,32 | 1.68.934,99 | 129.657,16   | 102.703,02   |                   |
| <b>Ejecución Material Acumulado (Euros)</b>         | 70.352,70  | 185.872,38 | 485.489,70 | 654.424,69  | 784.081,85   | 887.084,87   |                   |
| <b>Base Licitación con IVA (Euros)</b>              | 101.344,05 | 166.293,59 | 388.221,55 | 214.451,48  | 187.125,31   | 147.882,08   |                   |
| <b>Base Licitación Acumulada con IVA (Euros)</b>    | 101.344,05 | 267.637,64 | 655.859,62 | 870.311,11  | 1.057.436,42 | 1.205.318,50 |                   |



### 3.2.- GRÁFICO DE EVOLUCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN MENSUAL

En el gráfico siguiente puede observarse la evolución de las certificaciones mensuales, así como la evolución del acumulado durante el plazo de obra.



## **ANEJO Nº11. RELACIONES DEL CONTRATISTA CON EL DIRECTOR DE OBRA**

## ÍNDICE

### ANEJO Nº11. RELACIONES DEL CONTRATISTA CON EL DIRECTOR DE OBRA

|   |   |
|---|---|
| 1.- OBJETO .....  | 1 |
| 2.- DIRECCIÓN DE LAS OBRAS. REPRESENTACIÓN DEL CANAL DE ISABEL II ..... | 1 |
| 3.- REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA .....                                | 1 |
| 4.- NORMAS DE ENVÍO DE DOCUMENTOS Y APROBACIÓN .....                    | 3 |
| 5.- DOCUMENTOS QUE REQUIEREN APROBACIÓN .....                           | 4 |
| 6.- INFORMES DE PROGRESO .....  | 4 |
| 7.- FORMA DE EJECUTAR LAS OBRAS.....                                    | 6 |



## **1.- OBJETO**

Este anejo tiene por objeto definir la representación del contratista y del Canal de Isabel II, así como fijar las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre ambos.

## **2.- DIRECCIÓN DE LAS OBRAS. REPRESENTACIÓN DEL CANAL DE ISABEL II**

El Canal de Isabel II nombrará un Director de las Obras, que por sí o por aquellas personas que designe en su representación, será el responsable de la inspección y vigilancia de las obras, con autoridad para aceptar o rechazar los suministros de materiales y equipos a instalar, aprobar o paralizar las obras y resolver cualquier contradicción o indefinición que pudiera surgir durante el desarrollo de las obras.

El Director de las Obras puede ordenar trabajos no previstos y hacer cambios por alteración, adición o reducción de las obras proyectadas que se realizarán y valorarán de acuerdo al Cuadro de Precios. Si no existiesen en el Cuadro de Precios del proyecto, o en el último vigente del Canal de Isabel II, unidades similares a las ejecutadas, el Director de las Obras establecerá previamente los precios correspondientes, que una vez aceptados por el Contratista serán recogidos en un Acta de Precios Nuevos a efectos de la Liquidación de las obras.

No será realizada ninguna unidad nueva no prevista en el presente Proyecto si previamente el Director de las Obras no ha establecido el precio correspondiente.

La aprobación por parte de la Dirección de las Obras, de planos y documentación, sólo tiene validez a efectos de autorización de inicio de trabajos o actividades en obra, y no exime al Contratista de su responsabilidad, a todos los efectos, en relación con la concepción, diseño, dimensionamiento, cálculo, calidad de materiales, procedimiento constructivo, entre otros aspectos, de dichas obras.

## **3.- REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA**

El Adjudicatario dispondrá, para la ejecución de las obras, de los técnicos superiores que considere necesarios, de entre los cuales, uno al menos, será Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, así como los ingenieros técnicos necesarios de los cuales, uno al menos, será Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

De entre los técnicos superiores asignados, el Adjudicatario deberá designar uno de ellos, que será el representante del Adjudicatario ante la Dirección de las Obras y que deberá estar representado permanentemente en obra por persona o personas con poder bastante para disponer sobre todas las cuestiones relativas a las mismas, para lo cual deberán poseer los conocimientos técnicos suficientes. Durante el Periodo de Construcción este técnico permanente a pie de obra será como mínimo un Ingeniero Técnico.

El Contratista comunicará, antes del comienzo de la obra, la asignación de los técnicos al servicio de la obra, dando información sobre los siguientes aspectos:

- Nombre
- Dedicación/Puesto de trabajo
- Ubicación/Lugar de trabajo
- Currículum vitae

El Adjudicatario entregará a la Dirección de las Obras, para su aprobación, con la periodicidad que ésta determine, la relación o relaciones de todo el personal que haya de trabajar en el lugar de las obras. Si los plazos parciales correspondientes a determinados equipos e instalaciones de las obras no se cumplieran y el Director de las Obras considerase posible acelerar el ritmo de éstas mediante la Contratación de una cantidad mayor de personal, el Adjudicatario vendrá obligado a contratar este personal para recuperar en lo posible el retraso sobre los plazos originales.

El Adjudicatario estará obligado a velar porque el personal que tenga empleado guarde una conducta correcta durante su permanencia en la obra y acatará cualquier indicación que a este respecto le transmita la Dirección de las Obras.

El Contratista mantendrá permanentemente en obra, a disposición del Canal de Isabel II, un Libro de Órdenes con hojas autocopiativas, paginado y conformado por el Adjudicatario y el Canal de Isabel II, responsabilizándose de su custodia e integridad.

El "Libro de Órdenes" se abrirá en la fecha de firma del Acta de Comprobación del Replanteo y se cerrará en la fecha de firma del Acta de Recepción.

Efectuada la Recepción de las Obras, el "Libro de Ordenes" pasará a poder de la Dirección de las Obras, si bien podrá ser consultado en todo momento por el Adjudicatario.

El Adjudicatario dará a la Dirección de las Obras y a sus representantes toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y mediciones, así como para la inspección



de la obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el Pliego y facilitará en todo momento el acceso a todas las partes de la obra y a los talleres o fábricas donde se preparen materiales o equipos o se realicen trabajos para las obras.

#### 4.- NORMAS DE ENVÍO DE DOCUMENTOS Y APROBACIÓN

Los envíos de planos y documentos se acompañarán de una Hoja de Transmisión de Documentos. Los envíos realizados al Canal de Isabel II irán dirigidos por duplicado al Director de las Obras.

Los planos y documentos devueltos por el Canal de Isabel II serán dirigidos al domicilio social del Contratista.

El Director de Obra determinará el horario y lugar en que el Adjudicatario puede entregar a la Dirección de Obra para su examen y aprobación los Documentos de Detalle. Con el objetivo de reducir los tiempos necesarios para la comunicación entre las partes, se dispondrá de correo electrónico en obra y en oficina técnica. El mecanismo de aprobación será el siguiente:

- a) El Adjudicatario recibirá una copia de los Documentos de Detalle entregados, firmada por persona autorizada de la Dirección de Obra, en que conste la fecha de entrega de los Documentos.
- b) Si en el plazo de CINCO (5) DÍAS hábiles a partir del siguiente a la entrega no recibe el Adjudicatario respuesta alguna sobre los Documentos de Detalle presentados, se considerarán aprobados.
- c) La Dirección de Obra podrá prorrogar el plazo de respuesta comunicándolo por escrito al Adjudicatario dentro del plazo habilitado para contestar, en los casos en que el plazo de CINCO (5) DÍAS hábiles no sea suficiente a juicio del Director de Obra.
- d) En el plazo de respuesta habilitado, la Dirección de Obra podrá devolver los Documentos de Detalle:
  - Aprobados
  - Aprobados con modificaciones
  - Para modificación y nueva presentación



e) Si el Adjudicatario no está de acuerdo con alguna modificación deberá manifestarlo por escrito a la Dirección de Obra en el plazo de CINCO (5) DÍAS hábiles a partir de la recepción del Documento correspondiente y la Dirección de Obra deberá estudiar la discrepancia con el Adjudicatario a la mayor brevedad posible. La decisión final de la Dirección de Obra será ejecutiva, sin perjuicio de que el Adjudicatario ejerza sus derechos en la forma que estime oportuna.

## **5.- DOCUMENTOS QUE REQUIEREN APROBACIÓN**

Se habrán de someter a aprobación por parte de la Dirección de obra los siguientes documentos:

PL.- Planos

IP.- Programas de Actividades, planes de obras (General y Parciales) y fechas de inicio de tajos

EC.- Especificaciones de compra y/o copias de pedidos

EN.- Envío de materiales y equipos

PR.- Procedimiento de fabricación y construcción

CC.- Control de calidad.

## **6.- INFORMES DE PROGRESO**

Con frecuencia mínima mensual el Contratista enviará a la Dirección de las Obras los informes de situación que a continuación se señalan:

### **a) Informes de obra**

- Incidencias
- Inicio de tajos
- Progreso de unidades y su valoración en pesetas
- Finalización de tajos
- Grado de cumplimiento del programa vigente, con Avances, Demoras y otras desviaciones

- Nº de personas, con indicación de su categoría, que trabajaron en obra durante el periodo anterior y previsión de las que lo harán durante el periodo siguiente.

Se desglosará el personal propio del perteneciente a subcontratas.

- Relación de subcontratas y su especialidad.

**b) Informe de fabricaciones**

- Incidencias
- Inicio de fabricaciones
- Progreso de unidades
- Finalización de fabricaciones
- Embalajes
- Envíos a obra
- Recepción en obra
- Grado de cumplimiento del programa vigente, con Avances, Demoras y otras desviaciones

**c) Informe de control de calidad**

- Ensayos realizados en taller de acuerdo al Plan de Control de Calidad.
- Ensayos realizados en obra de acuerdo al Plan de Control de Calidad.
- Ensayos realizados en laboratorio de acuerdo al Plan de Control de Calidad.
- Pruebas de sistemas en obra de acuerdo al Plan de Control de Calidad.

**d) Informe de documentación**

- Relación al origen de los Planos aprobados y vigentes.
- Relación de los Documentos entregados en el periodo.
- Relación de los Planos y Documentos en situación de desarrollo y trámite.

- Relación de documentos relativos al cumplimiento de obligaciones y requisitos en materia LABORAL y de SEGURIDAD Y SALUD.
- e) Reportaje fotográfico: el Contratista aportará en el informe mensual fotografías en color, tamaño 13 x 18 cm., de los puntos más significativos de las obras y preferentemente desde el mismo punto de toma.

## **7.- FORMA DE EJECUTAR LAS OBRAS**

Las obras se construirán con estricta sujeción al Proyecto de Construcción, y en todo aquello que no especifique, se estará a la interpretación del Director de Obra, sin que el Adjudicatario pueda reclamar contra esta interpretación ni solicitar indemnización económica alguna cuando esa interpretación haya sido necesaria por la indefinición del Proyecto de Construcción.

Ninguna obra o instalación podrá realizarse sin que hayan sido aprobados por el Director de Obra los documentos de detalle correspondientes. Consecuentemente, el Director de Obra podrá rechazar cualquier obra o instalación que a su juicio sea inadecuada si la característica que provoca el rechazo no se encuentra especificada en algún documento de detalle aprobado. En el caso de que el Director de Obra decida rechazar una obra o instalación contenida en un documento de detalle aprobado por considerar que es necesario para el desarrollo adecuado del Proyecto, la demolición y sustitución deberán ser abonadas al Adjudicatario.

El Adjudicatario podrá proponer, siempre por escrito, a la Dirección de las Obras la sustitución de una unidad de obra por otra que reúna mejores condiciones, el empleo de materiales de más esmerada preparación o calidad que los contratados, la ejecución con mayores dimensiones de cualesquiera partes de la obra o, en general, cualquiera otra mejora de análoga naturaleza que juzgue beneficiosa para ella.

Si el Director de las Obras estimase conveniente, aún cuando no necesaria, la mejora propuesta, podrá autorizarla por escrito, pero el Adjudicatario no tendrá derecho a indemnización de ninguna clase, sino sólo el abono de lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo contratado.



## **ANEJO Nº12. CONTROL DE CALIDAD**

## ÍNDICE

### ANEJO Nº12. CONTROL DE CALIDAD

|   |   |
|---|---|
| 1.- INTRODUCCIÓN.....                                 | 1 |
| 2.- RELACIÓN DE UNIDADES FUNDAMENTALES. MEDICIÓN..... | 1 |
| 3.- ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD.....                | 1 |
| 4.- CONCLUSIONES.....                                 | 4 |

## 1.- INTRODUCCIÓN

Este Anejo tiene por finalidad definir el sistema de control de calidad de los materiales y de unidades de obra.

El tipo y frecuencia de los ensayos a realizar en cada unidad de obra se fija de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Canal de Isabel II, así como con el PG-3.

En los mismos se establecen el número de ensayos que deben realizarse. Los ensayos para el control de calidad de recepción quedan fijados por la medición de las distintas unidades de obra.

## 2.- RELACIÓN DE UNIDADES FUNDAMENTALES. MEDICIÓN

### MEDICIONES CONSIDERADAS PARA ENSAYOS

|                      | UNIDAD                             | MEDICIÓN |
|----------------------|------------------------------------|----------|
| MOVIMIENTO DE TIERRA |                                    |          |
| M <sup>3</sup>       | Relleno suelo adecuado             | 1.149    |
| ACABADOS             |                                    |          |
| M <sup>3</sup>       | Grava 20/30                        | 188      |
| ESTRUCTURAS          |                                    |          |
| M <sup>3</sup>       | Hormigón HA-25                     | 566      |
| kg                   | Acero B500S en barras corrugadas   | 58.030   |
| COLECTORES           |                                    |          |
| m                    | Tubo PVC corrugado DN 200 y DN 250 | 279      |
| EQUIPOS Y CONTROL    |                                    |          |
| ud                   | Cuadros de Control                 | 3        |
| ud                   | Sensores de presión                | 11       |

## 3.- ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD



| ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE RECEPCIÓN                                      |                         |            |             |          |          |  |
|---|-------------------------|------------|-------------|----------|----------|--|
|   |                         |            |             |          |          |  |
| ENSAYO  | NORMA O PROCEDIMIENTO   | NORMATIVA  |             | PROYECTO |          |  |
|   |                         | ENSAYOS Nº | TAMAÑO LOTE | Ud       | MEDICIÓN |  |
|   |                         |            |             |          |          |  |
| Análisis granulométrico por tamizado  | UNE 103101              | 1          | 500         | m³       | 1.149    |  |
| Determinación de los límites de Atterberg                                       | UNE 103103 i UNE 103104 | 1          | 500         | m³       | 1.149    |  |
| Determinación del contenido de sales solubles                                   | NLT114                  | 1          | 500         | m³       | 1.149    |  |
| Determinación del contenido de materia orgánica                                 | UNE 103204              | 1          | 500         | m³       | 1.149    |  |
| Determinación del índice CBR en laboratorio                                     | UNE 103502              | 1          | 500         | m³       | 1.149    |  |
| Ensayo de compactación por el método del Proctor modificado                     | UNE 103501              | 1          | 500         | m³       | 1.149    |  |
| Determinación in situ de la humedad y la densidad                               | UNE 103503              | 5          | 5.000       | m²       | 1.149    |  |
|   |                         |            |             |          |          |  |
| ACABADO GRAVA   |                         |            |             |          |          |  |
| Análisis granulométrico por tamizado  | UNE 103101              | 1          | 5.000       | m³       | 150      |  |
|   |                         |            |             |          |          |  |
| ESTRUCTURAS. HORMIGÓN HA-25   |                         |            |             |          |          |  |
| Consistencia por el método del cono de Abrams de una muestra de hormigón fresco | UNE-83-313-90           | 2          | 100         | m³       | 564      |  |

| ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE RECEPCIÓN   |   |           |                        |          |          |
|--|---|-----------|------------------------|----------|----------|
| ENSAYO   | NORMA O PROCEDIMIENTO   | NORMATIVA |                        | PROYECTO |          |
|  |   | Nº        | ENSAYOS<br>TAMAÑO LOTE | Ud       | MEDICIÓN |
| Muestreo, realización de cono de Abrams, elaboración de las probetas, curado, y ensayo a compresión de una serie de cinco probetas cilíndricas de 15x30 cm | UNE-833-300-84,<br>UNE-EN 12390-1,<br>UNE-EN 12390-2,<br>UNE 83-304-84 i<br>UNE 83-313-90 | 2         | 100                    | m3       | 564      |
| Determinación de la densidad de una muestra de hormigón endurecido   | UNE 83-312-90   | 2         | 100                    | m3       | 564      |
| Extracción con sonda rotativa de 100 mm de diámetro y 250 mm de longitud de una probeta testimonio de hormigón endurecido                                  |   | 2         | 100                    | m3       | 564      |
| ESTRUCTURAS. ACERO CORRUGADO   |   |           |                        |          |          |
| Tracción   | UNE 36092   | 2         | 40                     | tn       | 55.5     |
| Doblado  | UNE 36068   | 2         | 40                     | tn       | 55.5     |
| Doblado-Desdoblado   | UNE 36068   | 2         | 40                     | tn       | 55.5     |
| Geometría del corrugado  | UNE 36068   | 2         | 40                     | tn       | 55.5     |
| CONTROL Y EQUIPOS  |   |           |                        |          |          |
|  |   |           |                        |          |          |
| Cuadros de control   |   |           |                        | ud       | 3        |
| Sensores de presión  |   |           |                        | ud       | 11       |

| ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE RECEPCIÓN |                       |               |                |          |          |
|--|-----------------------|---------------|----------------|----------|----------|
| ENSAYO                                     | NORMA O PROCEDIMIENTO | NORMATIVA     |                | PROYECTO |          |
|  |                       | ENSAYOS<br>Nº | TAMAÑO<br>LOTE | Ud       | MEDICIÓN |
| CONDUCTOS                                  |                       |               |                |          |          |
| Inspección mediante CCTV                   |                       |               |                |          |          |
|  |                       |               |                | h        | 8        |



#### 4.- CONCLUSIONES

En el apartado anterior se ha expuesto un programa de Control de Calidad de Recepción de las obras a modo de propuesta. Se ha redactado en función de la medición de cada unidad, a partir de la Normas Oficiales sobre Control de Calidad y del nivel de control definido en los cálculos.

El Adjudicatario, previamente al inicio de las obras, realizará un anejo de Control de Calidad propio, y las empresas que realicen dichas pruebas y certifiquen la calidad deberán contar con la aceptación previa de Canal de Isabel II Gestión S.A.

Respecto al Plan de Ensayos del Control de Calidad de Producción, sus costes se considerarán incluidos en los precios unitarios de la oferta del Adjudicatario de las obras y, en consecuencia, en el precio del Contrato según surja del proceso de licitación del presente Proyecto de Construcción.

## **ANEJO Nº13. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

**PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN REAL DECRETO 105/2008, DE 1 DE FEBRERO, POR EL QUE SE REGULA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

|               |  |
|---------------|--|
| <b>Título</b> | <b>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE (TDUS)</b> |
|---------------|--|

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Emplazamiento</b> | <b>TÉRMINO MUNICIPAL DE MECO, PROVINCIA DE MADRID</b> |
|----------------------|---|

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| <b>Fase del proyecto</b> | <b>EJECUCIÓN</b> |
|--------------------------|------------------|

#### LEGISLACIÓN SECTORIAL

Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid

#### CONTENIDO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, Decreto 10/2000, de 4 de febrero, por el cual se fija provisionalmente y con carácter de extrema urgencia, la selección y vertido de los residuos de la construcción y demolición, y la legislación sectorial descrita en el punto anterior se expone el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en la legislación, con el siguiente contenido:



## ÍNDICE

### ANEJO Nº13. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

|  |        |
|--|--------|
| 1.- INTRODUCCIÓN .....   | 3      |
| 2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (S/OMAM/304/2002).....  | 4      |
| 2.1.- GENERALIDADES .....  | 4      |
| 2.2.- CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS .....  | 5      |
| 2.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....  | 5      |
| 3.- ESTIMACIÓN EN PESO Y VOLUMEN DE LOS RESIDUOS GENERADOS .....   | 6      |
| 4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN, VALORIZACIÓN O<br>ELIMINACIÓN.....   | 16     |
| 4.1.1.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN, VALORACIÓN O<br>ELIMINACIÓN.....   | 16     |
| 4.1.2.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA .....  | 18     |
| 5.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES<br>"IN SITU" (INDICANDO CARACTERÍSTICAS Y CANTIDAD DE CADA TIPO DE<br>RESIDUOS)..... | 21     |
| 6.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO ...   | 25     |
| 7.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....   | 26     |
| 8.- DOCUMENTACIÓN A SOLICITAR. ....  | 30     |
| <br>APÉNDICE 1. PLANOS .....   | <br>31 |

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto la redacción de un Estudio de Gestión de Residuos, según requisitos establecidos en el RD 105/08 de Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, para el "Proyecto de Construcción de diferentes Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible" por parte de la empresa Aneto Consultores S.L.

Las principales actuaciones previstas en el presente proyecto son las necesarias para la ejecución de diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible.

Está previsto el desarrollo de tres tipologías constructivas diferentes:

- Cubiertas verdes o Green roofs
- Pavimentos
- Zanjas drenantes

### Green roofs:

Los Green roofs se ejecutarán dentro de cubetas de hormigón, de dimensiones interiores 25 x 15 metros, con una losa inferior de 20 cm de espesor. En cada una de las cubetas se colocarán las capas de los diferentes materiales que componen cada una de las 4 secciones tipo estudiadas:

- Cubierta con capa vegetal intensivo
- Cubierta con capa vegetal extensivo
- Cubierta con grava
- Cubierta convencional solada

En los cuatro casos, la recogida de las aguas drenadas y/o de escorrentía (según el caso), se realizará mediante una pendiente superficial o pendiente en capas intermedias, que llevarán el agua hasta una canaleta-sumidero colocada en uno de los lados cortos de la cubeta, con pendiente a dos aguas hacia la arqueta de recogida ubicada en el centro de este lado.

### Pavimentos:

Se han estudiado tres secciones de esta tipología. Se desarrollarán en superficies rectangulares de 15 x 5 m<sup>2</sup>.

Las secciones tipo correspondientes a esta tipología de drenaje sostenible no se van a desarrollar en cubetas de hormigón, únicamente se dispondrán muros de hormigón perimetrales o bordillos delimitadores.

Las secciones tipo son las siguientes:

- Pavimento impermeable
- Pavimento de adoquines de hormigón
- Pavimento de hormigón poroso

#### Zanjas drenantes.

Las zanjas drenantes se dispondrán en superficies de 8 x 3 m<sup>2</sup>.

Se distinguen dos tipos de sección:

- Fondo impermeabilizado con dren
- Fondo permeable

En cuanto a la producción de residuos, la mayoría de ellos provendrán de las excavaciones necesarias para la ejecución de la obra.

## **2.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (S/OMAM/304/2002)**

### **2.1.- GENERALIDADES**

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, algunos fácilmente identificables y asignables a la propia obra y otros, secundarios, que se producen en el transcurso de la misma.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el volumen de residuos que se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos de las casetas de obra y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se pueden originar durante el transcurso de la obra.



## 2.2.- CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

**RCDs de Nivel I.-** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

**RCDs de Nivel II.-** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan físicamente ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados con la actuación acontecida serán tan sólo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial. La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material solo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

## 2.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

TABLAS DE TIPOS DE RESIDUOS Y CANTIDADES ESTIMADAS (en Tn y m3)

**LISTA L.E.R**

Orden MAM/304/2002 del MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, de 8 de febrero.  
CORRECCIÓN de errores de la Orden MAM/304 2002, de 12 de marzo.

Se marcan con X los existentes en proyecto

**TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN**

**1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN**

|   |          |   |
|---|----------|---|
| X | 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03  |
|   | 17 05 06 | Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06   |
|   | 17 05 08 | Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07 |

**RESTO RCDs**

**RCD: Naturaleza no pétreo**

|   |                    |   |
|---|--------------------|---|
|   | <b>1. Asfalto</b>  |   |
| X | 17 03 02           | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01                         |
|   | <b>2. Madera</b>   |   |
|   | 17 02 01           | Madera  |
|   | <b>3. Metales</b>  |   |
|   | 17 04 01           | Cobre, bronce, latón  |
|   | 17 04 02           | Aluminio  |
|   | 17 04 03           | Plomo   |
|   | 17 04 04           | Zinc  |
| X | 17 04 05           | Hierro y Acero  |
|   | 17 04 06           | Estaño  |
|   | 17 04 06           | Metales mezclados   |
|   | 17 04 11           | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10                     |
|   | <b>4. Papel</b>    |   |
| X | 20 01 01           | Papel   |
|   | <b>5. Plástico</b> |   |
| X | 17 02 03           | Plástico  |
|   | <b>6. Vidrio</b>   |   |
|   | 17 02 02           | Vidrio  |
|   | <b>7. Yeso</b>     |   |
|   | 17 08 02           | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 |

**RCD: Naturaleza pétreo**

**1. Arena  
Grava y  
otros  
áridos**



|  |          |   |
|--|----------|---|
|  | 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07 |
|  | 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla   |

|   |                    |          |
|---|--------------------|----------|
|   | <b>2. Hormigón</b> |          |
| X | 17 01 01           | Hormigón |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <b>3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos</b> |  |
|   | 17 01 02  | Ladrillos  |
|   | 17 01 03  | Tejas y materiales cerámicos   |
| X | 17 01 07  | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06. |

|  |                  |   |
|--|------------------|---|
|  | <b>4. Piedra</b> |   |
|  | 17 09 04         | RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 |

**RCDs: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros**

|   |                   |                                |
|---|-------------------|--------------------------------|
|   | <b>1. Basuras</b> |                                |
|   | 20 02 01          | Residuos biodegradables        |
| X | 20 03 01          | Mezcla de residuos municipales |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b> |  |
|   | 17 01 06                                    | mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's) |
|   | 17 02 04                                    | Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas                 |
|   | 17 03 01                                    | Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla   |
|   | 17 03 03                                    | Alquitrán de hulla y productos alquitranados   |
|   | 17 04 09                                    | Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas                                    |
|   | 17 04 10                                    | Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's                          |
|   | 17 06 01                                    | Materiales de aislamiento que contienen Amianto  |
|   | 17 06 03                                    | Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas                          |
|   | 17 06 05                                    | Materiales de construcción que contienen Amianto   |
|   | 17 08 01                                    | Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's                            |
|   | 17 09 01                                    | Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio                                 |
|   | 17 09 02                                    | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's                                    |
|   | 17 09 03                                    | Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's                               |
|   | 17 06 04                                    | Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03                                    |
|   | 17 05 03                                    | Tierras y piedras que contienen SP's   |
|   | 17 05 05                                    | Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas   |
|   | 17 05 07                                    | Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas                                 |
| X | 15 02 02                                    | Absorbentes contaminados (trapos,...)  |
|   | 13 02 05                                    | Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)  |
|   | 16 01 07                                    | Filtros de aceite  |
|   | 20 01 21                                    | Tubos fluorescentes  |
|   | 16 06 04                                    | Pilas alcalinas y salinas  |



|   |          |  |
|---|----------|--|
|   | 16 06 03 | Pilas botón  |
|   | 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminado     |
|   | 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices                    |
|   | 14 06 03 | Sobrantes de disolventes no halogenados            |
| X | 07 07 01 | Sobrantes de desenchofantes                        |
|   | 15 01 11 | Aerosoles vacíos                                   |
|   | 16 06 01 | Baterías de plomo                                  |
|   | 13 07 03 | Hidrocarburos con agua                             |
|   | 17 09 04 | RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03 |

### 3.- ESTIMACIÓN EN PESO Y VOLUMEN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La estimación se realizará en función de las categorías indicadas anteriormente, y expresadas en Tn/m<sup>3</sup>, tal y como establece el RD 105/2008. El orden a seguir es el mismo que en la tabla de estimación de residuos:

#### NIVEL I. TIERRAS Y PETREOS DE LA EXCAVACIÓN:

Tierras procedentes del movimiento de tierras para la ejecución de las TDUS y zanjas para reposición de servicios, descontando las que se reutilizan en rellenos de trasdós de muros.

- RCD VOLUMEN TOTAL: El volumen total de tierras es de 3.282,16 m<sup>3</sup>
- RCD PESO TOTAL: Las tierras tienen una densidad de 1,25 Tn/m<sup>3</sup>, luego 3.282,16 m<sup>3</sup> x 1,25 Tn/m<sup>3</sup> = 4.102,70 Tn

#### NIVEL II.RCD: NATURALEZA NO PETREA:

##### 1. ASFALTO

Pavimento asfáltico procedente de la demolición para ejecución de zanjas:

- RCD VOLUMEN TOTAL: El volumen total de pavimento asfáltico es de 1 m<sup>3</sup>
- RCD PESO TOTAL: El asfalto tiene una densidad de 2,50 Tn/m<sup>3</sup>, luego 1 m<sup>3</sup> x 2,50 Tn/m<sup>3</sup> = 2,50 Tn

##### 3. METALES

17 04 05. Hierro y Acero

Consideramos como residuo, correspondiente a recortes, soldados, etc, de las armaduras, un 1% de la cantidad total ejecutada. Se considera también el desmontaje del vallado para nuevo acceso a obra y la retirada de la nueva puerta de acceso de sod hojas y 5 m. de largo una vez finalizadas las obras.

- RCD PESO ACEROS:  $0,01 \times 58.030,20 \text{ kg} = 580,03 \text{ kg}$
- RCD PUERTA 5 m: 800 kg
- RCD MALLA CERAMIENTO:  $5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ kg/m}^2 = 18,75 \text{ kg}$
- RCD TOTAL VOLUMEN METALES:  $0,174 \text{ m}^3$

#### 4. PAPEL

20 01 01. Papel.

En condiciones normales se estima  $1 \text{ m}^3$  por cada  $250 \text{ m}^2$  de superficie construida. Sin embargo, debido a las características de la actuación no se espera generar apenas embalajes.

Haremos una estimación de 100 Kg de embalajes

- RCD VOLUMEN TOTAL:  $100 \text{ Kg} = 0,1 \text{ Tn}$ , siendo la densidad del papel de  $0,90 \text{ T/m}^3$ ,  $0,1 \text{ Tn} / 0,90 \text{ Tn/m}^3 = 0,11 \text{ m}^3$
- RCD PESO TOTAL:  $100 \text{ Kg} = 0,1 \text{ Tn}$

#### 5. PLASTICO

17 02 03. Plástico

En este apartado incluimos:

a) Tubería de PVC DN200, servicio afectado R100:

- RCD VOLUMEN TOTAL: 95 metros lineales, diámetro nominal 200mm (0,2 m) y espesor de 2 cm (0,02 m),

$$95 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} = 0,38 \text{ m}^3$$

- RCD PESO TOTAL: siendo la densidad del  $0,90 \text{ Tn/m}^3$ , tenemos:  $0,38 \text{ m}^3 \times 0,90 \text{ Tn/m}^3 = 0,35 \text{ Tn}$

b) Tubería de PVC DN200, servicio afectado R101:

- RCD VOLUMEN TOTAL: 80 metros lineales, diámetro nominal 200mm (0,2 m) y espesor de 2 cm (0,02 m),

$$80 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} = 0,32 \text{ m}^3$$

- RCD PESO TOTAL: siendo la densidad del 0,90 Tn/m<sup>3</sup>, tenemos:  $0,32 \text{ m}^3 \times 0,90 \text{ Tn/m}^3 = 0,29 \text{ Tn}$

b) Recortes y sobrantes de filtro de polipropileno: estimamos un 1% de la cantidad total colocada:

- RCD VOLUMEN TOTAL: 3.036 m<sup>2</sup>, y espesor de 1,4 mm (0,0014 m),

$$3.036 \text{ m}^2 \times 0,0014 \text{ m} = 4,25 \text{ m}^3$$

- RCD PESO TOTAL: siendo la densidad del 0,3 kg/m<sup>2</sup>, tenemos:  $3.036 \text{ m}^2 \times 0,3 \text{ kg/m}^2 = 910,8 \text{ kg} = 0,91 \text{ Tn}$

d) Embalajes varios de todo tipo de materiales utilizados en obra. Estimamos 1,5 veces el volumen de residuo de papel, que son 150 kg de plásticos.

- RCD VOLUMEN TOTAL: 150 Kg = 0,15 Tn, siendo la densidad 0,90 Tn/m<sup>3</sup>, tenemos,  $0,15 \text{ Tn} / 0,90 \text{ Tn/m}^3 = 0,17 \text{ m}^3$

- RCD PESO TOTAL: 150 Kg = 0,15 Tn

El total será

- RCD VOLUMEN TOTAL:  $0,38 \text{ m}^3 + 0,32 \text{ m}^3 + 4,25 \text{ m}^3 + 0,17 \text{ m}^3 = 5,12 \text{ m}^3$

- RCD PESO TOTAL:  $0,34 \text{ Tn} + 0,29 \text{ Tn} + 0,91 \text{ Tn} + 0,15 \text{ Tn} = 1,69 \text{ Tn}$

RCD: NATURALEZA PETREA:

## 2. HORMIGÓN

### 17 01 01. Hormigón

Procedente de las demoliciones de pozos y aceras.

- RCD VOLUMEN TOTAL: Esta demolición suma un total de 8,04 m<sup>3</sup>
- RCD PESO TOTAL: Siendo la densidad del hormigón 2,40 Tn/m<sup>3</sup>, obtenemos un total de  $8,04 \text{ m}^3 \times 2,40 \text{ Tn/m}^3 = 19,3 \text{ Tn}$



Procedente de sobrantes y recortes de adoquines: 1%

- RCD VOLUMEN TOTAL:  $0,01 \times 75 \text{ m}^2 \times 0,06 = 0,045 \text{ m}^3$
- RCD PESO TOTAL: Siendo la densidad del hormigón poroso  $1,60 \text{ Tn/m}^3$ , obtenemos un total de  $0,045 \text{ m}^3 \times 1,60 \text{ Tn/m}^3 = 0,072 \text{ Tn}$

Procedente de demolición de cerramiento para nuevo acceso obra:

- RCD VOLUMEN TOTAL:  $5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} = 1,5 \text{ m}^3$

### 3. LADRILLO, AZULEJOS Y OTROS CERAMICOS

17 01 07 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos

Procedente de sobrantes y recortes de arquetas de ladrillo y gres de los Green Roofs: se estima un 1%

Ladrillos:

- RCD VOLUMEN TOTAL:  $0,01 \times 7 = 0,07 \text{ m}^3$

Gres:

- RCD VOLUMEN TOTAL:  $0,01 \times 375 \text{ m}^2 \times 0,015 = 0,056 \text{ m}^3$
- RCD PESO TOTAL: Suponiendo una densidad del  $1,6 \text{ Tn/m}^3$ , obtenemos un total de  $(0,0087 \text{ m}^3 + 0,056 \text{ m}^3) \times 1,60 \text{ Tn/m}^3 = 0,1035 \text{ Tn}$

### RCD: BASURAS. POTENCIALMENTE PELIGROSO Y OTROS

#### 1. BASURAS

20 03 01 Mezcla de residuos municipales

Se estiman que los residuos en una obra de estas características será el 5% de total del volumen de residuos. Teniendo hasta ahora un volumen total de residuos de:

$1 + 0,07 \text{ m}^3 + 0,11 \text{ m}^3 + 1,88 \text{ m}^3 = 3,06 \text{ m}^3$ , luego tendremos  $0,150 \text{ m}^3$ .

- RCD PESO TOTAL: Estimaremos una densidad de  $225 \text{ Kg/m}^3$  para un recipiente de basura luego tendremos  $0,153 \text{ m}^3 \times 225 \text{ Kg/m}^3 = 34,425 \text{ Kg} = 0,034 \text{ Tn}$ .

- RCD VOLUMEN TOTAL: será de 0,153 m<sup>3</sup> como hemos visto antes

## 2. POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS

### 15 02 02. Absorbentes contaminados (trapos...)

Se estima un volumen de residuos de 0,02 m<sup>3</sup> con un peso de 0,005 Tn.

### 07.07.01. Sobrantes de desenconfrantes

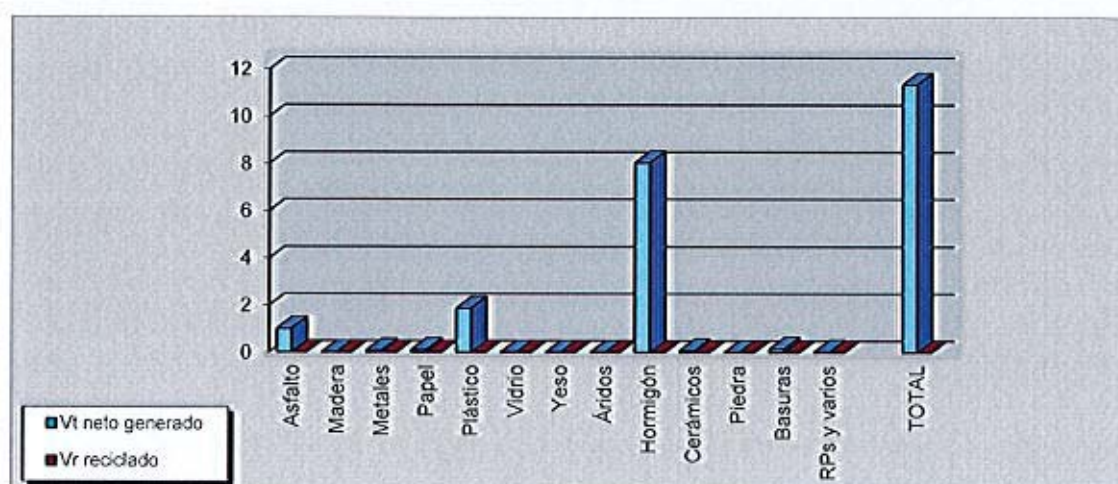
Se estima un volumen de residuos de 0,1 m<sup>3</sup> con un peso de 0,005 Tn.

El total será

- RCD PESO TOTAL:  $0,005 \text{ Tn} + 0,005 \text{ Tn} = 0,01 \text{ Tn}$
- RCD VOLUMEN TOTAL: será de  $0,02 + 0,01 = 0,03 \text{ m}^3$

| Evaluación global de RCDs   |                       |                                      |                            |                             |                               |
|---|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|   | S                     | V                                    | d                          | R                           | T                             |
|   | Superficie Construida | Volumen aparente RCDs                | Densidad media de los RCDs | Previsión de reciclaje en % | Toneladas estimadas RCDs      |
| Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto | -                     | 4.389 m³                             | 1,25 T/m³                  | 25,00%                      | 4.732 T                       |
| RCDs distintos de los anteriores evaluados mediante estimaciones porcentuales                     | 3.000 m²              | 600 m³                               | 1,25 T/m³                  | -                           | 938 T                         |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs   |                       |                                      |                            |                             |                               |
|   | %                     | Tn                                   | d                          | R                           | Vt                            |
|   | % del peso total      | Toneladas brutas de cada tipo de RCD | Densidad media (T/m³)      | Previsión de reciclaje en % | Volumen neto de Residuos (m³) |
| <b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>  |                       |                                      |                            |                             |                               |
| 1. Asfalto  | 45,71%                | 2,50                                 | 2,50                       | 0,00%                       | 1,00                          |
| 2. Madera   | 0,00%                 | 0,00                                 | 0,15                       | 0,00%                       | 0,00                          |
| 3. Metales  | 2,43%                 | 1,36                                 | 7,85                       | 0,00%                       | 0,17                          |
| 4. Papel  | 11,35%                | 0,10                                 | 0,90                       | 0,00%                       | 0,11                          |
| 5. Plástico   | 4,05%                 | 4,61                                 | 0,90                       | 0,00%                       | 5,12                          |
| 6. Vidrio   | 0,00%                 | 0,00                                 | 1,50                       | 0,00%                       | 0,00                          |
| 7. Yeso   | 0,00%                 | 0,00                                 | 1,20                       | 0,00%                       | 0,00                          |
| Subtotal estimación   | 63,53%                | 8,57                                 | 2,14                       | 0,00%                       | 6,41                          |
| <b>RCD: Naturaleza pétreo</b>   |                       |                                      |                            |                             |                               |
| 1. Arena Grava y otros áridos   | 0,00%                 | 0,00                                 | 1,50                       | 0,00%                       | 0,00                          |
| 2. Hormigón   | 19,45%                | 22,89                                | 2,40                       | 0,00%                       | 9,54                          |
| 3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos  | 4,86%                 | 0,10                                 | 1,50                       | 0,00%                       | 0,07                          |
| 4. Piedra   | 0,00%                 | 0,00                                 | 1,50                       | 0,00%                       | 0,00                          |
| Subtotal estimación   | 24,31%                | 22,99                                | 1,73                       | 0,00%                       | 9,61                          |
| <b>RCD: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros</b>  |                       |                                      |                            |                             |                               |
| 1. Basuras  | 8,10%                 | 0,03                                 | 0,23                       | 0,00%                       | 0,15                          |
| 2. Potencialmente peligrosos y otros  | 4,05%                 | 0,01                                 | 0,33                       | 0,00%                       | 0,03                          |
| Subtotal estimación   | 12,16%                | 0,04                                 | 0,28                       | 0,00%                       | 0,18                          |
| <b>TOTAL estimación cantidad RCDs</b>   | <b>100,00%</b>        | <b>31,61</b>                         | <b>1,73</b>                | <b>0,00%</b>                | <b>16,19</b>                  |
|   | %                     | Tn (T)                               | d (T/m³)                   | R %                         | Vt (m³)                       |





## ACEITES

A continuación, se muestra una estimación del total de aceite que se genera en obra, como consecuencia del mantenimiento de los vehículos que se van a utilizar, cabe mencionar que la estimación es a modo orientativo, ya que no es hasta la ejecución de obra cuando se producen y se podrá cuantificar de forma exacta la cantidad.

En la obra habrá dos tipos de maquinaria: la propia de la obra y la que se subcontrate a empresas externas. La maquinaria propia de la obra será controlada exhaustivamente por la dirección de obra. Será responsabilidad de esta el control de los cambios de aceite, posibles averías, mantenimiento, etc. Esta maquinaria será contabilizada en este plan de gestión de residuos. Por otra parte, existirá maquinaria perteneciente a empresas subcontratadas. Será responsabilidad de la dirección de obra ambiental pedir documentación que acredite su correcto funcionamiento, mantenimiento, cambios de aceite y llevar a cabo controles visuales de la misma, pero no deberá de gestionar los residuos que provoquen las mismas, por lo que no será contabilizada en este plan de gestión de residuos.

| MAQUINARIA<br>PERTENECINETE A LA<br>OBRA | Horas Totales<br>de Funcionamiento | Litros de aceite<br>cambiados/ Horas<br>de Funcionamiento | Total de<br>Litros de<br>Aceite<br>Generados |
|--|------------------------------------|---|--|
| 1 Dumper                                 | 700 H                              | 10 L/ 500 H   | 14 L   |
| 1 Camión Grúa                            | 150 H                              | 10 L/ 500 H   | 3 L  |

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| <b>TOTAL LITROS<br/>GENERADOS</b> | <b>17 L</b> |
|-----------------------------------|-------------|

| MAQUINARIA EXTERNA A<br>LA OBRA<br>(SUBCONTRATADA) | Horas Totales<br>de Funcionamiento | Litros de aceite<br>cambiados/ Horas<br>de Funcionamiento | Total de<br>Litros de<br>Aceite<br>Generados |
|--|------------------------------------|---|--|
| Camión hormigonera                                 | 150                                | 8 L/ 2000 H   | 3L   |
| Excavadoras hidráulicas                            | 50                                 | 10 L/ 500 H   | 1L   |
| Pala Cargadora                                     | 50                                 | 10 L/ 500 H   | 1L   |
| Camiones de suministro de<br>material              | 25                                 | 8 L/2000 H  | 0.5L   |
| Compresores estáticos y<br>portátiles              | 25                                 | 10 L/ 500 H   | 0.5L   |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>TOTAL LITROS<br/>GENERADOS</b> | <b>6 L</b> |
|-----------------------------------|------------|

#### 4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN.

##### 4.1.1.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, SEPARACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN.

##### Reutilización

|   | OPERACIÓN PREVISTA   | DESTINO INICIAL         |
|---|--|-------------------------|
| x | No hay previsión de reutilización de residuos en general en la misma obra o emplazamientos externos, simplemente serán transportados a un vertedero autorizado | Externo                 |
|   | Reutilización de tierras procedentes de la excavación  | 1.106,55 m <sup>3</sup> |
|   | Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización   |                         |
|   | Reutilización de materiales cerámicos  |                         |
|   | Reutilización de materiales no pétreos: madera vidrio, etc   |                         |
|   | Reutilización de materiales metálicos  |                         |
|   | Otros  |                         |

##### Medidas de reutilización previstas.

Los materiales no susceptibles de reutilización "in situ" se transportarán a través de un gestor autorizado a una planta de reciclaje o tratamiento RCD para que se proceda a su valorización.

##### Medidas de segregación "in situ" previstas (clasificación/selección).

Según el R.D 105/2008 de 1 de febrero se obliga al poseedor de los residuos a separarlos por tipos de materiales.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.5 de los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones: cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:



**Cantidades Máximas de residuos  
para la separación en fracciones**

Hormigón 160 Tm

Ladrillos. Tejas. Cerámicos: 80 Tm

Metal: 4 Tm

Madera: 2 Tm

Vidrio: 2 Tm

Plástico: 1 Tm

Papel y cartón: 1 Tm

Cuando se superen estas cantidades habrá que disponer de contenedores independientes para cada uno de los residuos:

En general

La clasificación, selección y almacenamiento de los materiales específicos de la obra se realizarán según la normativa, atendiendo a:

- Materiales pétreos de nivel I; Se almacenarán en la obra. No se necesitan contenedores especiales, aunque no se espera generar este tipo de residuos.
- Materiales no especiales o banales; Se almacenarán en sacos. Su clasificación se realizará en obra y cada saco se identificará con un color determinado
- Madera; Se almacenará en obra y en contenedores. Su clasificación se realizará según su posibilidad de valoración
- Plásticos, papel. Cartón y metal. Los materiales procedentes de embalajes tendrán que ser gestionados por la empresa suministradora. La clasificación depende de si el material es reciclable o no. Los residuos no reciclables se depositan en el contenedor general de materiales banales. Los reciclables sin posibilidad de reutilización en la propia obra se depositarán en diferentes contenedores, según la naturaleza del material, de la empresa gestora. Los metales se almacenarán directamente en el suelo, ya que suelen ser gestionados en la propia obra. La forma de clasificación del material en obra será de forma ocular, según el criterio que establece la ley.

### Valoración

|   | OPERACIÓN PREVISTA  |
|---|---|
| x | No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertederos autorizados |
|   | Utilización principal como combustible o como otro medio para generar energía   |
|   | Recuperación o regeneración de disolventes  |
|   | Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes  |
|   | Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos  |
|   | Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas  |
|   | Regeneración de ácidos y bases  |
|   | Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos  |
|   | Acumulación de residuos para su tratamiento según anexo II.B de la Comisión 96/350/CE   |
|   | Otros (indicar)   |

### Medidas de valorización de los residuos generados.

Los materiales susceptibles de valorización (maderas, metales, plásticos, vidrios, papel.) se entregarán a un gestor autorizado por la Comunidad de Madrid para que proceda a su valorización.

#### 4.1.2.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Se establecen las siguientes pautas las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, para alcanzar el objetivo de minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan son aspectos prioritarios en las obras.

- Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución. También es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.
- Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.
- Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizaran, reciclaran o servirán para recuperar la energía



almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

- Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero. La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central repicadora.
- Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión. No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.
- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización. Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originaran en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición. Es necesario que las obras vayan planificándose con estos objetivos, porque la evolución nos conduce hacia un futuro con menos vertederos, cada vez más caros y alejados.
- Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos. La información sobre las empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.
- El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos deben tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios. El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.



- La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión. El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra, carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparan el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra; por otra parte, la puesta en obra de esos materiales dará lugar a nuevos residuos. Además, hay que considerar la pérdida de los beneficios que se podían haber alcanzado si se hubiera recuperado el valor potencial de los residuos al ser utilizados como materiales reciclados.
- Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella. Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente. Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaz de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.
- Acopio de materiales fuera de las zonas de tránsito. De modo que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su uso, con el fin de evitar que la rotura de piezas origine la producción de nuevos residuos.
- No se permitirá el lavado de las cubas de los camiones hormigonera en el recinto de la obra. Éstos deberán volver a la planta de la que provengan, pues está preparada y dispone de lugares adecuados para realizar las operaciones de lavado de sus cubas sin peligro de vertidos accidentales de aguas alcalinizadas (aguas con lechada de cemento).

## 5.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU" (INDICANDO CARACTERÍSTICAS Y CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUOS)

Las empresas de gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la Comunidad de Madrid para la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos.

Terminología:

- RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición
- RSU: Residuos Sólidos Urbanos
- RNP: Residuos NO peligrosos
- RP: Residuos peligrosos

### TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

|   | 1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN  | Tratamiento          | Destino                | Cantidad    |
|---|--|----------------------|------------------------|-------------|
| X | 17 05 04 Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03  | Sin trat. específico | Restauración/Vertedero | 3.282,16 m3 |
|   | 17 05 06 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06   | Sin trat. específico | Restauración/          |             |
|   | 17 05 08 Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07 | Sin trat. específico | Vertedero              |             |

### RESTO RDCs

|   | RCD: Naturaleza no pétreo  | Tratamiento | Destino                    | Cantidad |
|---|--|-------------|----------------------------|----------|
|   | 1. Asfalto   |             |                            |          |
| X | 17 03 02 Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 | Reciclado   | Planta de reciclaje de RCD | 1 m3     |
|   | 2. Madera  |             |                            |          |
|   | 17 02 01 Madera  | Reciclado   | Gestor autorizado RNPs     |          |
|   | 3. Metales   |             |                            |          |
|   | 17 04 01 Cobre, bronce, latón                                    | Reciclado   | Gestor autorizado RNPs     |          |
|   | 17 04 02 Aluminio  | Reciclado   |                            |          |
|   | 17 04 03 Plomo   | Reciclado   |                            |          |



|                    |          |   |           |                       |         |
|--------------------|----------|---|-----------|-----------------------|---------|
|                    | 17 04 04 | Zinc  | Reciclado |                       |         |
| X                  | 17 04 05 | Hierro y Acero  | Reciclado |                       | 0,174   |
|                    | 17 04 06 | Estaño  | Reciclado |                       |         |
|                    | 17 04 06 | Metales mezclados   | Reciclado |                       |         |
|                    | 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10                     | Reciclado |                       |         |
| <b>4. Papel</b>    |          |   |           |                       |         |
| X                  | 20 01 01 | Papel   | Reciclado | Gestor autorizado RNP | 0,11 m3 |
| <b>5. Plástico</b> |          |   |           |                       |         |
| X                  | 17 02 03 | Plástico  | Reciclado | Gestor autorizado RNP | 5,12 m3 |
| <b>6. Vidrio</b>   |          |   |           |                       |         |
|                    | 17 02 02 | Vidrio  | Reciclado | Gestor autorizado RNP |         |
| <b>7. Yeso</b>     |          |   |           |                       |         |
|                    | 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 | Reciclado | Gestor autorizado RNP |         |

| RCD: Naturaleza pétreo                          |          | Tratamiento   | Destino             | Cantidad                   |
|---|----------|---|---------------------|----------------------------|
| <b>1. Arena Grava y otros áridos</b>            |          |   |                     |                            |
|   | 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07 | Reciclado           | Planta de reciclaje de RCD |
|   | 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla   | Reciclado           | Planta de reciclaje de RCD |
| <b>2. Hormigón</b>                              |          |   |                     |                            |
| X   | 17 01 01 | Hormigón  | Reciclado/Vertedero | Planta de reciclaje de RCD |
| <b>3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos</b> |          |   |                     |                            |



|          |  |                         |                            |       |
|----------|--|-------------------------|----------------------------|-------|
| 17 01 02 | Ladrillos  | Reciclado               | Planta de reciclaje de RCD | 0, 07 |
| 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos   | Reciclado               | Planta de reciclaje de RCD |       |
| 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06. | Reciclado/<br>Vertedero | Planta de reciclaje de RCD |       |

|                  |   |           |                            |  |
|------------------|---|-----------|----------------------------|--|
| <b>4. Piedra</b> |   |           |                            |  |
| 17 09 04         | RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 | Reciclado | Planta de reciclaje de RCD |  |

| RCDs: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros |                                | Tratamiento             | Destino                 | Cantidad |
|--|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| <b>1. Basuras</b>                                |                                |                         |                         |          |
| 20 02 01   | Residuos biodegradables        | Reciclado/<br>Vertedero | Planta de Reciclaje RSU | 0,15 m3  |
| X 20 03 01                                       | Mezcla de residuos municipales | Reciclado/<br>Vertedero | Planta de Reciclaje RSU |          |

|   |  |                        |                          |  |
|---|--|------------------------|--------------------------|--|
| <b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b> |  |                        |                          |  |
| 17 01 06                                    | Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's) | Depósito Seguridad     | Gestor autorizado<br>RPs |  |
| 17 02 04                                    | Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas                 | Tratamiento Fco-Qco    |                          |  |
| 17 03 01                                    | Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla   | Depósito / Tratamiento |                          |  |
| 17 03 03                                    | Alquitran de hulla y productos alquitranados   | Depósito / Tratamiento |                          |  |
| 17 04 09                                    | Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas                                    | Tratamiento Fco-Qco    |                          |  |
| 17 04 10                                    | Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's                          | Tratamiento Fco-Qco    |                          |  |
| 17 06 01                                    | Materiales de aislamiento que contienen Amianto  | Depósito Seguridad     |                          |  |

|   |          |   |                        |                         |         |
|---|----------|---|------------------------|-------------------------|---------|
|   | 17 06 03 | Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas | Depósito Seguridad     |                         |         |
|   | 17 06 05 | Materiales de construcción que contienen Amianto                    | Depósito Seguridad     |                         |         |
|   | 17 08 01 | Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's   | Tratamiento Fco-Qco    |                         |         |
|   | 17 09 01 | Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio        | Depósito Seguridad     |                         |         |
|   | 17 09 02 | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's           | Depósito Seguridad     |                         |         |
|   | 17 09 03 | Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's      | Depósito Seguridad     |                         |         |
|   | 17 06 04 | Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03           | Reciclado              | Gestor autorizado RNP's |         |
|   | 17 05 03 | Tierras y piedras que contienen SP's                                | Tratamiento Fco        |                         |         |
|   | 17 05 05 | Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas                | Tratamiento Fco        |                         |         |
|   | 17 05 07 | Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas        | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 13 02 05 | Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)                 | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 16 01 07 | Filtros de aceite   | Depósito / Tratamiento |                         |         |
| X | 15 02 02 | Absorventes contaminados (trapos,...)                               | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 20 01 21 | Tubos fluorescentes   | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 16 06 04 | Pilas alcalinas y salinas   | Depósito / Tratamiento | Gestor autorizado RP's  |         |
|   | 16 06 03 | Pilas botón   | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminado                      | Depósito / Tratamiento |                         | 0,03 m3 |
|   | 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices                                     | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 14 06 03 | Sobrantes de disolventes no halogenados                             | Depósito / Tratamiento |                         |         |
| X | 07 07 01 | Sobrantes de desencofrantes   | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 15 01 11 | Aerosoles vacíos  | Depósito / Tratamiento |                         |         |
|   | 16 06 01 | Baterías de plomo   | Depósito / Tratamiento |                         |         |



|          |   |                        |                            |
|----------|---|------------------------|----------------------------|
| 13 07 03 | Hidrocarburos con agua                                | Depósito / Tratamiento |                            |
| 17 09 04 | RDCs mezclados distintos códigos<br>17 09 01, 02 y 03 | Depósito / Tratamiento | Restauración/<br>Vertedero |

## 6.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Para el acopio de los distintos tipos de residuos, se adaptarán zonas específicas que se delimitarán y señalará, impidiendo la mezcla de los distintos residuos.

El plano de la zona de ubicación de las instalaciones de almacenamiento y manejo se encuentran en el apéndice 1 de este documento.

### Medidas Preventivas para un correcto almacenaje de los residuos:

- Destinar un área lo suficientemente grande como para que el transporte y almacenaje de los residuos sea ágil y seguro.
- Es importante que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes; de este modo facilitamos su posterior reciclaje.
- Prever un número suficiente de contenedores en especial cuando la obra genera residuos constantemente y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositarlos.
- Los escombros se entregan a los distintos gestores autorizados para su valorización. Este tipo de residuos pueden segregarse y acopiarse en la propia obra para luego entregarse a gestor autorizado, o entregarse directamente a una planta de clasificación. La segregación en origen de los residuos optimiza la gestión posterior de los mismos. Los residuos generados se clasifican según su naturaleza facilitando la posible reutilización y/o valorización de los distintos materiales.
- Se destinará una zona diferenciada para el acopio de los residuos de madera disponiéndolos de forma ordenada para facilitar su posible reutilización en la misma obra. El acopio de la madera debe asegurar que queda protegida de la lluvia.
- Se debe también crear un punto de acopio para los residuos metálicos hasta su retirada por un gestor autorizado.



- Para el plástico se delimitará un espacio de manera que se evite la dispersión del mismo. La separación de plásticos se realiza en el momento del desembalaje; evitando que se mezclen con el resto de residuos y depositándolos en los puntos establecidos.
- El acopio de los residuos peligrosos, que se generen, se realiza separando los distintos tipos de residuos peligrosos en contenedores específicos cerrados y con el etiquetado reglamentario en el que figuren los datos del productor y del gestor que vaya a recogerlos, la descripción del producto con su código, y la fecha de inicio de acopio.
- Se debe acondicionar y señalizar una zona para el acopio de los residuos peligrosos hasta su retirada por un gestor autorizado. Se debe disponer como medida de seguridad adicional una superficie impermeabilizada con un pequeño muro perimetral de altura suficiente para contener posibles derrames accidentales. La solera debe tener una pendiente suficiente hacia el sistema de contención de derrames accidentales sin que exista conexión con la red de saneamiento, la de efluentes residuales o la de aguas pluviales de la instalación. La instalación debe disponer de material absorbente para la recogida de derrames de residuos peligrosos; y en algún caso de equipos de bombeo, para evacuar el contenido de los sistemas de retención de vertidos accidentales.
- Esta zona debe estar también protegida superiormente para evitar que en caso de lluvia los residuos peligrosos acopiados puedan diluirse en el agua. En caso de que los contenedores de residuos presenten tapaderas que hagan el almacenaje estanco no sería necesario el cubrir la zona.
- La gestión de aceites usados se realiza conforme al Real Decreto 679/2006, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Por último, se debe disponer de contenedores específicos, debidamente señalizados, para los residuos urbanos y asimilables que se generen. Estos residuos se integrarán en el sistema de gestión de residuos del municipio o se llevarán a un vertedero autorizado de residuos urbanos.

## 7.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Para el **Productor de Residuos**. (Artículo 4 RD 105/2008):

- Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:
  - a) Estimación de los residuos que se van a generar.

- b) Las medidas para la prevención de estos residuos.
  - c) Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
  - d) Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
  - e) Pliego de Condiciones
  - f) Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.
  - Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

Para el **Poseedor de los Residuos** en la Obra. (Artículo 5 RD 105/2008):

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje como llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla el mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos. Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, se han mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el



articulado a partir de que valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.

Si al no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que ello ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan donde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

**El personal de la obra es responsable** de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.



Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositar. Las etiquetas deben informar sobre que materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuo apilado y mal protegido alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.

## 8.- DOCUMENTACIÓN A SOLICITAR.

El productor de residuos debe estar en posesión de los siguientes documentos:

- Remisión de Libros de Registros de Residuos.
- Habilitación del Libro Registro de Residuos Peligrosos.
- Hoja de control de recogida de residuos peligrosos. Pequeñas cantidades. Justificante de entrega.
- Hoja de control de recogida de residuos inertes-pétreos. (Hormigón).
- En el caso de que el productor de residuos delegue la gestión de estos a una empresa gestora deberá acreditarlo con la siguiente documentación:
  - Documento de aceptación de residuos industriales
  - Hoja de control de recogida de residuos peligrosos. Pequeñas cantidades. Justificante de entrega.

En Madrid, junio de 2017

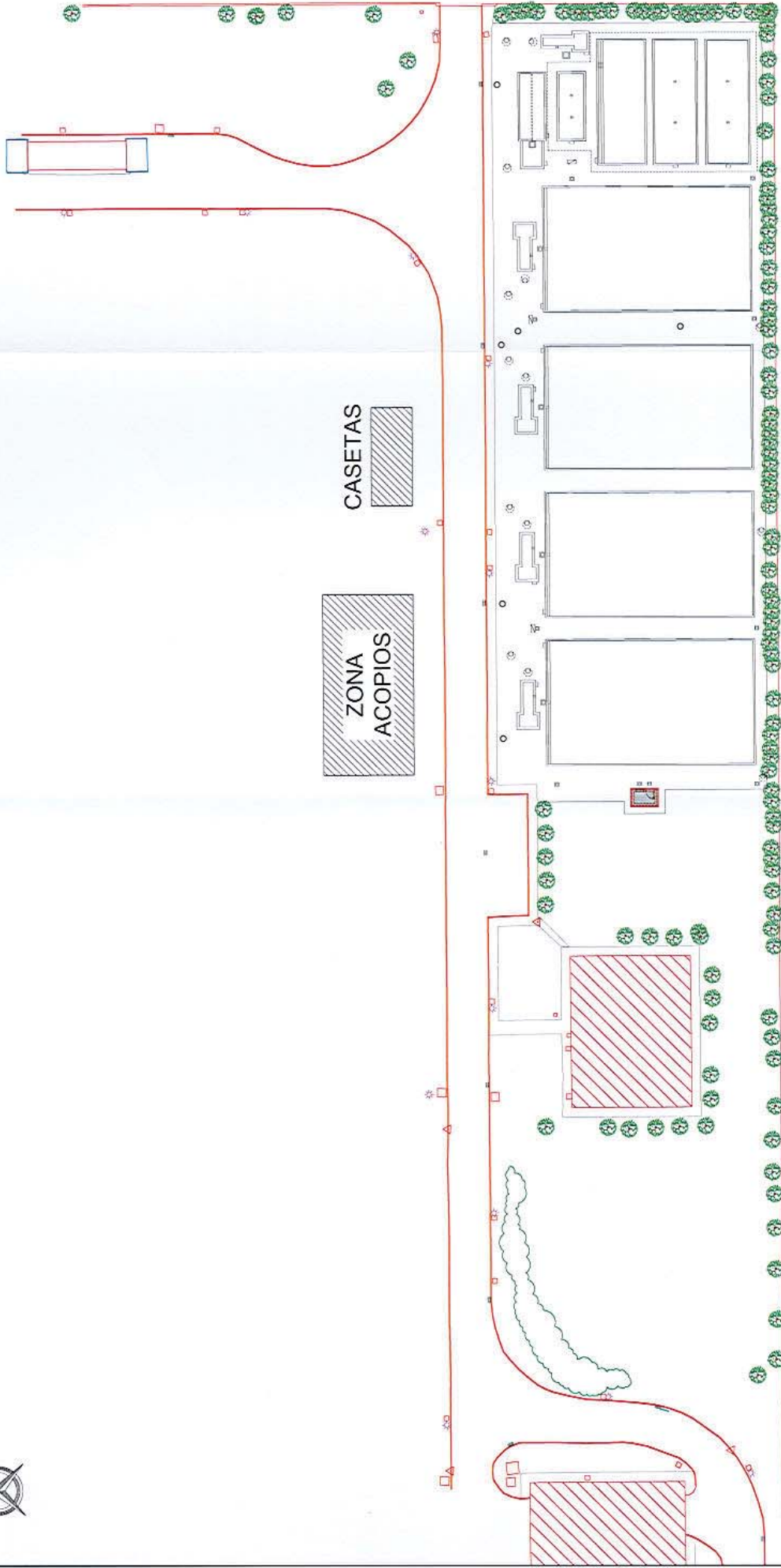
El Ingeniero autor,



Fdo. D. José Antonio Casella Torres  
I.C.C.P. Colegiado nº 15018

## APÉNDICE 1. PLANOS





Canal  
de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

PROYECTO DE OBRAS  
ZONA DE ACOPIOS

|          |          |          |       |             |        |
|----------|----------|----------|-------|-------------|--------|
| FECHA    | ANO 2017 | ESCALA   | 1:100 | Nº DE PLANO | A13.01 |
| REVISIÓN | FECHA    | FECHA    | FECHA | FECHA       | FECHA  |
| REVISIÓN | FECHA    | REVISIÓN | FECHA | REVISIÓN    | FECHA  |
| REVISIÓN | FECHA    | REVISIÓN | FECHA | REVISIÓN    | FECHA  |
| REVISIÓN | FECHA    | REVISIÓN | FECHA | REVISIÓN    | FECHA  |

## **ANEJO Nº14. MEDIDAS SEGURIDAD EN INSTALACIONES CANAL DE ISABEL II**

## ÍNDICE

### ANEJO Nº14. MEDIDAS SEGURIDAD EN INSTALACIONES CANAL DE ISABEL II

|   |    |
|---|----|
| 1.- OBJETO .....  | 1  |
| 2.- ALCANCE .....   | 2  |
| 3.- NORMATIVA .....   | 2  |
| 4.- CONSIDERACIONES GENERALES .....   | 20 |
| 4.1.- ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS INSTALACIONES .....  | 20 |
| 4.2.- PRINCIPALES RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN A TOMAR EN UNA<br>INSTALACIÓN .....               | 20 |
| 4.3.- RIESGOS Y MEDIDAS A TOMAR EN ESPACIOS CONFINADOS .....  | 21 |
| 4.4.- RIESGOS Y MEDIDAS A TOMAR EN ARMÓSFERAS EXPLOSIVAS .....                                      | 23 |
| 4.5.- RIESGOS DE INCENDIOS Y MEDIDAS A TOMAR .....  | 24 |
| 4.6.- RIESGOS BIOLÓGICOS Y MEDIDAS A TOMAR .....  | 26 |
| 4.7.- RIESGOS ELÉCTRICOS Y MEDIDAS A TOMAR .....  | 28 |
| 4.8.- RIESGOS DE ATRAPAMIENTO MECÁNICO, MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y<br>MEDIDAS A TOMAR .....          | 29 |
| 4.9.- RIESGOS DE CAÍDAS AL MISMO Y DISTINTO NIVEL Y MEDIDAS A TOMAR .....                           | 31 |
| 4.10.- RIESGOS POR LA MANIPULACIÓN DE REACTIVOS Y MEDIDAS A TOMAR .....                             | 38 |
| 4.11.- RIESGOS DE SALUBRIDAD Y MEDIDAS A TOMAR .....  | 45 |
| 4.12.- RIESGOS DE EXCESO DE RUIDOS EN LAS INSTALACIONES Y MEDIDAS A TOMAR<br>.....                  | 54 |
| 4.13.- RIESGOS DE PRESENCIA DE PERSONAL AJENO A LAS INSTALACIONES Y<br>MEDIDAS PARA EVITARLOS ..... | 55 |
| 5.- CONSIDERACIONES PARTICULARES .....  | 56 |
| 5.1.- CONSIDERACIONES NECESARIAS RESPECTO A LA ADECUACIÓN DE LOS<br>EQUIPOS DE TRABAJO .....        | 56 |
| 5.2.- CONSIDERACIONES PARTICULARES .....  | 56 |
| 6.- EQUIPO DE PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES .....  | 57 |
| 7.- PLAN DE EMERGENCIA EN UNA INSTALACIÓN .....   | 60 |



## 1.- OBJETO

El objeto del presente anejo es garantizar que las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II cumplan con todos los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y de seguridad industrial.

Este anejo se desarrolla en colaboración con el Área de Prevención de Canal de Isabel II para la identificación de los riesgos e implantación de medidas preventivas y de seguridad en la explotación de las instalaciones.

El presente documento establece las pautas generales de identificación de los principales riesgos que pueden darse en las diversas instalaciones de Canal de Isabel II, así como las medidas de prevención y seguridad frente a los mismos.

El autor del proyecto debe identificar los diferentes riesgos según lo expuesto en este anejo, para el cada caso particular de la instalación diseñada, de forma que lo tenga en cuenta en el desarrollo del proyecto. Se deben reflejar en todos los documentos del proyecto – (Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto-) las medidas adoptadas en este anejo.

En el Documento N° 3, Pliego de Condiciones, se redactará un artículo específico dedicado a las medidas de prevención y seguridad en la explotación de la instalación proyectada que contemple las indicaciones de este anejo.

En el Documento N° 4, Presupuesto, se dedicará un capítulo específico que se denominará: "Medidas de prevención y seguridad en la instalación a aquellas medidas de prevención y seguridad, que por su naturaleza no puedan incluirse en los capítulos correspondientes a obra civil, equipos e instalaciones,".

El contratista que ejecute las obras del proyecto de construcción se ajustará a todas las indicaciones de este anejo. Antes del inicio de las obras, realizará un informe de las medidas de prevención y seguridad incluidas en el proyecto que entregará a la Dirección de Obra.

## 2.- ALCANCE

El alcance del presente anejo son todas las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II y todas aquellas que se le encomienden por los cauces establecidos en la normativa legal vigente.

El contenido de este anejo comprende dos partes:

### 1. Consideraciones generales.

Incluye todas las medidas generales que deben cumplirse y tenerse en cuenta para la explotación de las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II.

### 2. Consideraciones particulares.

Comprende el estudio de las medidas de prevención y medidas de seguridad concretas para la explotación de cada instalación. Se redactan a continuación de las consideraciones generales.

## 3.- NORMATIVA

- Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil.
- Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, sobre la reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ley 31/2006, de 18 de octubre, sobre implicación de los trabajadores en las sociedades anónimas y cooperativas europeas.



- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres.
- Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas Leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Ley 8/2010, de 31 de marzo, por la que se establece el régimen sancionador previsto en los Reglamentos (CE) relativos al registro, a la evaluación, a la autorización y a la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH) y sobre la clasificación, el etiquetado y el envasado de sustancias y mezclas (CLP), que lo modifica.
- Ley 32/2010, de 5 de agosto, por la que se establece un sistema específico de protección por cese de actividad de los trabajadores autónomos.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.
- Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.
- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas
- Ley 14/2013, de 27 de diciembre, de apoyo a los emprendedores y su internacionalización.
- Ley 20/2013, de 9 de diciembre, de garantía de la unidad de mercado.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local.
- Ley 1/2014, de 28 de febrero, para la protección de los trabajadores a tiempo parcial y otras medidas urgentes en el orden económico y social.
- Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones.



- Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, sobre liberalización industrial.
- Real Decreto 577/1982, de 17 de marzo, por el que se regulan la estructura y competencias del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- (Derogado a partir del 09/12/2014 por Real Decreto 337/2014).
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se establecen las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de Residuos tóxicos y peligrosos.
- Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones de comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones petrolíferas.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores (Vigente hasta el 01 de Enero de 2015).
- Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el por el que se modifica, en aplicación de la directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.
- Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.



- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre.
- Real Decreto 1566/1999, de 8 de octubre, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable.
- Real Decreto 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 13 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.



- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 1161/2001, de 26 de octubre, por el que se establece el título de Técnico superior en Prevención de Riesgos Profesionales y las correspondientes enseñanzas mínimas.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.

- Real Decreto 464/2003, de 25 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopulsadas.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la directriz básica de Protección Civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios.
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Señalización de obras. Título IV Cap. IV, Sección II, Art. 140.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2016/2004, de 11 de octubre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-8 «Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno».
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones



mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 57/2005, de 21 de enero, por el que se establecen prescripciones para el incremento de la seguridad del parque de ascensores existente.
- Real Decreto 119/2005, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno.
- Real Decreto 948/2005, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la edificación.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se



establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 919/2006, de 28 de junio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Real Decreto 1114/2006, de 29 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Real Decreto 1416/2006, de 1 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 06 "Procedimiento para dejar fuera de servicio los tanques de almacenamiento de productos petrolíferos líquidos".
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 110/2008, de 1 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1468/2008, de 5 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 393/2007 y en el que se aprueba la norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada que haya dado a luz o en periodo de lactancia.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 10 de julio.
- Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado.
- Real Decreto 105/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican determinados aspectos de la regulación de los almacenamientos de productos químicos y se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE APQ-9 "almacenamiento de peróxidos orgánicos".
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.



- Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Infraestructura para la calidad y seguridad industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 404/2010, de 31 de marzo, por el que se regula el establecimiento de un sistema de reducción de las cotizaciones por contingencias profesionales a las empresas que hayan contribuido especialmente a la disminución y prevención de la siniestralidad laboral.
- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.



- Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan.
- Real Decreto 830/2010, de 25 de junio, por el que se establece la normativa reguladora de la capacitación para realizar tratamientos con biocidas.
- Real Decreto 1090/2010, de 3 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.
- Real Decreto 1436/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifican diversos reales decretos para su adaptación a la Directiva 2008/112/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, que modifica varias directivas para adaptarlas al Reglamento (CE) n.º 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.
- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.
- Real Decreto 1388/2011, de 14 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 2010/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de junio de 2010 sobre equipos a presión transportables y por la que se derogan las Directivas 76/767/CEE, 84/525/CEE, 84/526/CEE, 84/527/CEE y 1999/36/CE.
- Real Decreto 1635/2011, de 14 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en materia de tiempo de presencia en los transportes por carretera
- Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas.
- Real Decreto 882/2012, de 1 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, para su adaptación a la nueva estructura de los departamentos ministeriales de la Administración General del Estado.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de

17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.
- Real Decreto-ley 5/2013, de 15 de marzo, de medidas para favorecer la continuidad de la vida laboral de los trabajadores de mayor edad y promover el envejecimiento activo.
- Real Decreto 88/2013, de 8 de febrero, por el que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria AEM 1 "Ascensores" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre.
- Real Decreto 128/2013, de 22 de febrero, sobre ordenación del tiempo de trabajo para los trabajadores autónomos que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- Real Decreto 156/2013, de 1 de marzo, por el que se regula la suscripción de convenio especial por las personas con discapacidad que tengan especiales dificultades de inserción laboral.
- Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Entrada en vigor el 9/12/2014. Ver Disposición transitoria primera. Deroga al Real Decreto 3275/1982.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Orden de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses.



- Orden de 25 de marzo de 1998. Modifica el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, sobre el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo 1 y los apéndices del mismo.
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Orden de 19 de noviembre de 2013, de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que se establece el procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones frigoríficas y se adaptan las disposiciones de desarrollo del Decreto 38/2002, de 28 de febrero, a lo establecido en la Directiva 2006/123/CE del Parlamento y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a los servicios en el mercado interior.
- Orden de 7 de febrero de 2014, de la Consejería de Transportes, Infraestructuras y Vivienda, por la que se establecen los parámetros exigibles a los ascensores en las edificaciones para que reúnan la condición de accesibles en el ámbito de la Comunidad de Madrid.
- Orden PRE/1206/2014, de 9 de julio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Orden PRE/1349/2014, de 25 de julio, por la que se modifican los anexos III y IV del Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Decreto 13/2007, de 15 de marzo, de la Comunidad de Madrid, sobre el reglamento técnico de desarrollo en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de las barreras arquitectónicas.
- Decreto 38/2002, de 28 de febrero, por el que se regulan las entidades de control reglamentario de las instalaciones industriales en la Comunidad de Madrid.

#### **Normas internacionales (ISO), europeas (EN) y nacionales (UNE-EN Y UNE)**

Todas las referenciadas en la legislación anteriormente detallada y, especialmente:

#### **Generales**



- **EN ISO 7010:2012** Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011) (Ratificada por AENOR en septiembre de 2012).
- **EN ISO 7010:2012/A1/A2/A3:2014** Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011) (Ratificadas por AENOR en marzo de 2014).
- **UNE-EN 12464-1:2012** Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

#### Atmósferas explosivas

- **UNE-EN 1127-1:2012** Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.
- **UNE-EN 13237:2003** Atmósferas potencialmente explosivas. Términos y definiciones para equipos y sistemas de protección destinados a utilizarse en atmósferas potencialmente explosivas.
- **UNE-EN 60079-10-1:2010** Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas..
- **UNE-EN 60079-10-2:2010** Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo.
- **UNE-EN 60079-14:2010** Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalación eléctricas.
- **UNE-EN 60079-17:2008** Atmósferas explosivas. Parte 17: Verificación y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

#### Máquinas y herramientas

- **UNE-EN ISO 12100:2012** Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- **UNE-EN 50144-1:2001** Seguridad de las herramientas manuales portátiles accionadas por motor eléctrico. Parte 1: Requisitos generales.
- **UNE-EN 60204-1:2007** Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. (IEC 60204-1:2005, modificada).
- **UNE 60601:2013** Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.

#### Equipos de protección individual

- **UNE-EN 353-1:2002** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida.
- **UNE-EN 353-2:2002** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible.

- **UNE-EN 354:2011** Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre.
- **UNE-EN 355:2002** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía.
- **UNE-EN 358:2000** Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componente de amarre de sujeción.
- **UNE-EN 360:2002** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles.
- **UNE-EN 361:2002** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arnés anticaídas.
- **UNE-EN 362:2005** Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores.
- **UNE-EN 363:2009** Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas.
- **UNE-EN 365:2005** Equipo de protección individual contra las caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje.
- **EN 795:2012** Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje (Ratificada por AENOR en octubre de 2012.)
- **UNE-EN 1891:1999** Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas.
- **UNE-EN 50286:2000** Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- **UNE-EN 50321:2000** Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tensión.

#### Instalaciones eléctricas

- **UNE 20324:1993** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).



- **UNE 20324:1993/2M: 2014** Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- **UNE 20460-4-45:1990** Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión.
- **UNE 20460-4-46:2002** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 46: Seccionamiento y mando.
- **UNE 20460-4-443:2007** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4-44: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las perturbaciones de tensión y las perturbaciones electromagnéticas. Sección 443: Protección contra sobretensiones de origen atmosférico o debido a maniobras. (IEC 60364-4-44:2001/A1:2003, modificada).
- **UNE 20460-7-714:2001** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 714: Instalaciones de alumbrado exterior.
- **UNE 21302-195/1M:2004** Vocabulario electrotécnico. Capítulo 195: Puesta a tierra y protección contra choques eléctricos.
- **UNE 21302-195:2001** Vocabulario electrotécnico. Capítulo 195: Puesta a tierra y protección contra choques eléctricos.
- **UNE-EN 50102:1996** Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- **UNE-EN 50102/A1:1999** Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- **UNE-IEC 60050-426:2009** Vocabulario electrotécnico. Parte 426: Equipos para atmósferas explosivas.
- **UNE-EN 60903:2005** Trabajos en tensión. Guantes de material aislante
- **UNE-EN 61478:2002** Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- **UNE-HD 60364-4-41:2010** Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.
- **UNE 109110:1990** Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Definiciones.



### Legislación europea:

- Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera. ADR 2013.
- Acuerdo Multilateral M-271 en aplicación de la sección 1.5.1 del Anexo A del Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR), relativo a los dispositivos de aditivos como parte del equipamiento de servicio de cisternas, hecho en Madrid el 12 de marzo de 2014. (BOE de 3 de julio de 2014).
- Directiva 2001/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE del Consejo relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido) (decimoséptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).
- Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).
- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2013/59/Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.
- Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) nº 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1488/94 de la Comisión así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.
- Reglamento (CE) Nº 790/2009 de la Comisión, de 10 de agosto de 2009, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

Reglamento (UE) Nº 286/2011 de la Comisión, de 10 de marzo de 2011, que modifica, a efectos de su adaptación al progreso técnico y científico, el Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas.

## **4.- CONSIDERACIONES GENERALES**

### **4.1.- ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS INSTALACIONES**

Para desarrollar el estudio de las medidas de seguridad en las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II, será necesario conocer el proyecto de explotación, la tecnología utilizada, los procedimientos de trabajo y organización prevista para la ejecución del servicio, así como el entorno, condiciones físicas y climatológicas del lugar donde se debe realizar dicho servicio y, de esa forma, poder identificar y analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo en las instalaciones.

Para realizar la identificación de los riesgos es necesario determinar las actividades que pueden desarrollarse dentro de las instalaciones objeto de estudio.

Estas actividades, en función del tamaño del centro de trabajo, pueden variar desde una instalación pequeña donde una única persona puede realizar funciones de explotación de toda la instalación, hasta una gran instalación donde puede haber diferentes puestos de trabajo. En este último caso, cada trabajador puede estar especializado según las tareas a realizar (mantenimiento eléctrico, mantenimiento mecánico, de instrumentación, toma de muestras, laboratorio, retirada y transporte de residuos, administración, personal técnico, vigilancia, explotación de la línea de agua, de fangos, de la zona de digestión, de deshidratación, tratamiento terciario para riego, etc).

En función del desarrollo de estos trabajos se determinan los riesgos más importantes de una instalación

### **4.2.- PRINCIPALES RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN A TOMAR EN UNA INSTALACIÓN**

Se detalla a continuación la clasificación de los principales riesgos identificados en las instalaciones así como las medidas de prevención u otras a tener en cuenta para la reducción y eliminación de los mismos.

- Riesgos y medidas a tomar en espacios confinados.
- Riesgos y medidas a tomar de atmósferas explosivas.
- Riesgos contra incendios y medidas a tomar
- Riesgos biológicos y medidas a tomar.
- Riesgos eléctricos y medidas a tomar.
- Riesgos de atrapamiento mecánicos, manipulación de equipos y medidas a tomar.



- Riesgos de caídas al mismo y distinto nivel y medidas a tomar.
- Riesgos con la manipulación de reactivos y medidas a tomar.
- Riesgos de salubridad y medidas a tomar.
- Riesgos de ruidos excesivos en las instalaciones y medidas a tomar.
- Riesgos de presencia de personal ajeno a las instalaciones y medidas a tomar.

En el capítulo V Consideraciones particulares, se identifican todos los riesgos específicos que puedan generarse en la explotación de la instalación proyectada (EDAR, ETAP, EBAR, presas, etc.), incluso aquellos que no estén contemplados en el listado anterior, adoptando las medidas de prevención y seguridad adecuadas.

Con carácter general, deberá prestarse atención al estado y mantenimiento de los equipos de protección individual y colectiva, a los efectos de garantizar las medidas mínimas de protección.

#### **4.3.- RIESGOS Y MEDIDAS A TOMAR EN ESPACIOS CONFINADOS**

En las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II pueden existir espacios confinados, entendiéndose como tal cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, tener una atmósfera deficiente en oxígeno, que pueda producirse una inundación repentina, y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.

Será de aplicación la normativa contemplada en este anejo y, en especial, la del Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Estos espacios se clasifican en 3 categorías en función de su peligrosidad.

a) **Espacios de Categoría 1ª.** Se consideran de esta categoría:

- Recintos donde pueda producirse inundación repentina.
- Galerías de alcantarillado visitables o pozos de registro.
- Interior de pozos de bombeo.
- Locales donde sea posible la presencia de gases tóxicos o que exista riesgo de contaminación química o bacteriológica para los trabajadores.
- Depósitos de fangos, interior de digestores, etc.



Para acceder a estos espacios se precisa autorización por escrito, con un Plan de Trabajo diseñado al efecto, que será explicado al responsable de la ejecución material del mismo, el cual tiene la obligación de solicitar las autorizaciones oportunas.

En situaciones de peligro atmosférico o de extrema gravedad, se tomarán medidas concretas para garantizar la seguridad en el trabajo.

Se deberá colocar la señalización oportuna con los avisos de estos peligros. En los planes de trabajo se identificarán todas las medidas de seguridad a respetar en los distintos casos.

En las instalaciones se dispondrán de los medios de seguridad oportunos (protección respiratoria, detector de gases, etc.), los cuales serán facilitados al trabajador una vez informado de los posibles riesgos previo a la realización de los trabajos encomendados.

**b) Espacios de Categoría 2ª.** Se consideran de esta categoría:

- Depósitos de agua reducidos, poco ventilados.
- Tuberías de agua para consumo humano o pluviales de gran diámetro visitables.
- Tanques de sustancias químicas tales como cloro, ácidos, silos de cal, etc.
- Pozos de registro de alcantarillado a una profundidad menor de 2 metros.

Para estos lugares se necesita una seguridad en el método de trabajo con una certificación atestiguando que en dichos lugares se puede entrar sin protección respiratoria o de detección de gases, una vez verificada las condiciones de la atmósfera cada vez que el operario entre o en el interior del espacio confinado.

En las instalaciones se dispondrán de los medios de seguridad oportunos (protección respiratoria, detector de gases, etc.), los cuales serán facilitados al trabajador una vez informado de los posibles riesgos previo a la realización de los trabajos encomendados.

**c) Espacios de Categoría 3ª.** Se consideran de esta categoría:

- Pozos de saneamiento totalmente secos.
- Túneles de conductos o galerías.
- Bocas de hombre con una profundidad inferior a 1,5 m.
- Depósitos de agua para consumo humano y agua regenerada.
- Túneles de aliviaderos, excepto de aguas residuales.
- Accesos a válvulas subterráneas de presas.

Se trata de lugares que, después de inspecciones y basándose en la experiencia, es poco probable que se produzca un problema atmosférico de falta de oxígeno, presencia de gases

o inundación inesperada. Cuando se detecte un problema de entrada de fangos, aguas residuales, sustancias químicas, gases o avería en la ventilación, etc. deben tratarse como espacios de 2ª categoría hasta que se reestablezca el problema.

Estos lugares serán inspeccionados de forma regular para asegurar que siguen funcionando como espacios de 3ª categoría y siempre con detectores de gases.

En las instalaciones se dispondrán de los medios de seguridad oportunos (protección respiratoria, detector de gases, etc.), los cuales serán facilitados al trabajador una vez informado de los posibles riesgos previo a la realización de los trabajos encomendados.

#### **4.4.- RIESGOS Y MEDIDAS A TOMAR EN ARMÓSFERAS EXPLOSIVAS**

Las atmósferas explosivas en las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II pueden darse principalmente en los procesos de digestión anaerobia, depósitos y canalizaciones de biogás, compresores de gas, sala de calderas, equipos de cogeneración y depósitos y canalizaciones de reactivos de dióxido de cloro dentro de recintos cerrados, sin descartar algunos recintos confinados donde la acumulación de gases pueda dar lugar también a la formación de una atmósfera explosiva.

En estas zonas y de forma previa al comienzo de la explotación de las instalaciones, se procederá a la redacción del Documento de Protección contra Explosiones que contempla el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Deberá existir un control exhaustivo de fugas en las proximidades de salida de gases, principalmente en el caso del metano que se encuentra en el biogás y cuya evacuación a la atmosfera, o mal funcionamiento de la antorcha, pueda generar un elevado riesgo de atmósfera explosiva.

Será de aplicación la normativa contemplada en este anejo y, en especial, la del Real Decreto 681/2003, donde se fija la señalización y limitación de zonas, la clasificación de las mismas en función de los riesgos, así como la obligatoriedad de cumplimentar un parte de trabajos especiales para el mantenimiento, explotación y reparación en áreas de las instalaciones con este riesgo.

Las medidas mínimas necesarias para evitar este riesgo en esta clase de espacios son:



- Limitar el acceso al personal autorizado y convenientemente formado.
- Prohibición de fumar en toda la zona, aunque debe ser general para toda la EDAR.
- La instalación eléctrica en estas zonas debe ser antideflagrante por normativa.
- Las herramientas utilizadas en estas áreas deben ser también antideflagrantes.
- No dejar vehículos en marcha en las proximidades de estas zonas.
- Presencia de detectores fijos de gases en las zonas más significativas.
- Necesidad de detectores portátiles en explotación de las instalaciones y en la reparación de las mismas.
- Hacer inerte la atmósfera con nitrógeno en aquellas áreas que sea necesario soldar y cortar.

#### **4.5.- RIESGOS DE INCENDIOS Y MEDIDAS A TOMAR**

El riesgo de incendios es un factor a tener muy en cuenta de cara al diseño de las instalaciones, así como las medidas a tomar para prevenirlo y extinguirlo en el caso de que se produzca. Las medidas contra incendios deben reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Será de aplicación la normativa contemplada en este anejo y, en particular, el Real Decreto 2267/2004, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, el Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la edificación y el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993.

Respecto a las indicaciones del Real Decreto 919/2006, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11, hay que tener en cuenta en el diseño, construcción y explotación de las instalaciones de Canal de Isabel II:

- Las instalaciones térmicas en los edificios han de cumplir con las especificaciones reglamentarias (Real Decreto 1027/2007, Real Decreto 1826/2009, Real Decreto 249/2010 y Real Decreto 283/2013).
- Las instalaciones que utilicen gas natural o biogás, dispondrán de la preceptiva Autorización de puesta en servicio o explotación de la instalación, emitida por órgano competente de la administración.
- Las instalaciones de gas han de cumplir con las especificaciones reglamentarias. En el caso de las salas de máquinas y calderas con potencia útil superior a 70 Kw., además de cumplir este Real Decreto, cumplirán lo establecido en la norma **UNE 60601:2013**.



- Las instalaciones de gas dispondrán de detección atmosférica de gas metano que, en caso de activación, corte el suministro de los aparatos de gas y ponga en marcha la ventilación forzada y la alarma sonora y acústica. El sistema de detección dispondrá de, al menos, dos sondas independientes.
- Una empresa instaladora de gas autorizada documentará las pruebas previas (estanqueidad y puesta en servicio de la instalación.)
- El servicio técnico del fabricante, o una empresa instaladora de gas, certificará la puesta en marcha de los aparatos a gas instalados.

Los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes:

- Se especificarán parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad indicados en la Normativa de seguridad contra incendios.
- Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.
- Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.
- El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para facilitar que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.
- El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes. Igualmente, siguiendo las indicaciones del Real Decreto 1942/1993, los equipos de protección contra incendios, como son los Extintores, BIE's, Hidrantes, Pulsadores de alarma y Sirenas de alarma, deberán estar correctamente señalizados.
- Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios en el caso de que éstos se produzcan.
- Respecto a la resistencia al fuego de la estructura, la estructura portante debe diseñarse para mantener la resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las exigencias determinadas por la Normativa de seguridad contra incendios.

Respecto a los equipos de protección genéricos y protección contra incendios destacan las siguientes medidas a tomar:

- Se dotará las instalaciones con los siguientes equipos:
  - Extintores de CO2 y de polvo ABC cercanos a paneles de control y cuadros eléctricos y telecomunicaciones
  - Extintores fijos en los lugares de mayor riesgo,
  - Extintores portátiles
  - Señalización de los equipos.
- Se señalizarán todos los equipos de lucha contra incendios, así como las salidas, salidas de emergencia, recorridos de evacuación y la ubicación de primeros

- auxilios, según lo contemplado en el Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Los establecimientos, conforme a las especificaciones del Real Decreto 2267/2004 y Real Decreto 314/2006, dispondrán de la preceptiva Autorización de puesta en servicio de la instalación, emitida por órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasificarán, en función de su carga de fuego, conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo, dotándoles de las instalaciones contra incendios contempladas en la Normativa vigente.
- Se realizarán las operaciones de mantenimiento conforme a lo recogido en el apéndice 2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993.

#### 4.6.- RIESGOS BIOLÓGICOS Y MEDIDAS A TOMAR

La aparición de riesgo biológico se localiza, principalmente, en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, estaciones de bombeo de aguas residuales y depósitos de almacenamiento de agua regenerada de tratamientos terciarios.

El tratamiento y manipulación de aguas residuales debe realizarse en condiciones de seguridad que salvaguarden la salud de los trabajadores expuestos ya que son un vehículo de transmisión de numerosos microorganismos.

Será de aplicación la normativa contemplada en el Real Decreto 664/1997 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

A efectos de lo dispuesto en el Real Decreto 664/1997, los agentes biológicos se clasifican, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

- a) **Agente biológico del grupo 1:** aquel que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- b) **Agente biológico del grupo 2:** aquel que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- c) **Agente biológico del grupo 3:** aquel que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
- d) **Agente biológico del grupo 4:** aquel que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades



de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

En el tratamiento de aguas residuales o almacenamiento de agua regenerada, generalmente no existe contacto físico del operador con el agua y/o sus subproductos (fango, residuos del pretratamiento, grasas, etc.) a no ser que sea accidentalmente.

Sin embargo, existe la posibilidad del paso de los microorganismos al ambiente en zonas con formación de aerosoles, especialmente en los tratamientos biológicos o en el riego por aspersión con agua reutilizada-.

Las zonas con riesgo biológico son las siguientes:

- Desarenador de la EDAR, ya que la inyección de aire puede dar lugar a aerosoles.
- Tratamiento biológico, principalmente cuando se utilizan turbinas.
- Deshidratación del fango, por la cercanía del operador al mismo.
- Laboratorio y toma de muestras, debido a la manipulación directa tanto del agua como de los subproductos de la misma.
- Vasos de depósitos de agua regenerada que permanece estancada un largo periodo de tiempo sin que exista recirculación.
- Estaciones Oficiales de Muestreo en la red de agua reutilizada.

Las medidas mínimas de prevención a adoptar son las siguientes:

- Reducir el número de trabajadores expuestos.
- Limpieza o desinfección de los locales, vehículos, ropa y equipos de protección.
- Ventilación adecuada de los locales cerrados
- Desinsectación y desratización.
- Confinamiento de los agentes biológicos.
- Prohibir comer, fumar y beber en estas áreas.
- EPIs bien mantenidos y almacenados.
- Tiempo para el aseo antes de comer y de finalizar la jornada.
- Cambio de ropa al abandonar las instalaciones.
- Taquillas dobles para ropa de trabajo y de calle.
- Lavado de ropa de trabajo en el área habilitada en la instalación.
- Obligatoriedad de reconocimientos médicos periódicos y específicos.
- Vacunación.
- Historial médico individual.



Formación e información a los trabajadores sobre los riesgos potenciales para la salud, medidas a tomar para prevenir los riesgos, utilización de ropa y EPIs y medidas a tomar en caso de accidentes.

#### 4.7.- RIESGOS ELÉCTRICOS Y MEDIDAS A TOMAR

Las lesiones más frecuentes que se producen por el efecto de la corriente eléctrica en el cuerpo humano son quemaduras, interrupción respiratoria, asfixia y paralización muscular, fibrilación ventricular por desincronización del ritmo cardíaco y tetanización por contracción muscular involuntaria.




Las normativas de aplicación son el Real Decreto 3275/1982 sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación (derogado a partir del 9 de diciembre de 2014 por el Real Decreto 337/2014, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23), el Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y el Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

En el mantenimiento diario de los equipos de bombeo es necesario comprobar que el número de equipos en marcha es adecuado a las necesidades de elevación y que no existen protecciones eléctricas disparadas, ya que las sobrecargas de caudal originan excesos de intensidad que pueden disparar el relé térmico provocando una parada del equipo de bombeo.

Las medidas a adoptar para evitar los riesgos en el mantenimiento y explotación de equipos eléctricos son:

- El diseño de las instalaciones será conforme a los requerimientos legales aplicables a las instalaciones eléctricas en Baja y Alta Tensión.
- Se evitará la instalación de transformadores, cuadros eléctricos y cabinas de alta tensión en recintos con riesgo de inundación. Dispondrán de la preceptiva autorización de puesta en servicio o explotación de la instalación emitida por el órgano competente de la administración.
- Las instalaciones de baja tensión ubicadas en recintos húmedos o mojados se diseñarán conforme a los requerimientos reglamentarios, dotándose de las protecciones eléctricas necesarias para que los equipos allí instalados puedan ser utilizados de forma segura y no exista riesgo de contacto eléctrico.
- Las instalaciones con riesgo de explosión (incluido los almacenamientos de amoníaco anhidro en botellones) se diseñarán conforme a los requerimientos

reglamentarios, donde se instalarán equipos eléctricos conforme a la clasificación de las zonas, cumpliendo la normativa ATEX:

|        |   |               |
|--------|---|---------------|
| Zona 0 |  | II 1 G IIA T1 |
| Zona 1 |  | II 2 G IIA T1 |
| Zona 2 |  | II 3 G IIA T1 |

- Siempre que sea viable, los cuadros de control de motores se ubicarán en recinto independiente, el cual dispondrá de al menos un extintor de CO2. Los cuadros eléctricos, debidamente señalizados, y pulsadores, irán instalados en puntos fácilmente accesibles.
- Se debe separar e interponer obstáculos en las partes activas (barrajes y bornas desprotegidas) estarán debidamente apantallados con metacrilato o similar.
- Hay que favorecer el uso de tensiones de seguridad (24V).
- Deben diseñarse e instalarse las tomas de corriente lo más próximas a los puestos de trabajo.
- Se diseñarán e instalarán puestas a tierra de los equipos y máquinas.
- Se capacitará y formará al personal para evitar los riesgos eléctricos.
- Durante el mantenimiento y la conservación de las instalaciones, se utilizará equipos de protección individual (EPI) del tipo guantes, cascos, banquetas, pértigas, pantallas faciales, herramientas con aislamiento, etc.
- Los centros de transformación y subestaciones eléctricas dispondrán de los equipos de protección requeridos reglamentariamente (extintores de CO2, guantes dieléctricos, banqueta, pértiga aislante, etc.).
- Los centros de transformación en recinto cerrado cuya carga de fuego sea elevada, dispondrán de extinción automática por CO2 o similar.
- Todas zonas afectadas por riesgo eléctrico irán debidamente señalizadas.
- Se realizará una revisión periódica anual de los emplazamientos peligrosos.
- Se prohibirá la manipulación en estas áreas al personal no autorizado y debidamente formado.

#### 4.8.- RIESGOS DE ATRAPAMIENTO MECÁNICO, MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y MEDIDAS A TOMAR



El riesgo de atrapamiento mecánico en instalaciones resulta importante, principalmente en las estaciones de tratamiento de aguas, debido al gran número de maquinaria en movimiento. También tiene gran importancia en las cámaras de válvulas de los depósitos de regulación de agua residual, para consumo humano o regenerada, así como en los pozos o estaciones de bombeo, ya que se concentran muchos equipos electromecánicos en poco espacio.

Los aparatos a presión, conforme a las especificaciones del Real Decreto 2060/2008, dispondrán de la preceptiva Autorización de puesta en servicio o explotación de la instalación emitida por órgano competente de la Administración, debiendo cumplir las especificaciones reglamentarias.

Existen dos características que hacen que este riesgo esté potenciado. Una de ellas es que la maquinaria realice un movimiento intermitente controlado por automatismos y otra es la baja velocidad de movimiento de algunas máquinas, tales como puentes desarenadores, bombas de tornillo, rasquetas de decantadores, etc. En ambos casos, el personal, al no detectar el movimiento, se acerca peligrosamente sin evaluar el potencial riesgo.

Diariamente, el personal de mantenimiento de las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II hace una revisión de la lubricación, la transmisión y sustitución de elementos de la maquinaria. Con el fin de prevenir accidentes por atrapamiento, se prestará especial atención en los trabajos de revisión del consumo de grasas de los equipos o mecanismos (equipos de desbaste de gruesos y finos, polipastos y puentes grúa, tornillos de Arquímedes, compuertas, válvulas, elementos sometidos a desgaste, etc.). De igual forma se tendrán en cuenta las posibles situaciones de peligro cuando se revisa la maquinaria para controlar el depósito de grasa o el engrase de los cojinetes de otras máquinas o si la transmisión de los equipos con poleas están engrasados y tienen las correas con el grado de tensión necesario, control de vibraciones y ruidos extraños, control del desgaste de la cuna del cilindro, tornillo y casquillos de giro.

Las medidas mínimas de prevención a adoptar para evitar este riesgo son:

- Diseñar correctamente las vías de acceso, las zonas de mantenimiento y conservación y las áreas con alta concentración de equipos electromecánicos.
- Realizar un inventario de las máquinas y equipos de trabajo existentes para establecer un programa de puesta en conformidad la Normativa Vigente.



- Bloquear mecánicamente para impedir desplazamientos en trabajos de mantenimiento. Parar maquinaria en labores de mantenimiento, desconectar eléctricamente y poner señalización. Se darán instrucciones por escrito sobre la desconexión y consignación de los equipos de trabajos mientras son reparados o engrasados.
- Definir zonas de seguridad con acceso restringido para máquinas en movimiento.
- Colocar carenados, barandillas y otras protecciones que impidan el acercamiento a las partes móviles.
- No retirar las protecciones que impiden el atrapamiento entre los rodillos de maquinaria.

#### **4.9.- RIESGOS DE CAÍDAS AL MISMO Y DISTINTO NIVEL Y MEDIDAS A TOMAR**

Con carácter general, el riesgo de caídas al mismo nivel se provoca por resbalones debido a la existencia de superficies mojadas producidas tanto por reboses como por limpiezas, así como por tropiezos con objetos situados en vías de paso, caídas de materiales y derrumbamientos sobre trabajadores.

Las medidas preventivas para evitar los riesgos de caídas al mismo nivel son la limpieza y el orden, ejecución de superficies antideslizantes y la utilización de calzado apropiado. Se tendrá en cuenta lo dispuesto en el reglamento técnico de desarrollo en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.

En las instalaciones situadas a diferentes alturas sobre el nivel del suelo existe el riesgo añadido de caída.

Aunque los trabajos a distinto nivel en las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II son muy variados, hay una serie de labores de mantenimiento y conservación que son muy frecuentes en la explotación de algunas instalaciones y que precisan mención especial ya que tienen mayor probabilidad de originar riesgos de caídas a diferente nivel (decantadores, cámaras de mezcla, filtros, biológicos o cualquier otra obra que canalice o trate agua en depuración y tratamiento).

Un caso muy especial a tener en cuenta son los espacios con concentraciones de instalaciones (conducciones, válvulas, bombas, calderines, compresores, equipos eléctricos, etc.) como las cámaras de válvulas de los depósitos de regulación y de bombeo. En estos lugares, en los que el exceso de equipos genera espacios de tránsito reducidos y a diferente nivel, es necesaria una señalización muy estudiada, así como zonas de paso antideslizantes protegidas contra resbalones y caídas utilizando suelos de tramex antideslizante y barandillas adecuadas.

En el control de niveles mediante boyas y medidores ultrasónicos de nivel son necesarias, calibraciones y limpiezas frecuentes, lo que obliga a los operarios de mantenimiento a trabajar en diferentes niveles dentro de las instalaciones. Igualmente ocurre con el mantenimiento de las rasquetas de eliminación de grasas o residuos superficiales en el desarenador y los decantadores ya que su mantenimiento y conservación normalmente obliga a trabajar en seco y, por tanto, trabajar a distinto nivel. El mantenimiento de los caminos de rodadura de las rasquetas y de las almenas metálicas donde se extrae el agua clarificada de los decantadores también origina situaciones de peligro al ubicarse en el límite de dos zonas a diferente nivel.

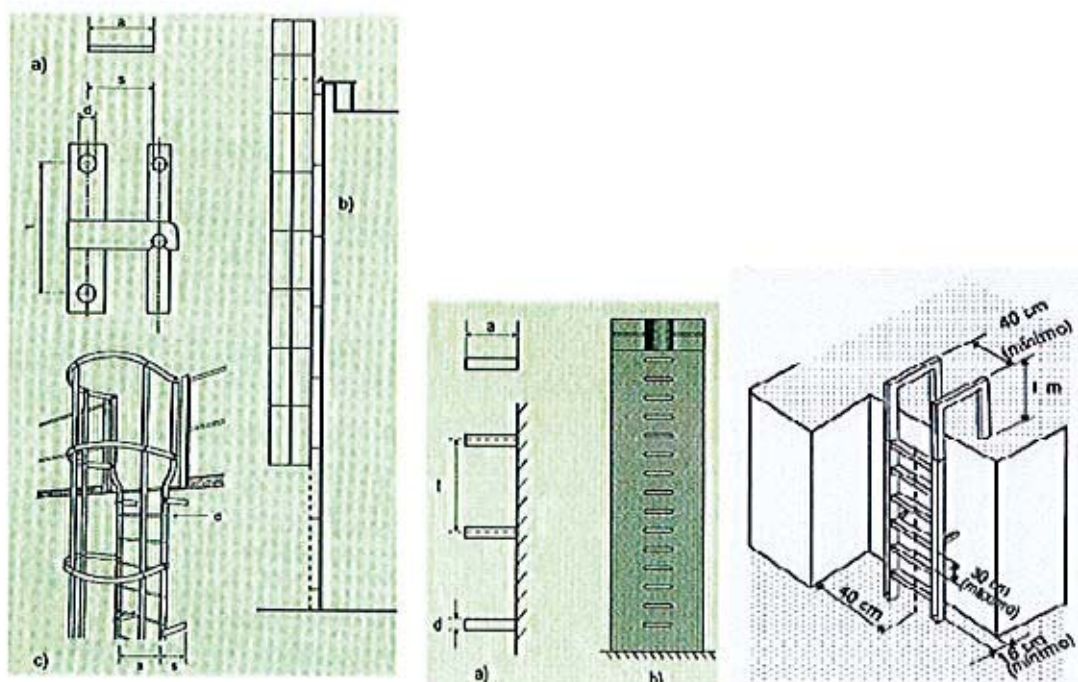
Para evitar riesgos de caídas a diferentes altura se protegerán los lugares de paso con barandillas y escaleras normalizadas, se utilizarán arneses, cinturones de seguridad y/o líneas de vida en las labores de mantenimiento o reparación. Cuando sea necesario se utilizarán andamios o plataformas móviles. La altura mínima en las instalaciones será de 2,5m.

En los accesos a puentes grúa, luminarias y otros elementos en altura (especialmente válvulas y equipos de medida), se contemplará la habilitación de accesos cuando el uso de plataformas elevadoras no sea posible (falta de espacio, superficies que no soportan el peso de la plataforma por presencia de trámex u otras, etc). Para habilitar dichos accesos, se diseñarán escaleras o escalas provistas de plataformas para poder realizar mantenimientos de forma segura.

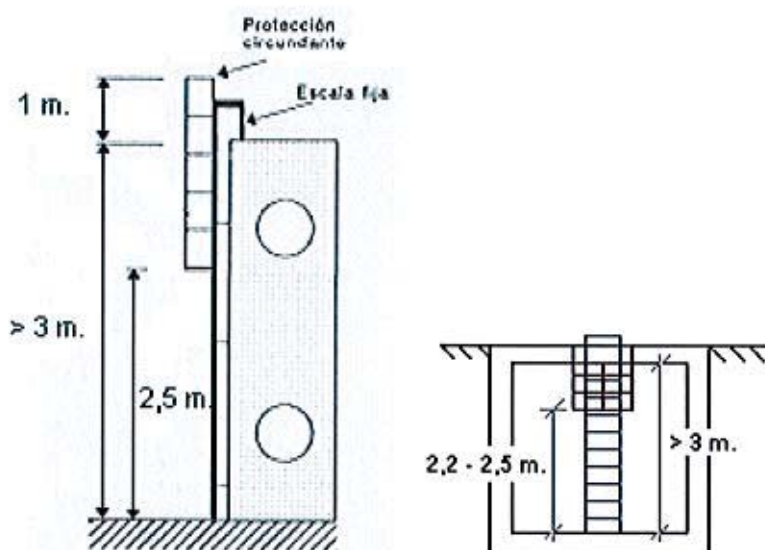
Las escalas de servicio están formadas por una serie de escalones fijados y asegurados al edificio, arqueta, cámara, registro, depósito o pozo, entre otros; debiendo cumplir lo establecido en el RD 486/1997. Las escalas pueden ser del tipo inclinadas,  $>75^\circ$  o verticales, ya sea separadas (escalones encajados en largueros laterales) o de pates (integradas):

- Distancia entre escalones (t): 23-30 cm.
- Profundidad o diámetro del escalón (d): 2-5 cm.
- Ancho libre mínimo (a):  $\geq$  40 cm.
- Distancia mínima de la pared del escalón (s):  $\geq$  16 cm. (no afecta a las escalas de pates)





Con el fin de eliminar el riesgo de accidentes, todas las escalas de servicio verticales dispondrán de protección circundante cuando tengan una altura superior a 3 m, en lugar de los 4 m que se indican en el RD 486/1997. La protección se colocará a una altura comprendida entre 2,20 - 2,50 m desde el suelo hasta el borde superior del pasamanos o barandilla, tal y como se aprecia en la imagen adjunta.





Esta medida no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.

En el interior de los vasos de los depósitos de agua, arquetas, cámaras, registros o pozos, no será precisa la instalación de la protección circundante en las escalas verticales ( $h > 3\text{m.}$ ), cuando debido al tamaño del recinto y su configuración, se estime que dificulta la evacuación y/o entrada de material. En este caso, es preciso que se señalice la obligación de utilizar equipos de protección anticaída.

El Área de Prevención de Canal de Isabel II suministrará la señalización y apoyará a las unidades cuando así se solicite.

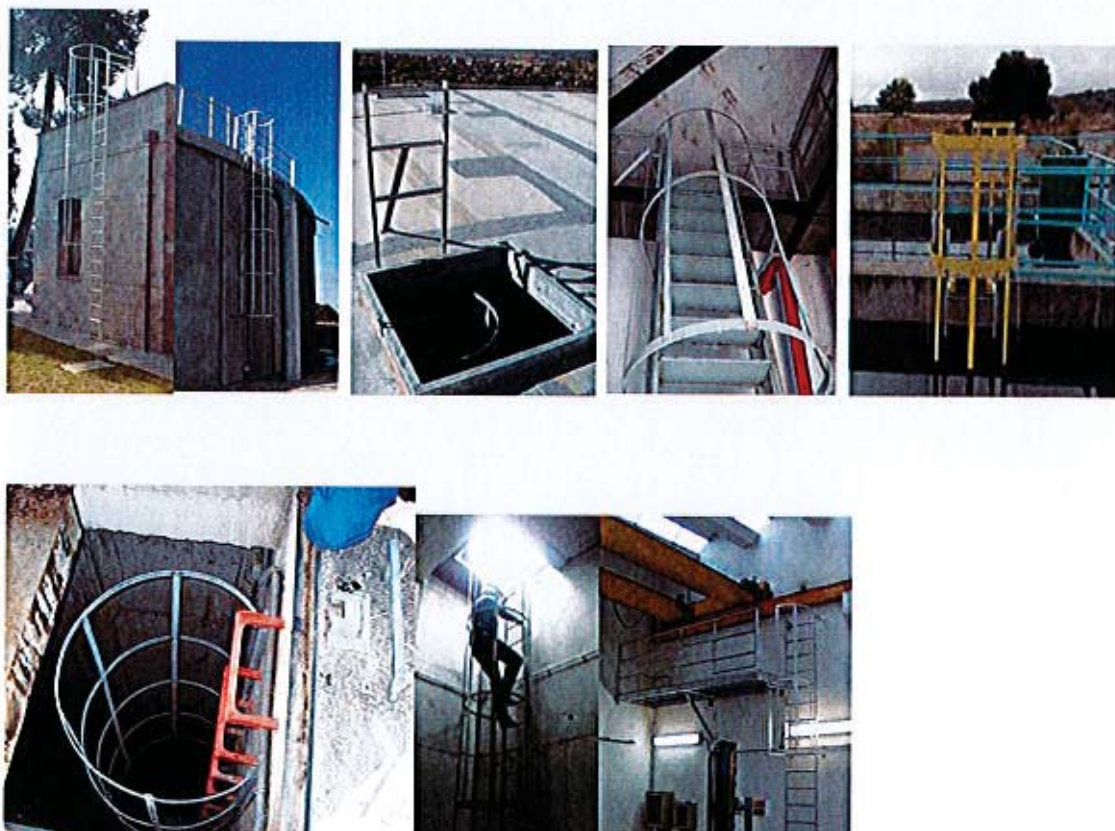
En la imagen adjunta se pueden ver dos modelos de señales, (tamaño propuesto 10x20 cm)



En las escalas de servicio no verticales con una altura superior a 3 m, situadas sobre una superficie inclinada con más de  $75^\circ$ , se recomienda la instalación de protección circundante.

Aquellos registros o cámaras con escalas de pates o escaleras de tipo barco (escalas fijas) con más de 3 m. de profundidad que no dispongan de protección circundante por considerar, de acuerdo con el Área que explota y mantiene dicha infraestructura, que dificulta la evaluación y/o entrada de material, se deberá señalizar el riesgo de caída en altura y el uso obligatorio de equipos anticaída.





En aquellas instalaciones donde se disponga de espacio suficiente, cuando proceda, se colocarán escaleras metálicas o de obra como solución constructiva preferente, en contraposición con la instalación de escalas de servicio fijas.

Igualmente, en las arquetas, cámaras, registros, pozos, vasos depósitos, plataformas o altillos, entre otros, en el acceso se optará por la instalación de una escala de servicio fija en detrimento de la sola utilización de escaleras de mano.

Los huecos de acceso a las escalas dispondrán de:

- Un portillo o
- Un listón abatible en la parte superior, a modo de barandilla, con otro listón intermedio o cadena.

En los pasillos y superficies de tránsito no se dejarán aberturas en el suelo, se prolongarán las tramas metálicas hasta cerrar los huecos existentes, se crearán trampillas abatibles para cuando exista la necesidad de manipular en el interior de los canales o conducciones.



Excepcionalmente, y siempre que el acceso al lugar de trabajo en el que existe riesgo de caída en altura sea esporádico y esté protegido, no encontrándose en o junto a zonas de paso, se podrá instalar puntos de anclaje para el uso de equipos anticaída, señalizando los mismos. En zonas de trabajo tales como decantadores, cámaras de mezcla, filtros, biológicos o cualquier otra obra que canalice o trate agua en depuración y tratamiento se tendrá en cuenta en el diseño y explotación de las instalaciones la dotación de aros salvavidas provistos de cordaje en las obras de depuración y tratamiento que canalicen o contengan agua.

Las azoteas o cubiertas de los edificios o lugares de trabajo en altura en los que se instalen o puedan instalarse equipos de trabajo, deberán disponer de escaleras o escalas de acceso. Cuando estos equipos se instalen en el perímetro de la azotea, se dispondrá de barandilla de protección y excepcionalmente de líneas de vida.

La coronación del muro de los decantadores, cámaras de mezcla, filtros, biológicos o cualquier otra obra que canalice o trate agua en depuración y tratamiento, estarán protegidos contra caídas, por lo que tendrán una altura de al menos 90 cm sobre la zona de tránsito, o bien, estarán diseñados con barandillas y/o cubiertos con tramex o similar. Se dotará a estos lugares de aros salvavidas provistos de cordaje.

Las plataformas, escaleras y rampas de más de 60cm de altura dispondrán de pasamanos en sus lados cerrados o barandillas de protección en sus lados abiertos, con una altura mínima de 90 cm con listón intermedio.

Las vías de circulación de los lugares de trabajo deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.

Los equipos de trabajo dispondrán de accesos seguros habilitados, de manera que no sea necesario saltar o transitar sobre conducciones u otros equipos para llegar a éstos.

Igualmente, se procurará que no existan elementos fijos ubicados a baja altura en o junto a zonas de paso con los que los operarios se puedan golpear, especialmente en la cabeza. Si su ubicación no se pudiera evitar, los perfiles metálicos o elementos de hormigón se protegerán con poliuretano expandido o similar.

En aquellas instalaciones en las que se prevea el paso frecuente de vehículos y existan lugares de trabajo donde el personal se desplace habitualmente cruzando los viales, se instalarán badenes que limiten la velocidad.



Atendiendo al número, situación, dimensiones, condiciones constructivas de las instalaciones, se habilitarán salidas de emergencia.

Las vías de circulación destinadas a vehículos deberán pasar a una distancia suficiente de las puertas, portones, zonas de circulación de peatones, pasillos y escaleras, protegiendo y señalizando las mismas. Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad con franjas continuas de color bien visible, preferentemente blanco o amarillo. En los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos deberán disponer en su proximidad inmediata de puertas destinadas a los peatones, expeditas y claramente señalizadas.

Cuando existan muelles de carga, se señalizará el borde de éstos y se instalarán postes con cadenas desmontables que delimiten y protejan contra caídas en altura.

Las puertas y portones deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer, o que impidan su caída. Si disponen de contrapesos, éstos estarán protegidos.

Los portones de accionamiento electromecánico que no permitan su apertura manual, no se consideran salidas de emergencia.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones.

Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes. En concreto se diseñarán las siguientes medidas antideslizantes en las siguientes zonas:

- a) Tramex en los puntos de preparación y dosificación de polielectrolito.
- b) Tratamientos antideslizantes en vestuarios, escaleras y vestíbulos de acceso a los centros de trabajo, en cubetos de retención para almacenamientos de aceites, grasas y otros líquidos almacenados en bidones, GRG u otros recipientes análogos.

Los edificios y los lugares de trabajo deberán poseer la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización y uso previsto, incluidos todos sus elementos, estructurales o de servicio, incluidas las plataformas de trabajo, escaleras y escalas. Las escaleras no tendrán nunca una anchura libre inferior a 55 cm.

Cuando se monten escaleras de obra o metálicas, tal y como establece la norma, no tendrán una pendiente pronunciada. La huella y contrahuella ha de facilitar el tránsito por la escalera, evitando que para subir o bajar el trabajador deba posicionarse de frente a la escalera.

Los depósitos, pozos, cámaras de válvulas o cualquier otro registro bajo rasante en los que se deba acceder para limpieza, control, reparación o mantenimiento de equipos, dispondrán de escalas de acceso debidamente protegidas, evitando, en lo posible, la utilización de escaleras manuales. Estas escalas estarán protegidas contra la corrosión si procede.

Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, se ajustarán a lo dispuesto en la norma.

Cuando la instalación requiera de salidas de evacuación, éstas deberán poder abrirse al exterior y no deberán estar cerradas. Siempre que sea posible, se instalará en las puertas barras antipánico.

Las condiciones ambientales en los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares, así como los locales de descanso, servicios higiénicos, comedores y de los locales de primeros auxilios, serán las adecuadas, no suponiendo un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Se cumplirá todo lo establecido en el Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Igualmente, se considerarán las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud contempladas en el Real Decreto 485/1997 para la advertencia de la existencia de desniveles, obstáculos u otros elementos que pudieran originar riesgos de caídas de personas, choques o golpes.

#### **4.10.- RIESGOS POR LA MANIPULACIÓN DE REACTIVOS Y MEDIDAS A TOMAR**

Los reactivos clasificados como corrosivos deberán cumplir con la normativa indicada en este anejo y, en especial, con el Real Decreto 379/2001, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos, así como el Real Decreto 1254/1999, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. También serán de aplicación las Instrucciones Técnicas complementarias MIE-APQ-1 a 9 en cuanto a su almacenamiento y dosificación, cubetos de retención, alarmas de nivel máximo, venteos, duchas de emergencia, pantallas antisalpicaduras, etc.



Las zonas de almacenamiento de estos productos se ubicarán obligatoriamente en lugares aislados de la instalación encomendada a Canal de Isabel II y fuera de la zona de paso, prohibiéndose el almacenamiento de productos inflamables o explosivos en el interior de los edificios de las instalaciones. Se señalizarán las áreas de almacenamiento de reactivos según lo indicado en el Real Decreto 485/1997, sobre las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Según las indicaciones del Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo:

- Los locales de trabajo donde se almacenen o utilizan productos químicos con posible emanación de vapores o gases peligrosos, deberán estar debidamente ventilados, instalando si procede detección atmosférica asociada a una alarma acústica y óptica, como es el caso de la generación del dióxido de cloro u ozono.
- En el caso de la generación de ozono, la instalación dispondrá de pulsadores de parada de emergencia en el exterior del recinto que paren la generación y pongan en marcha la extracción mecánica.
- Los recintos cerrados poco ventilados de las EDAR con riesgo de emanaciones de sulfuro de hidrógeno (salas de secado, depósitos de homogenización, desbaste, decantadores cerrados, etc.), dispondrán de extracción y detección atmosférica.
- Los almacenamientos de productos químicos en bidones, GRG u otros recipientes análogos, dispondrán de cubetos de retención.

Los envases o recipientes utilizados para manipular, transvasar, etc. los productos químicos, tendrán las dimensiones, forma y características que minimicen el riesgo de salpicadura, proyecciones, incendio y/o explosión.

Se diseñarán los cubetos estancos oportunos, así como pantallas antisalpicaduras necesarias para evitar los riesgos de quemaduras, intoxicación o cualquier otro riesgo contra la salud de los trabajadores.

En el caso de vertido, recoger inmediatamente el producto derramado con absorbentes y neutralizadores adecuados, evitando daños en la instalación y evitando la formación de atmósferas contaminantes.

Se tendrá especial precaución con el almacenamiento y manipulación del polielectrolito en procesos de deshidratación, flotación y/o tratamiento físico/químico ya que, en contacto con el agua, produce superficies muy resbaladizas que favorecen caídas. Se dispondrá de cubetos alrededor de los equipos en los que se manipule el polielectrolito para evitar derrames por superficies de tránsito. Al tratarse de un producto sólido finamente particulado,



su manipulación puede generar polvo y debe utilizarse protección de las vías respiratorias en su manejo.

El personal que manipula los reactivos debe recibir la formación e información adecuada acerca del manejo de estos reactivos y contar con los EPIs correspondientes (protección ocular, ropa adecuada, calzado, guantes, etc.)

También se aplicarán las normas contempladas en el Real Decreto 2085/1994 sobre el reglamento de instalaciones petrolíferas.

Los combustibles líquidos también pueden ser considerados como reactivos.

En relación con el almacenamiento de productos del cloro, las instalaciones deberán:

- Cumplir los requerimientos de la MIE-APQ-3.
- Disponer de un área de almacenamiento separado de instalaciones y procesos que presenten riesgo de incendio o explosión, así como vías de circulación pública y zonas habitadas o muy frecuentadas.
- Según el Real Decreto 1254/1999, en las instalaciones de cloro diseñadas para una cantidad almacenada superior a 25 Tn., se redactará el Informe de Seguridad que acompañará al Certificado que acredite la conformidad de la instalación emitido por un Organismo de Control Autorizado.
- Disponer de ventilación forzada, ligada a una unidad de absorción mediante sosa en caso de fuga, donde la aspiración se ubicará a nivel del suelo.
- Disponer de espacios en planta baja, sin locales de trabajo a nivel inferior (sótanos) y con paredes al exterior. La instalación dispondrá de, al menos, dos accesos separados.
- Disponer de un porche o cubierta que proteja de la radiación solar a los depósitos que se almacenen a la intemperie.
- En el diseño de la instalación, se tendrá en cuenta que los depósitos vacíos y llenos se han de almacenar en ubicaciones separadas y claramente identificadas.
- La zona de descarga para los depósitos debe ser horizontal, apartada de zonas de tráfico, accesible en dos direcciones y bien iluminada.
- Disponer de un puente grúa o polipasto que permita la carga, descarga y almacenamiento de los depósitos en condiciones de seguridad.
- Las conexiones entre la instalación fija y los depósitos han de estar protegidos, de manera que un golpe accidental en el momento de depositar o retirar el botellón en la báscula no golpee las conducciones fijas y se produzca una fuga o derrame.
- La instalación dispondrá de detección atmosférica en el almacén y en clorómetros, así como dispositivos de cierre neumáticos de los botellones, los cuales han de ponerse en marcha en caso de fallo de la corriente eléctrica, niveles de cloro elevados (detector) o accionamiento de pulsador de emergencia.
- La instalación también dispondrá de alarmas acústica y óptica en caso de niveles de cloro elevados en el recinto.

- Disponer de pulsadores de emergencia en el exterior del recinto de almacenamiento que pongan en marcha la extracción y el cierre neumático de los depósitos de almacenaje.
- Disponer de un calderín para evitar sobre presiones en la línea en fase líquida.
- Disponer de una válvula de sobrepresión que alivie presiones a la torre de absorción en la línea de fase gaseosa.
- Disponer de una línea de aire respirable con conexión para dos equipos semiautónomos de respiración.
- Disponer el compresor, de la línea de aire respirable, ubicado fuera del área contaminable.
- Existir toma de agua para conectar una manguera.
- Existir la instalación de protección contra incendios reglamentaria.
- Disponer de una ducha lavajojos disponible próxima, debidamente calorifugada si está a la intemperie.
- Disponer de un anemoscopio (manga de viento).
- Disponer de señalización de los riesgos y medidas de prevención/protección a adoptar. Además se señalizará el uso obligatorio de equipos de protección.

En relación con los almacenamientos de amoniaco, las instalaciones deberán:

- Cumplir los requerimientos de la MIE-APQ-5.
- Se deberá prever en el diseño de las instalaciones equipos de trabajo en las zonas de almacenamiento y dosificación de amoniaco.
- Cumplir con los requisitos fijados para los almacenamientos de cloro anteriormente indicados, con las siguientes salvedades:
  1. El almacenamiento estará separado físicamente del almacén de cloro.
  2. Los detectores atmosféricos serán para amoniaco.
  3. La torre de absorción será de agua en lugar de sosa, con la aspiración a la altura del techo.
  4. La instalación eléctrica, equipos electromecánicos y luminarias serán ATEX, dado que el amoniaco, según su ficha de seguridad, puede ser explosivo.

En relación con los almacenamientos de líquidos corrosivos, las instalaciones deberán:

- Cumplir los requerimientos de la MIE-APQ-6.
- Disponer del Certificado de construcción de los depósitos y del Certificado o documento que acredite la realización de la prueba hidráulica.
- Ubicar la instalación a más de 3 m. del vallado exterior.
- Dejar la instalación con un adecuado orden y limpieza.
- Dejar la instalación convenientemente iluminada.
- Disponer de una zona de descarga amplia, impermeable, resistente, sin pendiente, despejada y libre de obstáculos.
- Disponer de un canal o registro de drenaje disponible a lugar seguro.



- Disponer de una toma de agua próxima disponible y señalizada.
- Disponer de ventilación a exterior de los recintos cerrados de almacenamiento.
- Disponer de señalización de las bocas de llenado, depósito y conducciones, indicando además los riesgos y medidas de prevención/protección a adoptar. Además se señalizará el uso obligatorio de equipos de protección.
- Disponer de una ducha lavaojos disponible próxima, debidamente calorifugada si está a la intemperie.
- Disponer de boca de carga del depósito accesible y apantallada, con conexión rápida, tapa y sumidero en caso de derrame durante la descarga. No se permite compartir cubeto con bocas de carga de reactivos incompatibles.
- Disponer de bombas de llenado del depósito. Estarán apantalladas y provistas de botonera de emergencia.
- Diseñar las conducciones por las que discurra el líquido corrosivo fabricadas con materiales adecuados del tipo polietileno (evitar PVC a intemperie), en buen estado, con uniones estables, sin enterrar (salvo que vayan en un pasa tubos y se justifique), bien ancladas, protegidas, alejadas de zonas de paso y sin puntos donde se generen sobretensiones o dilataciones, especialmente en codos.
- Disponer de válvula de retención en la línea de llenado del depósito.
- Señalizar el depósito, indicando fabricante, tipo, capacidad, fecha fabricación y vida útil máxima del mismo.
- Disponer en los depósitos de una válvula de venteo o alivio de presión, debidamente conducida y sin riesgo de proyecciones, así como un venteo conducido a torre de absorción si el líquido corrosivo almacenado desprende vapores peligrosos.
- Colocar el depósito sobre bancada impermeable, bien aplomado y alineado, estando dotado de una columna y sonda de nivel asociada a alarma de sobrellenado.
- Si el depósito fuera de doble pared, disponer de un sistema de detección de fugas con alarma, así como un bordillo de 10 cm. para recogida de posibles derrames, con pendiente a la red de drenajes.
- Disponer de cubeto de retención con capacidad suficiente, sin reactivos incompatibles entre ellos y con separación mínima de 1 m. entre los depósitos y la pared del cubeto. El cubeto dispondrá de dos accesos, será estanco y tendrá una pendiente mínima a punto de recogida y posterior tratamiento de efluentes.
- Diseñar el depósito con una válvula manual de salida, purga o vaciado junto al depósito.
- Diseñar las bombas de dosificación adecuadas a los reactivos a trasegar y provistas de botonera de emergencia. Igualmente, estarán apantalladas y ubicadas en una zona con cimentación estanca, provista de un punto de recogida en previsión de derrames.

Se incluyen unas tablas aclaratorias sobre los riesgos de la manipulación y de las medidas a tomar para evitar dichos riesgos de los casos concretos del polielectrolito, hipoclorito sódico y cloruro férrico. En el capítulo V Consideraciones particulares, se incluyen las tablas aclaratorias de otros reactivos no incluidos en las consideraciones generales.



|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| POLIELECTROLITO  |  | PRODUCTO SIN PELIGRO  |  |
| GRADO DE PELIGRO:  |  |   |  |
| Ligeras irritaciones por contacto prolongado con la piel.<br>Evitar la absorción por la boca y sobre todo el contacto con los ojos.<br>No tiene peligro para las mucosas.  |  |   |  |
| PRECAUCIONES DE EMPLEO   |  |   |  |
| MANIPULACIÓN   |  | ALMACENAMIENTO  |  |
| Guantes de goma<br><br>Gafas de protección<br><br>Buzo   |  | Protegidos del calor, de la humedad, en caso de producto en polvo. El polielectrolito tiene en general acción sobre el acero no protegido. Utilizar preferentemente cubetas de plástico.<br><br>Cuidado con la estabilidad del producto a almacenar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Duración de la solución madre a 5 g/l entre 2 y 5 días máximo.</li><li>• Tiempo de conservación del producto en polvo: 10 meses a 2 años según el polielectrolito utilizado.</li></ul> |  |
| MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE   |  |   |  |
| En caso de salpicadura de la solución acuosa sobre la piel: Lavar las zonas alcanzadas con agua abundante.<br><br>En el caso de salpicadura a los ojos: Lavarlos con agua y echar algunas gotas de colirio para evitar la irritación.<br><br>Cuidado con el producto derramado sobre el suelo, éste se vuelve resbaladizo. |  |   |  |
| HIPOCLORITO SÓDICO   |  | PRODUCTO OXIDANTE   |  |
| GRADO DE PELIGRO:  |  |   |  |

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <p>Es peligroso y produce quemaduras de la piel, de los ojos y mucosas por contacto directo.</p> <p>Puede ser irritante para las vías respiratorias por inhalación.</p>   |                                      |
| <b>PRECAUCIONES DE EMPLEO</b>   |                                      |
| <b>MANIPULACIÓN</b>   | <b>ALMACENAMIENTO</b>                |
| <p>Guantes de goma</p> <p>Gafas de protección</p> <p>Buzo</p>   | <p>Lejos de toda fuente de calor</p> |
| <b>MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE</b>   |                                      |
| <p>En caso de salpicadura sobre la piel: Lavar las zonas alcanzadas con agua abundante durante algunos minutos.</p> <p>En el caso de salpicadura a los ojos: Lavarlos con agua manteniendo los párpados muy separados. Avisar simultáneamente al oculista</p>   |                                      |
| <b>CONDICIONES DE EMPLEO</b>  |                                      |
| <p>Producto inestable que se descompone bajo la acción del calor y de la luz.</p> <p>Utilizar recipientes de acero con revestimiento de epoxi o de aconita incluso de plástico.</p> <p>No ponerlo nunca en contacto con un producto ácido tal como el cloruro férrico, sulfato de aluminio o ácido sulfúrico.</p> |                                      |

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| <b>CLORURO FÉRRICO</b>   | <b>PRODUCTO CORROSIVO</b> |
| <b>GRADO DE PELIGRO:</b> |                           |

| <p>Con la temperatura elevada, hay formación de vapores clorhídricos nocivos.</p> <p>La salpicadura en la piel provoca quemaduras y ampollas superficiales sin gran peligro.</p> <p>La salpicadura en ojos es peligrosa ya que, en efecto prolongado causa daños.</p> <p>Provoca lesiones en caso de absorción por la boca.</p>  |  |
|--|--|
| <b>PRECAUCIONES DE EMPLEO</b>  |  |
| <b>MANIPULACIÓN</b>  | <b>ALMACENAMIENTO</b>  |
| <p>Guantes y ropa de protección (buzo)</p> <p>Gafas de protección</p> <p>Buzo</p>  | <p>El cloruro férrico no se descompone por debajo de 70°</p> <p>Puesto que el producto es corrosivo, hay que utilizar los aceros ebonitados, los poliésteres estratificados, los policloruros de vinilo zunchados.</p> |
| <b>MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE</b>  |  |
| <p>En caso de salpicadura sobre la piel: Lavar las zonas alcanzadas con agua abundante durante algunos minutos.</p> <p>En el caso de salpicadura a los ojos: Lavarlos con agua abundante y neutralizar con agua bicarbonatada. Consulta forzosa al oculista.</p> <p>En caso de absorción por la boca, absorber agua bicarbonatada y avisar inmediatamente al médico.</p> |  |
| <b>CONDICIONES DE EMPLEO</b>   |  |
| <p>A temperatura elevada, el cloruro férrico deja evaporar su agua y hay formación de vapores clorhídricos. Utilizar la solución acuosa entre -50 y +70° C</p>   |  |

#### 4.11.- RIESGOS DE SALUBRIDAD Y MEDIDAS A TOMAR



En cualquier instalación de trabajo existe el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Las edificaciones a las que les sea de aplicación el Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006), incluidas sus instalaciones, han de satisfacer los requisitos básicos de:

- Seguridad estructural.
- Seguridad en caso de incendio.
- Seguridad de utilización y accesibilidad.
- Salubridad. Higiene, salud y protección del medio ambiente.
- Protección frente al ruido.
- Ahorro de energía.

Siguiendo las indicaciones del artículo 13 del Código Técnico de la Edificación, para mantener las condiciones de salubridad los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes:

- El Documento Básico DB-HS Salubridad

Especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad.

- Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad.

Se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

- Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos.

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.



- Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior.

Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá con carácter general por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, y de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

- Exigencia básica HS 4: Suministro de agua.

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

- Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas.

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

Se tendrá especial precaución en las zonas de las instalaciones de Canal de Isabel II que puedan producir gases o sustancias peligrosas para la salud. Según la instalación que se trate, se deben diseñar en el proyecto (EDAR), detectores atmosféricos de sulfuro de hidrógeno en salas de secado, depósitos de homogenización, desbaste, decantadores cerrados, etc.



También se cumplirán los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, contemplados en el Real Decreto 865/2003, previa autorización de puesta en servicio o explotación del órgano competente de la administración. Este Real Decreto establece que las torres de refrigeración, condensadores evaporativos y sistemas análogos, estarán ubicados de tal manera que el riesgo de exposición de las personas a aerosoles sea mínimo. A este efecto, se ubicarán alejados de las zonas de paso de personas y de las tomas de aire acondicionado o de ventilación. Los equipos y aparatos serán fácilmente accesibles para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras. Tendrán superficies interiores lisas y sin obstáculos que dificulten su limpieza. Además, deberán disponer de accesos al material de relleno para su limpieza.

El diseño de los depósitos de las instalaciones de agua sanitaria facilitará su vaciado y limpieza, estando protegidos de la radiación solar.

También, y tal y como se indica en el Real Decreto 486/1997 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la iluminación en las áreas de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

Según la norma UNE 12464-1 de iluminación de los lugares de trabajo en interior, se recomiendan las especificaciones respecto al confort visual y el rendimiento de colores.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo estarán definidos en función de las exigencias visuales de las zonas de trabajo, siendo:

- En bajas exigencias visuales el nivel mínimo de iluminación será de 100 lux.
- En exigencias visuales moderadas el nivel mínimo de iluminación será de 200 lux.
- En exigencias visuales altas el nivel mínimo de iluminación será de 500 lux.
- En exigencias visuales muy altas el nivel mínimo de iluminación será de 1.000 lux.
- En áreas o locales de uso ocasional el nivel mínimo de iluminación será de 50 lux.
- En áreas o locales de uso habitual el nivel mínimo de iluminación será de 100 lux.
- En vías de circulación de uso ocasional el nivel mínimo de iluminación será de 25 lux.
- En vías de circulación de uso habitual el nivel mínimo de iluminación será de 25 lux.

El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice, que en el caso de zonas de uso general será a 85 cm del suelo y, en el de las vías de circulación, será a nivel de suelo. Estos niveles mínimos de iluminación deberán duplicarse cuando existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes, o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

Las luminarias, ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación estarán ubicadas de forma que se pueda realizar de forma segura las operaciones de mantenimiento, reparación, limpieza, abertura, cierre o ajuste. Cuando la altura sea superior a 4 m. de alto, se habilitará un acceso seguro o, en su defecto, se instalarán anclajes adecuados para la utilización de escaleras de mano, siempre y cuando no se puedan utilizar plataformas elevadoras, cestas, góndolas u otros equipos que faciliten el acceso.

En las instalaciones que a continuación se indican, se ha de dotar de los servicios higiénicos, locales de descanso y de primeros auxilios citados, los cuales se ajustarán a lo dispuesto en la norma:



|                         | Agua para consumo humano | Vestuarios y duchas | Lavabos y retretes | Comedor | Local de Primeros Auxilios |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|---------|----------------------------|
| ETAP                    | Sí                       | Sí                  | Sí                 | Sí      | Sí                         |
| EDAR                    | Sí                       | Sí *                | Sí                 | Sí*     | Sí*                        |
| EBAR                    | Sí                       | No                  | Sí **              | No      | No                         |
| Depósitos               | Sí                       | No                  | No                 | No      | No                         |
| Elevadoras              | Sí                       | No                  | Sí *               | No      | No                         |
| Centros de trabajo      | Sí                       | Sí                  | Sí                 | Sí      | Sí                         |
| Estaciones de reclusión | Sí                       | No                  | No                 | No      | No                         |

\* Centros con personal fijo.

\*\* Recomendable.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud, y en condiciones ergonómicas aceptables. Se prestará especial atención a la altura desde el piso hasta el techo, que deberá ser superior a 2,5 m.

Los lugares de trabajo dispondrán de la señalización de seguridad y salud en forma de panel realizado en material resistente a ambientes agresivos (polipropileno o similar) y que a continuación se indica:

- Señalización de advertencia de los riesgos derivados de las construcciones, equipos e instalaciones.
- Señalización de las salidas y salidas de emergencia, así como las vías de evacuación.
- Locales de primeros auxilios, vestuarios y aseos.

Las ventanas o aberturas que pudieran provocar reflejos o deslumbramientos en los puestos de trabajo, dispondrán de una cobertura adecuada y regulable que permita atenuar la luz del día que ilumine el puesto de trabajo.

En el diseño de las instalaciones, se tendrá en cuenta los equipos que generen un ruido molesto, para que no se ubiquen junto a los puestos de trabajo con pantallas de visualización de datos.

Las conexiones y cableado de las pantallas de visualización de datos a instalar, estarán distribuidos de manera que no interfieran zonas de paso y no supongan un obstáculo.

Los centros de control de las elevadoras y bombeos dispondrán de al menos una mesa y una silla. Riesgos de exceso de ruidos en las instalaciones y medidas a tomar

Existen zonas dentro de las instalaciones de Canal de Isabel II donde los niveles sonoros son excesivos y precisan de una serie de medidas de protección para evitar daños a la salud del personal de mantenimiento. Se trata, principalmente entre otras, de salas de bombas de aire o soplantes necesarias para los equipos desarenado y desengrasado, tratamiento biológico, equipos electromecánicos de cogeneración, motores de grandes bombeos, motogeneradores y compresores.

Tal y como se contempla en el artículo 14 del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006), el objetivo de este requisito básico, protección frente al ruido, consiste en limitar dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico DB HR Protección frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.



Siguiendo las indicaciones del Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, los equipos de trabajo nuevos que emitan niveles de ruido elevados (centrífugas, motores, compresores, moto generadores, etc.) se instalarán, preferentemente, en recintos aislados.

En caso de tener que ubicarlos en zonas donde se desarrollen otras actividades, siempre que sea viable, se deberán apantallar o encapsular. Los centros de control de motores y salas de control se mantendrán en recinto aparte del local con riesgo de ruido, debidamente aislado del ruido.

Los equipos de trabajo generadores de ruido y vibraciones se instalarán sobre bancadas debidamente amortiguadas, para evitar que las vibraciones que generen se propaguen al resto del edificio.

En la documentación técnica de los equipos de trabajo generadores de ruido y vibraciones, se especificará los niveles de ruido y vibraciones que emiten.

En los locales donde los niveles de ruido sean elevados debido a los equipos allí instalados, se señalará el uso obligatorio de protección auditiva, que estará ubicada en las áreas previas al acceso de la zona con elevado ruido.

#### **4.12.- RIESGOS DE EXCESO DE RUIDOS EN LAS INSTALACIONES Y MEDIDAS A TOMAR**

Existen zonas dentro de las instalaciones de Canal de Isabel II donde los niveles sonoros son excesivos y precisan de una serie de medidas de protección para evitar daños a la salud del personal de mantenimiento. Se trata, principalmente entre otras, de salas de bombas de aire o soplantes necesarias para los equipos desarenado y desengrasado, tratamiento biológico, equipos electromecánicos de cogeneración, motores de grandes bombeos, motogeneradores y compresores.

Tal y como se contempla en el artículo 14 del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006), el objetivo de este requisito básico, protección frente al ruido, consiste en limitar dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos



tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico DB HR Protección frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

Siguiendo las indicaciones del Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, los equipos de trabajo nuevos que emitan niveles de ruido elevados (centrífugas, motores, compresores, moto generadores, etc.) se instalarán, preferentemente, en recintos aislados. En caso de tener que ubicarlos en zonas donde se desarrollen otras actividades, siempre que sea viable, se deberán apantallar o encapsular. Los centros de control de motores y salas de control se mantendrán en recinto aparte del local con riesgo de ruido, debidamente aislado del ruido.

Los equipos de trabajo generadores de ruido y vibraciones se instalarán sobre bancadas debidamente amortiguadas, para evitar que las vibraciones que generen se propaguen al resto del edificio.

En la documentación técnica de los equipos de trabajo generadores de ruido y vibraciones, se especificará los niveles de ruido y vibraciones que emiten.

En los locales donde los niveles de ruido sean elevados debido a los equipos allí instalados, se señalizará el uso obligatorio de protección auditiva, que estará ubicada en las áreas previas al acceso de la zona con elevado ruido.

#### **4.13.- RIESGOS DE PRESENCIA DE PERSONAL AJENO A LAS INSTALACIONES Y MEDIDAS PARA EVITARLOS**

La presencia de grupos de visitas en instalaciones de Canal de Isabel II es un factor de riesgo adicional, ya que se trata de grupos de personas que no tienen conciencia de los riesgos de la instalación.

Se debe establecer un límite mínimo de edad para el acceso a las instalaciones, organizar grupos pequeños y controlables, realizar un circuito predeterminado, no acercarse a

maquinaria en movimiento y en ningún caso entrar en recintos catalogados con riesgo biológico.

## **5.- CONSIDERACIONES PARTICULARES**

### **5.1.- CONSIDERACIONES NECESARIAS RESPECTO A LA ADECUACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO**

Se deberán emitir certificados de adecuación con lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, modificado por el Real Decreto 2177/2004, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, por equipos o conjunto de equipos que formen parte de un mismo proceso.

Estos certificados serán entregados tras ser los equipos de trabajo sometidos a las condiciones normales de operación, orden de marcha y maniobra, además de examinarse los elementos susceptibles de producir daño, y los elementos de seguridad, regulación y control de los mismos.

Éstos se adjuntarán como parte de la documentación a aportar por el contratista previamente a la recepción de las obras.

Esta inspección será necesariamente realizada por un técnico competente o en su defecto por un Organismo de Control Autorizado.

En el presupuesto de Medidas de Prevención y Seguridad en las Instalaciones tras la finalización de los obras se incluirán las unidades correspondientes de Certificados de Adecuación de equipos al RD 1215/1997:

### **5.2.- CONSIDERACIONES PARTICULARES**

Las principales instalaciones que quedarán encomendadas a Canal de Isabel II una vez finalizadas las obras del presente proyecto constructivo serán, el aliviadero ubicado junto al arroyo de La Poveda, los pozos de registro y el colector no visitable junto con los ramales de conexión.

Los riesgos más importantes que se pueden encontrar en este tipo de instalaciones son los riesgos por caídas a distinto nivel y los riesgos por trabajos en espacios confinados. Las



medidas que se han tomado a nivel proyecto para reducir estos riesgos se indican a continuación:

- En los pozos de registro que tengan una profundidad mayor de 2 metros se instalarán plataformas intermedias de forma que se reduzca la distancia de caída libre. Estas plataformas serán metálicas tipo tramex.
- En aquellas arquetas que dispongan de espacio suficiente y una profundidad mayor a 3 metros se instalarán protecciones circundantes. En concreto, el aliviadero con más de 3 metros de profundidad estará dotado de esta protección.
- En los pozos de registro de la red actual, a los que se conectará el nuevo emisario, se ha previsto la construcción de arquetas de conexión. Estas arquetas de mayor tamaño se construirán "envolviendo" a los pozos existentes facilitando tanto la fase de obra como las posteriores tareas de mantenimiento en estos puntos.

En cuanto a los espacios confinados, tendremos espacios de categoría 1º y 2º. Para reducir los riesgos se han diseñado de forma que el acceso a los pozos, arquetas o aliviadero sea de la forma más segura y sencilla posible.

Así se facilitarán la aplicación de las medidas preventivas necesarias para trabajar en espacio confinados como pueden ser la ventilación, la utilización de equipos de rescate, equipos de ventilación asistida...

## 6.- EQUIPO DE PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES

Del análisis previo de los riesgos laborales en las instalaciones de Canal de Isabel II, se desprende que existe una serie de ellos que no se pueden resolver de manera perfecta con la instalación de las protecciones colectivas (barandillas, señalización, etc.) ya que se trata de riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores en la instalación.

Siguiendo las indicaciones del Real Decreto 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo, se tendrá en cuenta que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores deben ser adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.

Los equipos de trabajo:

- Estarán ubicados en un entorno de trabajo adecuado y no peligroso.



- Deberán disponer de órganos de accionamiento fácilmente accesibles, visibles, identificados, sin riesgo de manipulación involuntaria y fuera de zona peligrosa.
- Deberán disponer de parada y puesta en marcha, con prioridad de la parada sobre la puesta en marcha. La puesta en marcha después de una parada del equipo no se deberá producir de manera intempestiva (rearme manual).
- Deberán disponer de parada de emergencia claramente identificada, de color rojo, con enclavamiento mecánico y rearme manual. No requiere si el equipo carece de elementos móviles o el riesgo de lesión es despreciable o son accionados directamente por la fuerza humana.
- Estarán protegidos contra el riesgo de caída o proyección de objetos (virutas, productos incandescentes, fluidos de corte, partículas abrasivas, elementos móviles, contrapesos, etc.)
- Deberán disponer de dispositivos de seguridad que impidan o reduzcan las emisiones de gases, vapores, líquidos o polvo peligrosos, mediante sistemas de captación o extracción, envoltorios, etc.
- Deberán disponer de medios de acceso, plataformas y barandillas que protejan al operario contra el riesgo de caída en altura.
- Deberán disponer de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan al operario contra el riesgo de estallido o rotura de los elementos, ya sea por un fallo en los anclajes, exceso de velocidad, presión, golpes de ariete, envejecimiento, etc.
- Deberán disponer de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan al operario contra el riesgo de golpes y/o atropamientos producidos por elementos móviles.
- Deberán disponer de iluminación adecuada.
- Deberán disponer de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan los puntos o superficies a elevada temperatura con acceso por parte de los operarios.
- Deberán disponer de dispositivos de alarma ante una situación peligrosa si procede.
- Deberán disponer de interruptores o seccionadores con enclavamiento mecánico cuando el dispositivo de corte no quede accesible para la persona que realiza las operaciones sobre el equipo de trabajo.
- Estarán protegidos contra las condiciones ambientales agresivas, ya sea a intemperie o en recintos mojados, húmedos o con altos niveles de corrosión.
- Deberán disponer de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan al operario contra el riesgo de incendio y/o explosión.
- Estarán protegidos contra los contactos eléctricos directos, por lo que los mandos, cuadros, conexiones y conductores de la instalación eléctrica deberán estar correctamente aislados (IP adecuado) o, en su defecto, alejados o con obstáculos que impidan el contacto accidental.
- Estarán protegidos contra los contactos eléctricos indirectos, ya sea mediante empleo de pequeñas tensiones de seguridad, separación entre partes activas y masas mediante aislamientos, recubrimiento de las masas, puesta a tierra o neutro y protección diferencial adecuada.
- Deberán disponer de los resguardos que protejan o minimicen la exposición a niveles de ruido, vibraciones o radiaciones peligrosas.



Los equipos de trabajo dispondrán de marcado CE y declaración de conformidad, cumpliendo cuantas disposiciones legales o reglamentarias les sea de aplicación.

Los equipos dispondrán del manual de instrucciones en español para su uso y mantenimiento en condiciones de seguridad.

También dispondrán de accesos seguros habilitados, de manera que se pueda realizar de forma segura las operaciones de mantenimiento, reparación, limpieza, abertura, cierre o ajuste de los mismos (motores, válvulas, equipos de medida, etc.).

Se prestará especial atención a los puentes grúa ubicados a una altura superior a 3,5 m., los cuales dispondrán de escalas y plataformas de acceso que hagan innecesario la utilización de escaleras de mano.

También se tendrán en cuenta las indicaciones del Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores. Las indicaciones más importantes que afectan a los trabajadores son:

- Se deberán diseñar los puestos de manera que se adopten las medidas técnicas necesarias (automatización o mecanización de los procesos) para evitar la manipulación manual de las cargas, en especial mediante la utilización de equipos para que el manejo mecánico de las mismas, sea de forma automática o controlada por el trabajador.
- En los lugares de trabajo se instalarán equipos mecánicos (puentes grúa, polipastos, trócolas, etc.) que faciliten el mantenimiento y reparación de los equipos pesados instalados, donde no es viable la utilización de plumas, transpaletas, carretillas o grúas de taller; al objeto de evitar la manipulación manual de cargas por parte de los trabajadores y minimizar el riesgo de lesión dorso lumbar.
- En la medida de lo posible, los equipos mecánicos para el izado de cargas de cargas tendrán un accionamiento eléctrico, especialmente cuando se prevea una manipulación frecuente.
- Los equipos mecánicos para el izado de cargas (o el rail por el que discurra éste), se deberán poder ubicar en la vertical del o los equipos objeto de los trabajos.
- Si fuera preciso, se dotará de un muelle de carga que impida que las cargas izadas sean desplazadas manualmente.
- En los equipos de trabajo que se disponga de tolvas para descarga manual, como es el caso de las cubas de mezcla de polielectrolito, el llenado de las mismas se debería poder realizar fácilmente desde el suelo. Si fuera necesario se montaría una pequeña escalerilla para facilitar el acceso en condiciones de seguridad.
- Las tapas de registro que los operarios deban abrir para acceder a galerías, pozos, cámaras de válvulas y otros registros con equipos en su interior, en la medida de lo posible, deberán estar fabricadas con materiales lo más livianos y resistentes

posible. Las tapas dispondrán de un punto de agarre que facilite su izado con la ayuda de equipos de trabajo específicos.

- Cuando la apertura del registro se deba hacer manualmente, la tapa dispondrá preferentemente de bisagras y asas en el extremo opuesto que faciliten las operaciones, diseñándose de tal manera que no se puedan soltar y golpear al trabajador una vez abiertas.
- En la medida de lo posible, se evitará el montaje de tapas de registro de hormigón de apertura manual.

Del estudio del funcionamiento de las instalaciones de Canal de Isabel II se desprende que son necesarias como mínimo las siguientes protecciones individuales:

- Botas aislantes de la electricidad con suela antideslizante.
- Botas de seguridad con plantilla y puntera reforzada con suela antideslizante.
- Casco de seguridad, con protección auditiva.
- Casco de seguridad, riesgo eléctrico.
- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Cinturón portaherramientas.
- Faja de protección contra los sobre esfuerzos.
- Mascarilla o adaptador facial con filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.
- Equipo autónomo de respiración.
- Equipo detector de gases.
- Gafas de seguridad contra proyecciones e impactos. Serán estancas.
- Ropa de trabajo incluyendo chaquetilla y pantalón de algodón.
- Impermeables y/o chubasqueros.
- Zapatos de seguridad antideslizantes.

Guantes de látex, guantes antitérmicos, de neopreno de nitrilo y de resistencia química.

## **7.- PLAN DE EMERGENCIA EN UNA INSTALACIÓN**

El artículo 20 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales obliga a Canal de Isabel II a analizar las posibles situaciones de emergencia y a la adopción de las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, incendios y evacuación de los trabajadores. Será de aplicación toda la normativa existente sobre incendios y, en algunos casos, el Real Decreto 1254/1999 sobre accidentes graves.

Antes del comienzo de la explotación de las instalaciones y previo a la señalización de todos aquellos lugares o equipos que lo requieran por su peligrosidad, se redactará y aprobará un plan de emergencia interior que constará como mínimo de los siguientes componentes:



- Análisis y cuantificación de los accidentes más probables. Para ello se nombrará un responsable en la instalación de Canal de Isabel II.
- Nivel de emergencia
- Procedimientos de actuación, incluyendo controles periódicos de las condiciones de trabajo y del cumplimiento de la normativa aplicable.
- Dirección y organización de la emergencia y cadena de mando en función del periodo horario considerado.
- Aviso de comunicaciones.
- Interfase con el plan de emergencia exterior.
- Evacuación y puntos de reunión.
- Fin de la emergencia.
- Inventario de medios disponibles.

Mantenimiento de la operatividad: formación, prácticas, simulacros, etc

## **ANEJO N°15. SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA PARA INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II**

## ÍNDICE

### ANEJO Nº15. SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA PARA INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II

|  |    |
|--|----|
| 1.- OBJETIVO.....  | 1  |
| 2.- UTILIZACIÓN DE LOGOTIPOS Y REPRODUCCIÓN CROMÁTICA.....         | 1  |
| 3.- MATERIALES, ACABADOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS.....             | 3  |
| 3.1.- BANDEJAS.....  | 3  |
| 3.2.- SOPORTES.....  | 3  |
| 4.- DESCRIPCIÓN Y TIPO DE SEÑALES.....                             | 5  |
| 4.1.- SEÑALIZACIÓN EN LA ENTRADA PRINCIPAL DE LA INSTALACIÓN.....  | 5  |
| 4.2.- SEÑALIZACIÓN PARA EL INTERIOR DE RECINTOS.....               | 7  |
| 4.3.- RÓTULOS Y PICTOGRAMAS PARA SEÑALIZACIÓN DE DEPENDENCIAS..... | 11 |
| 4.4.- CARTEL DE OBRA.....  | 15 |
| 5.- CATÁLOGO DE SEÑALIZACIÓN DE INSTALACIONES.....                 | 16 |
| 6.- ADAPTACIÓN DE ELEMENTOS CORPORATIVOS.....                      | 17 |



## 1.- OBJETIVO

En el presente anejo se incluye la señalética a disponer en instalaciones proyectadas por Canal de Isabel II. a fecha de redacción de proyecto.

En fase de construcción será de aplicación la señalización corporativa vigente en el momento de ejecución de las obras, en el caso de que esta cambie.

Este anejo recoge las normas básicas de configuración gráfica y cromática de los elementos de identidad visual de Canal de Isabel II Gestión, SA. Se consideran elementos base de identidad el símbolo, el logotipo, la marca, los colores y la tipografía.

Así, en este anejo se describe la señalización a colocar en las instalaciones de Canal de Isabel II tanto la ubicada en el exterior de la instalación como en el interior de la misma ya sea de señalización de áreas, procesos, edificios y paneles direccionales o rótulos y pictogramas para señalización de dependencias en el interior de edificios o de seguridad.

Se incluye además descripción de la marca Canal de Isabel II Gestión, S.A., con sus correspondientes elementos base de identidad, que se aplicará en cartelera de obra.

Los requisitos a cumplir por la señalización que se describen brevemente en este anejo están recogidos en el "Manual de señalización corporativa de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.) para Dirección de Obra" del Canal de Isabel II Gestión, S.A.

## 2.- UTILIZACIÓN DE LOGOTIPOS Y REPRODUCCIÓN CROMÁTICA

Se han definido los logotipos a utilizar en función de la ubicación de panel señalizador así como los colores (azul, turquesa, verde, blanco, violeta y gris) con sus respectivos Pantone, para vinilos y pinturas, y la tipografía a utilizar (Linotype Veto Regular):

| 1. Tintas<br>Sistemas de impresión tradicional |                                     | 2. Vinilos y pinturas<br>Para aplicación en señalización, vehículos, etc. |   |  | 3. Colores digitales<br>Medios digitales y audiovisuales<br>(Internet, ofimática, etc.) |                              |                           |         |
|--|-------------------------------------|---|---|--|---|------------------------------|---------------------------|---------|
| Pantone +<br>3115 C                            | Cuatricromía                        | Vinilo opaco  |   | Pintura                                    | RGB   | HSB                          | LAB                       | WEB     |
|  | C: 75%<br>M: 0%<br>Y: 11%<br>K: 0%  | Avery: 832<br>3M: 100-453   |   | NCS S<br>1050-B<br>RAL 5018                | R: 0<br>G: 193<br>B: 213  | H: 186°<br>S: 100%<br>B: 84% | L: 71<br>A: -36<br>B: -22 | #00C1D5 |
| Pantone +<br>3005 C                            | Cuatricromía                        | Vinilo opaco  | Vinilo translúcido                          | Pintura                                    | RGB   | HSB                          | LAB                       | WEB     |
|  | C: 100%<br>M: 30%<br>Y: 0%<br>K: 0% | Avery: 809<br>3M: 100-57  | Avery: 5581 QM<br>3M: 3630-127              | Akzo Nobel<br>Sikkens<br>4700S<br>RAL 5015 | R: 0<br>G: 132<br>B: 201  | H: 201°<br>S: 100%<br>B: 79% | L: 52<br>A: -11<br>B: -45 | #0084C9 |
| Pantone +<br>5435 C                            | Cuatricromía                        | Vinilo opaco  |   | Pintura                                    | RGB   | HSB                          | LAB                       | WEB     |
|  | C: 25%<br>M: 5%<br>Y: 0%<br>K: 9%   | 3M: 100-726   |   | NCS S<br>4020-B<br>RAL 9006                | R: 166<br>G: 187<br>B: 200  | H: 203°<br>S: 17%<br>B: 78%  | L: 75<br>A: -5<br>B: 9    | #A5B8C8 |
| Pantone +<br>2577 C                            | Cuatricromía                        | Vinilo opaco  |   | Pintura                                    | RGB   | HSB                          | LAB                       | WEB     |
|  | C: 35%<br>M: 58%<br>Y: 0%<br>K: 0%  | Avery: 870<br>3M: 100-2412  |   | RAL 4005                                   | R: 167<br>G: 123<br>B: 202  | H: 273°<br>S: 39%<br>B: 79%  | L: 58<br>A: 29<br>B: -35  | #A778CA |
| Pantone +<br>320 C                             | Cuatricromía                        | Vinilo opaco  |   | Pintura                                    | RGB   | HSB                          | LAB                       | WEB     |
|  | C: 100%<br>M: 0%<br>Y: 41%<br>K: 0% | Avery: 842  |   | NCS S<br>2050-BS06<br>RAL 5021             | R: 0<br>G: 156<br>B: 166  | H: 184°<br>S: 100%<br>B: 65% | L: 58<br>A: -33<br>B: -16 | #009CA6 |
| Blanco   | Cuatricromía                        | Vinilo opaco  | Vinilo translúcido                          | Pintura                                    | RGB   | HSB                          | LAB                       | WEB     |
|  | C: 0%<br>M: 0%<br>Y: 0%<br>K: 0%    | Avery: 900<br>3M: 100-10  | Avery: 5500QM<br>Avery Etched<br>Glass Film | RAL 9016                                   | R: 255<br>G: 255<br>B: 255  | H: 0°<br>S: 0%<br>B: 100%    | L: 100<br>A: 0<br>B: 0    | #FFFFFF |

La nueva marca Canal de Isabel II se divide en:

Logotipo: Tiene dos versiones básicas -horizontal y vertical- y varias versiones de adaptación a distintos soportes.

Canal  
de Isabel II

Canal  
de Isabel II



Cromatismo:



Tipografía: La marca está diseñada con una tipografía de reciente creación denominada Sinova (2011). Esta tipografía se utiliza únicamente en la propia marca, estando vigentes para el resto de los usos la Linotype Veto.

### 3.- MATERIALES, ACABADOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

#### 3.1.- BANDEJAS

El cartel señalizador se realizará mediante una sola bandeja de chapa de acero galvanizado de 1,8 mm de espesor, plegada y soldada en sus esquinas para dar mayor rigidez. Se construirán con un refuerzo perimetral formado por la propia chapa con doble pliegue de noventa grados sexagesimales (90°). Dicho refuerzo tendrá un ancho de 25 y 15 mm respectivamente con una tolerancia de 2 milímetros y medio.

Se lacará al poliéster en los colores corporativos. El logotipo y los textos rotulados se realizarán con vinilos precortados. Finalmente se aplicará un recubrimiento con vinilo UV de protección antivandálica a la bandeja

#### 3.2.- SOPORTES

Los soportes de los carteles se fabricarán en tubo galvanizado en caliente con un diámetro exterior de 90 mm, un espesor de 2 mm y longitud variable y lacado en color RAL 9006. El sistema de fijación de los paneles a los soportes será mediante bastidor auxiliar con cruz de refuerzo soldado a los soportes fabricado en el mismo material. En este caso, las placas irían fijadas a este bastidor con tornillería o remaches.

Los soportes se instalarán sujetos al suelo recibidos con hormigón. El extremo correspondiente a la parte empotrada en hormigón irá abierto y dispondrá de patillas soldadas para mejorar la adherencia al hormigón.



Aunque, siempre que sea factible, como norma se fijara la placa a pared.

Señal de exterior de recinto

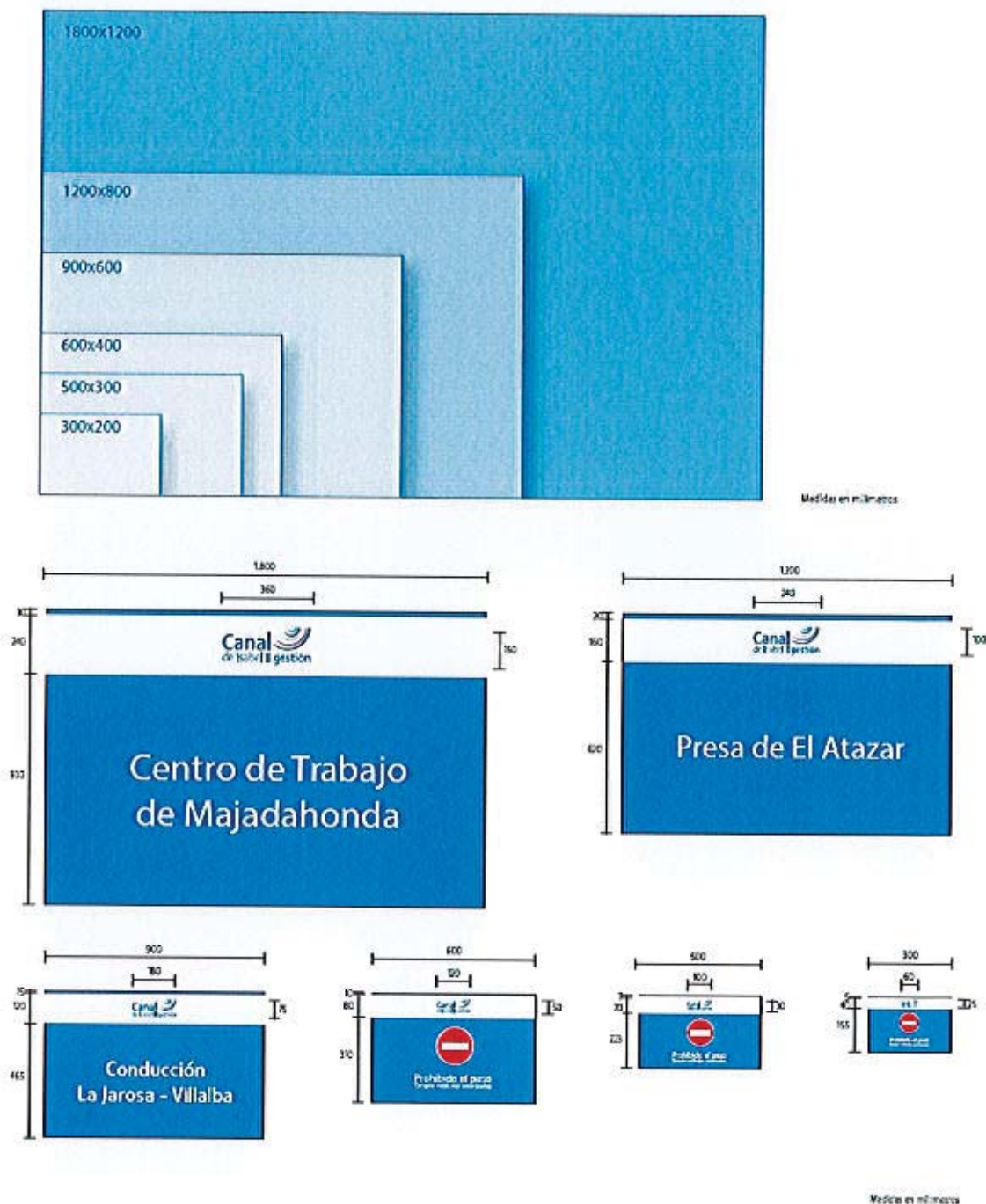


Señal de interior de recinto



#### Señalización. Relación dimensional. Módulos

En este epígrafe se presenta los diferentes formatos proporcionales existentes para los módulos de señalización. Dichos formatos variarán según las necesidades de cada espacio en concreto, siendo los módulos más grandes para los espacios de mayor importancia jerárquica.



#### 4.- DESCRIPCIÓN Y TIPO DE SEÑALES

##### 4.1.- SEÑALIZACIÓN EN LA ENTRADA PRINCIPAL DE LA INSTALACIÓN

La señalización exterior se colocará en la entrada principal de la instalación con la denominación de la misma. Se han definido dos modelos de señal: 1.800x1.200 mm y 1.200x800 mm con soportes de altura sobre el terreno de 2.200 y 1.800 mm (2.700 y 2.150 mm de longitud total) respectivamente. En función de las dimensiones de la instalación o de situaciones excepcionales se optará por el modelo menor.

La señal irá instalada mediante soportes recibidos en hormigón excepto en las que las características del cerramiento impongan la instalación de bandeja fijada a la pared.

En esta señalización se aplicará el logotipo completo positivo sobre fondo blanco y los textos irán rotulados en blanco sobre el color azul corporativo, centrados en la bandeja.



RG



Versión 1. Señal con una línea de texto



Versión 2. Señal con dos líneas de texto



Versión 3. Señal con textos 8 líneas



Medidas en milímetros

## 4.2.- SEÑALIZACIÓN PARA EL INTERIOR DE RECINTOS

La señalización para interior de recintos corresponde a la denominación de áreas, procesos, edificios y señales direccionales.

Para la señalización de áreas, procesos y edificios se han definido tres tipos de señales: 900x600 mm, 600x400 mm y 300x200 mm. En cuanto a las señales direccionales, serán de dos tipos: 1.200x800 mm y 900x600 mm.

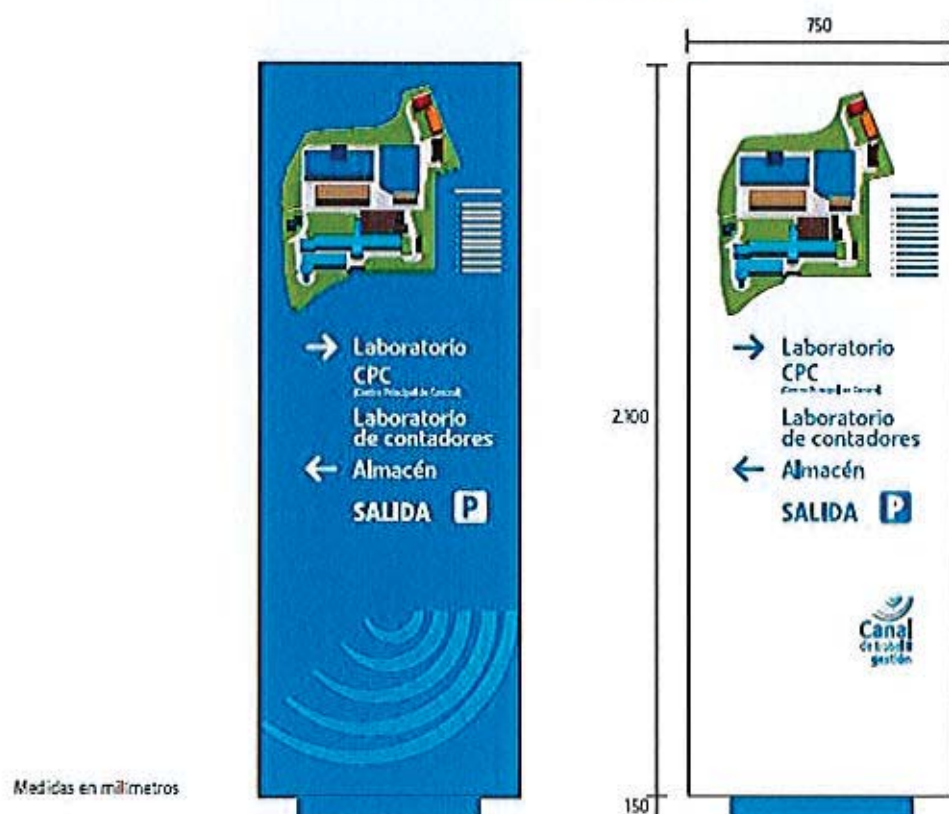
Las señales para el interior de recintos irán instaladas en soportes de 1.600 mm de altura sobre el terreno (1.800 mm de longitud total), salvo la señal direccional de 1.200x800 mm que irá sobre soporte de 1.800 mm sobre el terreno (2.150 mm de longitud total), excepto en las que las características del recinto o edificación impongan la instalación de la bandeja fijada a la pared.

Se aplicará el símbolo sobre color azul corporativo y los textos irán rotulados en blanco sobre color azul corporativo.

## Señalización. Centros de trabajo. Monolitos Cotas

En esta página se muestra los diferentes modelos de monolito corporativo de identificación los centros de trabajo de Canal de Isabel II Gestión, utilizados para indicar las diferentes ubicaciones de los edificios, zonas de aparcamiento, salida, etc. Se dividen en dos grupos: monolitos direccionales, los cuales sirven para indicar la ubicación de un espacio determinado, y monolitos informativos, donde además se incluyen algún tipo de información referente al entorno donde están ubicados.

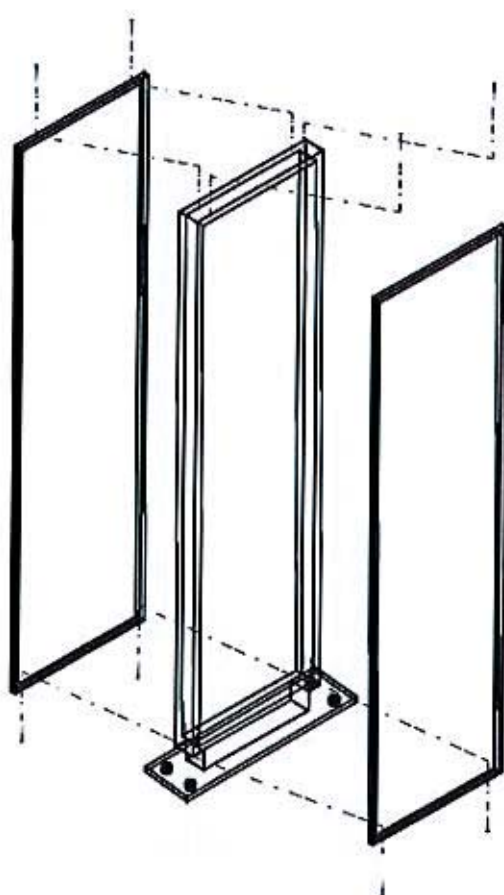
Monolitos Informativos





Monolitos direccionales





fas.

El material que se ha utilizado en la construcción de los paneles que se muestran en la imagen es el que se utilizará en la fabricación de los paneles de los rectos.

Versión 1. Señal de prohibición (Marca situada en la parte superior)



Versión 2. Señal de prevención (Marca situada en la parte inferior)



Versión 3. Señal de prohibición y prevención en combinación con riesgo de erosión orgánica

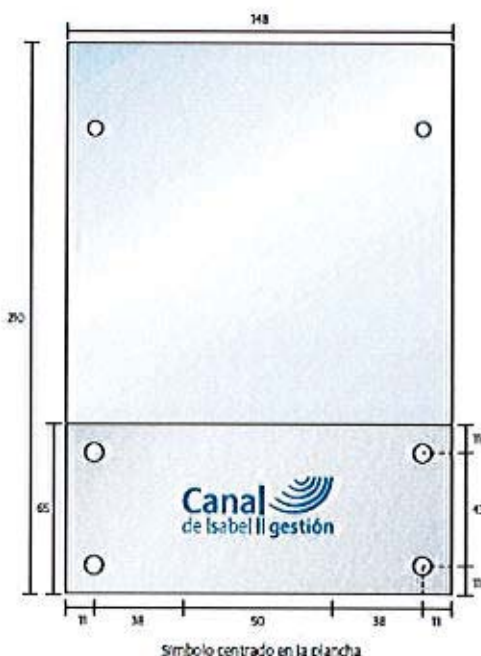
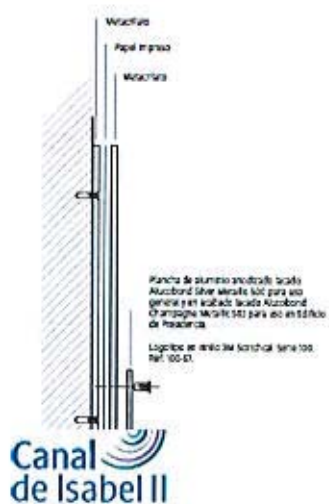
Medidas en milímetros

#### 4.3.- RÓTULOS Y PICTOGRAMAS PARA SEÑALIZACIÓN DE DEPENDENCIAS

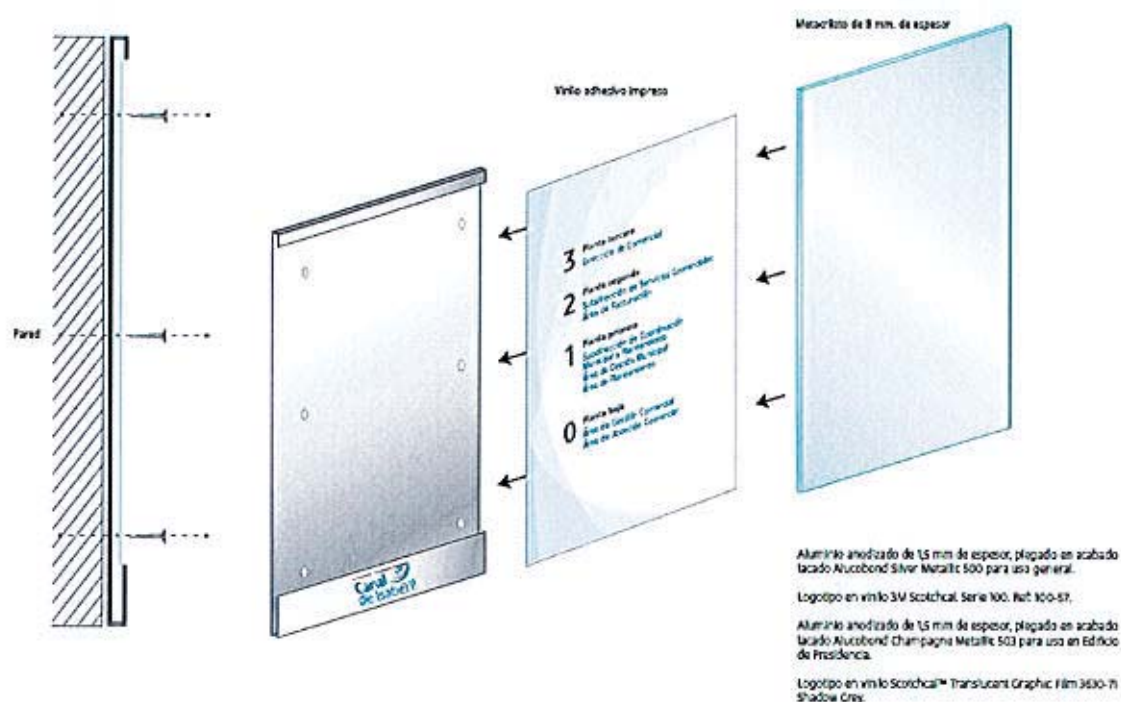
Se han definido los rótulos y pictogramas para la identificación de dependencias en el interior de edificios en dos tamaños: 148x210 mm y 297x210 mm. El portarrótulos identificativo irá instalado a la pared y el tamaño será el adecuado a la visibilidad del mismo según el entorno.

#### Rotulación de despachos y dependencias. Cotas

El modelo de soporte de señalización de despacho, cuyos detalles constructivos se exponen en esta página, se compone de dos placas de metacrilato y de dos planchas de acero, siendo en la frontal en donde se reproduce el símbolo corporativo. Este sistema permite incluir e intercambiar rótulos nominativos impresos por ordenador. Este mismo modelo de soporte, en un formato mayor, se utilizará para identificar los departamentos, áreas o dependencias.







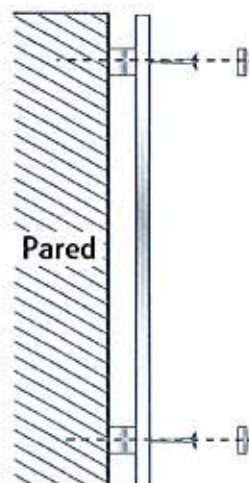
El modelo de soporte de señalización de despacho se compone de dos placas de metacrilato y de dos planchas de acero siendo en la frontal en la que se reproduce el símbolo corporativo mediante serigrafía.

Soporte de despacho y dependencias uso general



Aluminio anodizado de 1,5 mm de espesor, plagado en acabado lacado Alucobond Silver Metallic 500 para uso general.

Logotipo realizado en serigrafía Pantone 3005.



Placa de aluminio anodizado lacado Alucobond Silver Metallic 500 de 4mm (+/- 0,3) de espesor. Laminado con vinilo de color en Pantone 3005.

Tornillería con separadores de metacrilato y embellecedoras en aluminio.

Logotipo realizado en serigrafía Pantone 3005.

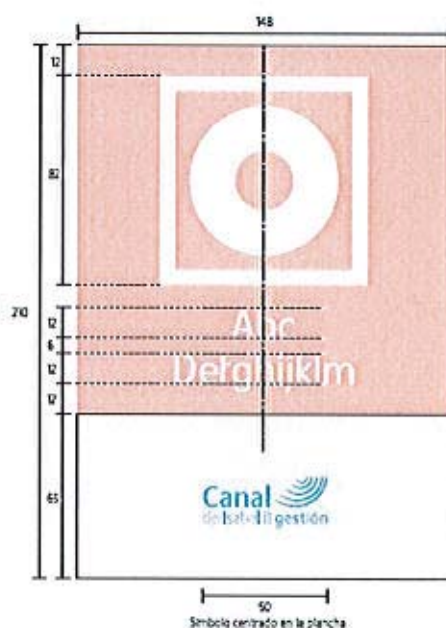
Asimismo, se han definido pictogramas de seguridad:

### Señales de comportamiento y de seguridad

Su codificación cromática se ha establecido en función de las normativas españolas UNE, equivalentes a las normas internacionales ISO.



Pictogramas de información general

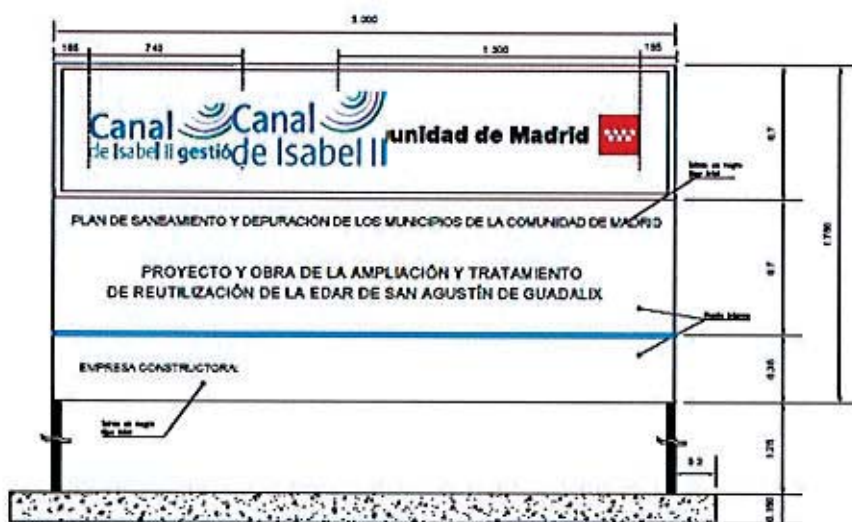


Medidas en milímetros

#### 4.4.- CARTEL DE OBRA

Se ha definido el cartel de obras en un único tamaño: 3.000x1.750 mm. Como regla general, el cartel irá instalado mediante soportes recibidos en hormigón excepto en las que las características del cerramiento impongan la instalación de bandeja fijada a la pared.

Ejemplo de cartel de obra con el logotipo de Canal Gestor y de la Comunidad de Madrid



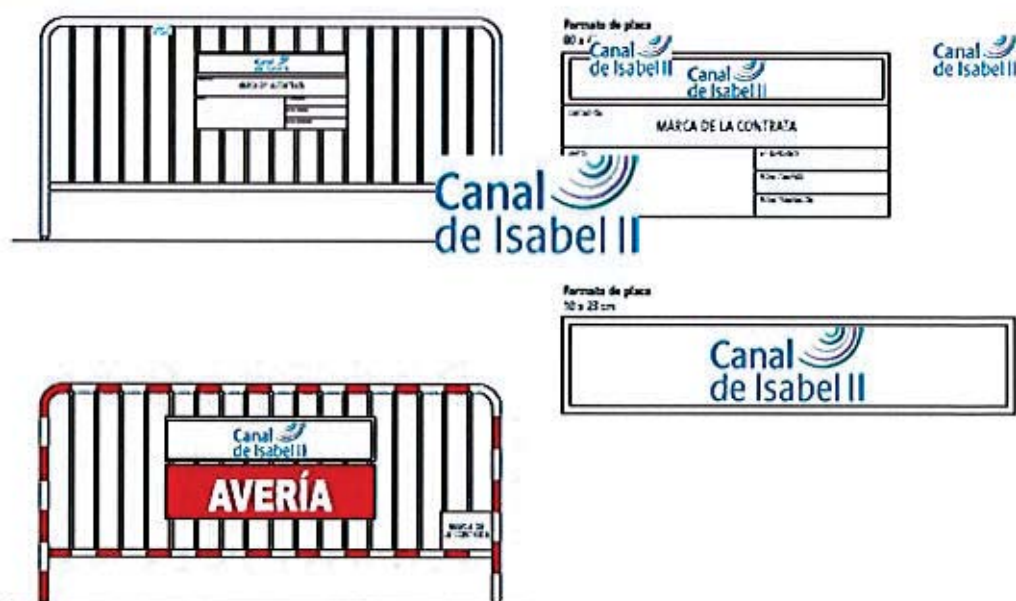
Ejemplo de cartel de obra con el logotipo de Canal Gestión





Según normativas establecidas por el Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid, las vallas utilizadas por las empresas de las contratas de Canal de Isabel II Gestión para acotar el espacio de obra en la vía pública, se identificarán mediante los dos modelos de valla y cinta de balizamiento que se muestran en esta página.

### Vallas de obra



### Cinta de balizamiento



## 5.- CATÁLOGO DE SEÑALIZACIÓN DE INSTALACIONES

En resumen, el tipo de señales a instalar en una instalación de Canal de Isabel II son las siguientes:

Señales para denominación de la instalación:

- 180x120 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 270 cm) o pared.

- 120x80 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 215 cm) o pared.

Señales para **interior de recintos (áreas, procesos y edificios)**:

- 90x60 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 180 cm) o pared.
- 60x40 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 180 cm) o pared.
- 30x20 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 180 cm) o pared.

Señales **direccionales en interior de recintos**:

- 120x80 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 215 cm) o pared.
- 90x60 cm: anclaje sobre suelo (altura de poste de 180 cm) o pared.

Señales para **dependencias en el interior de edificios**:

- 29,7x21 cm: anclaje sobre cristal o pared.
- 14,8x21 cm: anclaje sobre cristal o pared.

## 6.- ADAPTACIÓN DE ELEMENTOS CORPORATIVOS

**Nota:** cualquier propuesta de señalización deberá ser validada por nuestra Área de Imagen y Publicaciones ([imagencorporativa@canalgestion.es](mailto:imagencorporativa@canalgestion.es)) antes de enviar a producción. Así evitaremos las incorrecciones en la aplicación de los Pantones y tipografías.

## ANEJO Nº16. SEGURIDAD Y SALUD



## DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA

## ÍNDICE

### ANEJO Nº16. SEGURIDAD Y SALUD

|  |     |
|--|-----|
| DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA .....  | 2   |
| 1.- MEMORIA .....  | 1   |
| 1.1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....  | 1   |
| 1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS .....   | 1   |
| 1.2.1.- IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y AUTORES .....  | 1   |
| 1.2.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN Y PRESUPUESTO .....   | 1   |
| 1.2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA. ACTUACIONES PREVISTAS .....  | 2   |
| 1.2.4.- NÚMERO DE TRABAJADORES PREVISTOS .....   | 3   |
| 1.3.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS QUE PUEDAN SER EVITADOS Y MEDIDAS TÉCNICAS NECESARIAS PARA ELLO .....                              | 3   |
| 1.4.- UNIDADES DE OBRA, MAQUINARIA, HERAMIENTAS Y EQUIPOS Y MEDIOS AUXILIARES .....  | 4   |
| 1.4.1.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA CADA FASE DE OBRA .....   | 7   |
| 1.4.2.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS Y MEDIOS AUXILIARES .....                                      | 101 |
| 1.4.2.1.- MAQUINARIA .....   | 101 |
| 1.4.2.2.- HERRAMIENTAS .....   | 124 |
| 1.4.3.- MEDIOS AUXILIARES .....  | 152 |
| 1.5.- PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS .....   | 167 |
| 1.6.- INSTALACIONES PARA EL PERSONAL DE OBRA .....   | 169 |
| 1.7.- BOTIQUÍN .....   | 169 |
| 1.8.- ORGANIZACIÓN PREVENTIVA .....  | 171 |
| 1.8.1.- DELEGADOS DE PREVENCIÓN Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD .....  | 171 |
| 1.8.2.- CONTROL SOBRE LOS TRABAJOS DE OBRA: RECURSOS PREVENTIVOS .....   | 172 |
| 1.8.3.- SERVICIO DE PREVENCIÓN .....   | 175 |
| 1.9.- TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES. OPERACIONES QUE PUEDAN DAR LUGAR A PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA ..... | 176 |
| 1.10.- PLAN DE EMERGENCIA .....  | 176 |
| 1.10.1.- DEFINICIÓN DE LAS POSIBLES EMERGENCIAS .....  | 177 |
| 1.10.2.- MEDIDAS A ADOPTAR DURANTE LAS SITUACIONES DE EMERGENCIA .....   | 178 |
| 1.10.3.- PROCESO DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN .....  | 179 |
| 1.10.4.- ORGANIZACIÓN DE RECURSOS EXISTENTES Y FUNCIONES .....   | 180 |
| 1.11.- COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES .....   | 181 |

## **1.- MEMORIA**

### **1.1.- OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Estudio de Seguridad y Salud redactado para esta obra da cumplimiento a las obligaciones establecidas en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, por el que se establecen disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, para la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como las derivadas de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de la obra ya construida.

Servirá para dar las directrices preventivas básicas a la empresa constructora, para que pueda llevar a cabo su Plan de Seguridad y Salud cumpliendo con sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa de acuerdo con el R.D. 1627/1997.

### **1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS**

#### **1.2.1.- IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y AUTORES**

Promotor: Canal de Isabel II Gestión, SA

Emplazamiento: Las obras se ejecutarán en la E.D.A.R. de Meco, provincia de Madrid.

Autor del Estudio de Seguridad y Salud: José Antonio Casella Torres

Autor del proyecto de construcción: José Antonio Casella Torres

#### **1.2.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN Y PRESUPUESTO**

Se establece un plazo de ejecución de las obras definidas en el presente Proyecto de CUATRO (6) meses. Dicho plazo comenzará al día siguiente de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo.



El presupuesto de ejecución material de la obra es de 837.084,87 euros, siendo el presupuesto de ejecución material de seguridad y salud de 12.225,26 euros.

### **1.2.3.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA. ACTUACIONES PREVISTAS**

Las principales actuaciones previstas en el presente proyecto son las necesarias para la ejecución de diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible.

Está previsto el desarrollo de tres tipologías constructivas diferentes:

- Cubiertas verdes o Green Roofs
- Pavimentos
- Zanjas drenantes

#### **Green roofs:**

Los Green roofs se ejecutarán dentro de cubetas de hormigón, de dimensiones interiores 25 x 15 metros, con una losa inferior de 20 cm de espesor. En cada una de las cubetas se colocarán las capas de los diferentes materiales que componen cada una de las 4 secciones tipo estudiadas:

- Cubierta con capa vegetal intensivo
- Cubierta con capa vegetal extensivo
- Cubierta con grava
- Cubierta convencional solada

En los cuatro casos, la recogida de las aguas drenadas y/o de escorrentía (según el caso), se realizará mediante una pendiente superficial o pendiente en capas intermedias, que llevarán el agua hasta una canaleta-sumidero colocada en uno de los lados cortos de la cubeta, con pendiente a dos aguas hacia la arqueta de recogida ubicada en el centro de este lado.

#### **Pavimentos:**

Se han estudiado tres secciones de esta tipología. Se desarrollarán en superficies rectangulares de 15 x 5 m<sup>2</sup>.

Las secciones tipo correspondientes a esta tipología de drenaje sostenible no se van a desarrollar en cubetas de hormigón, únicamente se dispondrán muros de hormigón perimetrales o bordillos delimitadores.

Las secciones tipo son las siguientes:

- Pavimento impermeable
- Pavimento de adoquines de hormigón
- Pavimento de hormigón poroso

#### Zanjas drenantes.

Las zanjas drenantes se dispondrán en superficies de 8 x 3 m<sup>2</sup>.

Se distinguen dos tipos de sección:

- Fondo impermeabilizado con dren
- Fondo permeable

#### **1.2.4.- NÚMERO DE TRABAJADORES PREVISTOS**

Atendiendo al presupuesto del proyecto y al plazo de ejecución de los trabajos, se prevé un máximo de 10 trabajadores de forma simultánea en obra.

#### **1.3.- IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS QUE PUEDAN SER EVITADOS Y MEDIDAS TÉCNICAS NECESARIAS PARA ELLO**

En este trabajo, se considerarán riesgos evitados los siguientes:

- Los derivados de las interferencias de los trabajos a ejecutar, que se eliminarán mediante el estudio preventivo del plan de ejecución de obra.
- Los originados por las máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles, que se eliminarán mediante la exigencia de que todas las máquinas estén completas; con todas sus protecciones.
- Los originados por las máquinas eléctricas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos, que se eliminarán mediante la exigencia de que todas ellas estén dotadas con doble aislamiento, o en su caso, de toma de tierra de sus

carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y red de toma de tierra general eléctrica.

- Los derivados del factor de forma y de ubicación del puesto de trabajo, que se resolverán mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, en combinación con las protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización.
- Los derivados de las máquinas sin mantenimiento preventivo, que se eliminarán mediante el control de sus libros de mantenimiento y revisión de que no falte en ellas, ninguna de sus protecciones específicas y la exigencia en su caso, de poseer el marcado CE.
- Los derivados de los medios auxiliares deteriorados o peligrosos, mediante la exigencia de utilizar medios auxiliares con marcado CE o en su caso, medios auxiliares en buen estado de mantenimiento, montados con todas las protecciones diseñadas por su fabricante.

#### **1.4.- UNIDADES DE OBRA, MAQUINARIA, HERAMIENTAS Y EQUIPOS Y MEDIOS AUXILIARES**

Las actividades consideradas en el proceso constructivo son:

- Emplazamiento de la obra. Actuaciones previas
- Replanteo
- Despeje y desbroce del terreno
- Movimiento de tierras en general
- Tablestacas
- Trabajos de montaje de ferralla y hormigonado
- Extendido de capas granulares y zahorras
- Colocación de láminas sintéticas
- Suministro y extendido de sustratos vegetales
- Solados



- Pavimentación
- Zanjas
- Montaje de tuberías (PVC y polietileno)
- Rellenos
- Instalaciones eléctricas e iluminación
- Montaje de elementos electromecánicos
- Montaje de elementos de acero inoxidable
- Montaje de prefabricados
- Montaje de elementos de materiales plásticos (PRFV, EPDM, etc)
- Cerrajería
- Red de riego
- Albañilería
- Jardinería y plantaciones
- Carga, descarga y elevación de materiales
- Manipulación manual de cargas
- Red de suministro eléctrico
- Plan de circulación de obra
- Señalización
- Instalaciones eléctricas
- Protección contra incendios
- Personal de obra en general
- Visitantes

La maquinaria considerada es:

- Pala mixta

- Máquina de tablestacas
- Compactador de rodillo
- Compactadores manuales
- Camión de riego bituminoso
- Extendedora
- Camión basculante
- Camión grúa
- Hormigonera
- Minidumper
- Camión de transporte
- Zanjadora
- Desbrozadora

Las herramientas y equipos considerados son:

- Máquinas herramientas en general
- Herramientas manuales
- Herramientas de corte
- Martillo neumático
- Martillo picador
- Compresor
- Grupo eléctrico
- Ahoyadora
- Cortadora de pavimento
- Botella oxiacetileno
- Equipo de soldadura oxiacetilénica

- Equipo de soldadura eléctrica
- Pistola de clavos
- Sierra circular de mesa
- Sierra de disco
- Soplete de butano o propano
- Taladradora
- Vibrador

Los medios auxiliares considerados son:

- Andamios borriquetas
- Andamios tubulares metálicos
- Contenedores de escombros
- Encofrados metálicos
- Escalera de mano
- Puntales

#### **1.4.1.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA CADA FASE DE OBRA**

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA. ACTUACIONES PREVIAS</b>      | Revisión: <b>0</b> |

#### **ACTIVIDADES**

Identificar, analizar y evaluar la incidencia de la obra en las propiedades colindantes y en la propia instalación del Canal de Isabel II donde se realizarán las obras, la E.D.A.R. de Meco.



Identificar, analizar y evaluar la incidencia de las posibles interferencias con servicios afectados. Realizado un estudio previo de la zona, los servicios afectados son los siguientes:

- Viales con tráfico de vehículos y personas
- Red de vertido de la E.D.A.R.

Identificar, analizar y evaluar las incidencias climatológicas y las debidas a la naturaleza de los terrenos.

Incidencias en el medio ambiente.

#### MAQUINARIA, EQUIPOS, INSTALACIONES

Señales de tráfico.

Medios auxiliares de sostenimiento, defensa, señalización, cerramiento, vallado, apuntalamiento, etc.

Extintores de incendios, adecuados al tipo de fuego previsible.

#### PERSONAL

Jefe de Obra.

Personal Técnico.

#### PROPIEDADES COLINDANTES Y TERCEROS

Los trabajos se realizan en el interior de las instalaciones de la E.D.A.R. de Meco, propiedad del Canal de Isabel II.

La parcela de la E.D.A.R. se encuentra perfectamente delimitada y con cerramiento en todo su perímetro, por lo que las afecciones con las propiedades colindantes no existen.

El acceso a la zona de los trabajos se realizará a través del acceso existente a la E.D.A.R. Este acceso se encuentra perfectamente señalizado y cerrado para evitar el paso a personal ajeno a las instalaciones y a la zona de obra.

Las obras podrán afectar al personal que trabaja en las instalaciones de la E.D.A.R. de Meco. Para establecer unas normas de seguridad y minimizar las afecciones entre trabajos se tomarán las siguientes medidas:

- Se realizará una reunión de coordinación de actividades empresariales entre el personal de la E.D.A.R. y la empresa contratista encargada de realizar los trabajos. Se definirán de esta forma las posibles interferencias y las soluciones propuestas para evitarlas
- Limpieza de los viales: barro de los camiones o maquinaria, hormigón de posibles vertidos...
- Señalización vial adecuada en el caso de ocupación parcial de los viales de la E.D.A.R.
- Banda de señalización destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, protección con barandillas en caso necesario
- Indicación y limitación en caso necesario de pasos peatonales y de vehículos.
- Valla plástica tipo "masnet" de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

#### NORMAS DE SEGURIDAD. INTERFERENCIA CON VIALES

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por el tráfico de vehículos, recibirán instrucciones sobre las medidas de prevención a adoptar y la conducta a seguir en caso necesario.

Los trayectos de las máquinas y vehículos de la obra, que necesariamente crucen un vial, se establecerán fijando los lugares de paso obligatorio, previamente autorizados por el Canal de Isabel II, los cuales dispondrán de la señalización y protección adecuadas.

Dichos lugares de paso se situarán, siempre que sea posible, en zonas de buena visibilidad, tanto para el usuario del vial como para el personal de la obra.

#### NORMAS DE SEGURIDAD. RED DE VERTIDO DE PVC D250 MM.

Para la ejecución de los trabajos será necesario realizar el desvío de la red de vertido de la E.D.A.R.

Los trabajos consistirán en la retirada de la tubería de PVC de 250 mm existente, así como las arquetas y pozos de la red que se encuentren en la zona de los trabajos.

#### NORMAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A LA NATURALEZA DE LOS TERRENOS

Para eliminar los riesgos de carácter geológico, serán de aplicación las normas particulares derivadas de los informes geológicos específicos de los terrenos donde se va a ejecutar la obra.

#### NORMAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A LA CLIMATOLOGÍA

Cuando las condiciones meteorológicas así lo exijan (viento, tormentas, niebla, etc.) se suspenderán los trabajos.

En determinados casos se adoptarán medidas tales como, circulación de vehículos con luces encendidas.

#### NORMAS DE SEGURIDAD RELATIVAS AL MEDIO AMBIENTE

Con estas normas, se pretende aunar las técnicas de prevención de riesgos laborales con el sentimiento de protección del entorno de la obra, importante para ejecutar las obras previstas sin dañar la naturaleza.

Actuaciones básicas de obligado cumplimiento:

a) Vertidos:

Se prohíbe terminantemente el vertido de sólidos y fluidos contaminantes a la red de saneamiento y a los ríos.

Entre estos productos destacan:

- Productos procedentes de excavaciones y demoliciones.
- Rocas, tierras, lodos, restos de fábrica, hormigón, madera, perfiles metálicos, chatarra, despuntes de armaduras, caucho, materiales plásticos, áridos, productos naturales o sintéticos, prefabricados y vidrios.
- Restos y lavados de plantas o vehículos de transporte de hormigones y asfaltos, productos bituminosos, conglomerantes y aditivos.
- Detergentes y otros productos químicos utilizados en construcción.



- Pinturas, disolventes, aceites.
- Basura:

Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto del Organismo Competente de la Comunidad que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archivo en obra.

b) Acopios:

No se puede permitir el acopio de materiales, áridos, tierras, etc., así como el estacionamiento de máquinas y vehículos en zonas afectadas o adyacentes a ríos, cauces, etc.

Se realizará un plan de acopios, en el que queden bien especificados estos puntos.

c) Polvo:

Estará previsto el riego sistemático para evitar la producción de polvo.

d) Humos:

Se han de tener en cuenta los humos que puedan producirse por escapes de máquinas y vehículos. Es antieconómico retrasar el cambio de filtro y puesta a punto de un vehículo por su pérdida de potencia y aumento de consumo de combustible, circunstancias que aumentan la producción de humos.

e) Ruidos:

Se cuidará que las máquinas de obra productoras de ruido, compresores, grupos electrógenos y tractores mantengan las carcasas atenuantes en su posición.

f) Deslumbramientos:

Aunque no se considere un agente contaminante, la luz intensa y mal orientada puede afectar al usuario de las vías públicas y provocar accidentes de tráfico.

Los focos de alumbrado intenso de obra deben situarse a una altura y posición adecuadas. Su mejor emplazamiento es sobre las torres de elevación hidráulica tipo "Jirafa" con panel de 1,5 Kw que permite iluminar un tajo de movimiento de tierras desde una altura de 8 a 12 metros.

g) Basuras:

La experiencia indica que no es suficiente disponer de un contenedor, tipo bidón con tapa, junto al comedor de obra. Para mantener limpia la obra habrá que disponer varios, en aquellas zonas donde es frecuente encontrar personal que prefiere comer al aire libre.

h) Barro:

En las obras de movimiento de tierras es fácil encontrar barro tras un día de lluvia. Teniendo en cuenta el riesgo de pérdida de control de un vehículo al pasar sobre barro es básica su eliminación, y sobre todo, contemplando la posibilidad de que vehículos de la obra, trasladen en sus neumáticos el barro a los viales públicos. Se adoptarán las medidas oportunas para eliminar este riesgo.

i) Flora y Fauna:

Mentalización a todo el personal de obra de mantener una actitud respetuosa con los animales y plantas del entorno y no dañarlos, ni destruir sus nidos cooperando con los servicios de medio ambiente oficiales.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>REPLANTEO</b>  | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDAD

Trabajos de replanteo de las distintas actuaciones objeto de proyecto:

- Traza de la nueva red de vertido
- Actuaciones para las diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible
- Cualquier otro trabajo que necesite replanteo

## MAQUINARIA, EQUIPO Y MEDIOS AUXILIARES

Vehículos para transporte de personas y equipos.

Equipos topografía.

Cintas métricas, miras, jalones, estacas, etc.

Herramientas manuales.

### PERSONAL

Topógrafos

Auxiliares

### PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad.

Botas con plantilla y puntera reforzada.

Ropa de trabajo.

Chaleco reflectante (en caso necesario).

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Orden y limpieza.

Caminos en buen estado y bien señalizados.

Señalización de líneas eléctricas aéreas, indicando la distancia de seguridad.

Los medios auxiliares, como cintas métricas, miras y jalones, estarán fabricados con materiales dieléctricos, o adecuadamente aislados, cuando la existencia de riesgo eléctrico así lo exija.

### NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Los trabajos de replanteo se efectuarán sin la existencia de obstáculos en la zona correspondiente, a fin de evitar caídas y golpes.

El personal ocupado en esta actividad conocerá el estado físico de la obra en todo momento y permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías, adoptando las precauciones oportunas.

Los trabajos de replanteo preliminar, exigirán que el personal preste especial atención a la posible existencia de reptiles e insectos.



Cuando los trabajos de replanteo preliminar, exijan que el personal ocupe lugares expuestos o se desplacen por lugares peligrosos, se adoptarán las medidas de protección en lo posible el riesgo potencial detectado.

Los trabajos de replanteo que se realicen simultáneamente con otras operaciones de la obra, exigirán que el personal preste especial atención a las posibles interferencias de otras actividades, con el riesgo potencial que éstas entrañan.

En caso de simultaneidad de tales trabajos con cualquier otros, se dispondrá la señalización apropiada en los puntos ocupados por el personal que desarrolle aquéllos, a fin de evitar atropellos por máquinas y vehículos, golpes por caída de materiales, etc. Es conveniente el uso de casco y aconsejable el uso de chalecos reflectantes.

El traslado de los medios auxiliares se realizará adoptando las debidas precauciones para que éstos no se dañen en el transporte y no generen riesgos a las personas.

Se adoptarán las medidas individuales de protección necesarias cuando se claven estacas o clavos mediante mazas o martillos.

Las estacas se señalizarán (plástico de color, pintura, etc.) para evitar caídas y golpes al tropezar con las mismas.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO</b>                     | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Comprende los trabajos necesarios para el acondicionamiento del lugar donde se localizarán las distintas técnicas de drenaje urbano sostenible:

- Extracción de plantas
- Excavación superficial del terreno
- Acopio, carga, transporte y descarga

## MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Pala mixta

Camión volquete.

### PERSONAL

Operadores de maquinaria

Conductor de camión

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos de seguridad.

Mascarillas, para personal expuesto al polvo

Protectores auditivos adecuados, en la zona afectada por ruidos no tolerables.

Ropa de trabajo.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Las zonas de trabajo permanecerán limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Riegos periódicos para eliminar el polvo.

Señalización de accesos y recorrido de maquinaria y vehículos.

Señales de limitación de velocidad y maquinaria pesada en movimiento.

En escombreras se colocarán topes que eviten la caída del camión en la maniobra al borde del talud y durante el vertido.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Preparación de programa de trabajo que evite una excesiva antelación de este tajo sobre los siguientes. Ello evitará que se exponga la superficie descarnada durante mucho tiempo a los agentes meteorológicos, disminuyendo riesgos de desplome, erosión, arrastres, lavados y lodo.

Replanteo de la zona. Se hará un replanteo ajustado de la zona de trabajo, definiendo la superficie a ocupar, delimitando las zonas de acopio y definiendo la circulación interna de los vehículos.

Señalización de seguridad de la zona y área de trabajo. La señalización será acorde a las necesidades de la obra, utilizando los carteles de obligación y advertencia y colocación de un "STOP" en las salidas de la obra a los viales.

Los caminos de servicio y/o acceso estarán suficientemente visibles y protegidos. Se señalarán con alguno de los siguientes elementos en función de necesidades:

Varillas naranjas de PVC en bordes.

Malla naranja, en caso de afectar a taludes, pero con escaso riesgo de caída.

Biondas u otros medios más rígidos, si existen taludes pronunciados en los laterales.

Colocación de malla naranja en zonas afectadas por derribo de árboles o por interferencias con pasos de terceros o carreteras con circulación. En caso de interferir con carreteras, se complementará esta señalización según 8.3.-IC. Ello evitará la entrada incontrolada de trabajadores o terceros a zonas que por desconocimiento puedan acarrearles riesgos. Como poco es un aviso ya importante.

Disponibilidad de dispositivo acústico de marcha atrás en maquinaria O.P.

Riego frecuente de la zona de trabajo si fuera necesario. Con ello se disminuye la generación de polvo que afecte a los trabajadores y personal ajeno a la obra.

Limpieza de los camiones y maquinaria que salga fuera de la zona de obra. A fin de disminuir la generación de polvo y ensuciar lo mínimo posible (tierra, barro, ...), las vías públicas y calzadas.

Acceso de la maquinaria a la zona de obra exclusivamente por las vías destinadas a tal objeto. Las pistas de acceso deberán ser las mínimas, procurando siempre que sea posible, utilizar las existentes o trazarlas sobre las que puedan ser definitivas, como vías de servicio que se consoliden como permanentes. Con esto se limita el número de posibles accesos a terceros y se evita el tener que colocar numerosa señalización.

Actuaciones con Servicios afectados: solicitud de planos de ubicación a compañías afectadas.



### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN MÁS RELEVANTES:

Escasa intromisión de personal ajeno, en la zona de obra. Se debe tener presente que en obras lineales, suele haber un incremento de personal ajeno durante los fines de semana.

Derribo y caída de árboles en zonas delimitadas.

Circulación de terceros fluida y sin problemas.

Señalización de carreteras, acorde a 8.3.-IC.

Se oye el dispositivo acústico marcha atrás de la maquinaria.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>                              | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDADES

Comprende las actuaciones necesarias para la ejecución de:

- Excavación para el desvío de la red de vertido de la E.D.A.R.
- Relleno con tierras
- Transporte, carga, descarga de tierras o vertido en vertedero.
- Cualquier otra actividad que requiera movimiento de tierras

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Pala excavadora mixta

Camiones (volquete, cisterna, etc.).

### PERSONAL

Operadores de maquinaria.

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos, para todas las personas que trabajen o visiten la obra. Uso obligatorio en toda y cada una de las actividades.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos. Manipulación de materiales, cargas, descargas, empleo de martillos rompedores.

Botas de agua, cuando su empleo sea preciso. Trabajo en medios húmedos o con la presencia de agua.

Botas de seguridad. Uso obligatorio en toda y cada una de las actividades.

Mascarillas antipolvo. Ambientes pulvígenos.

Protectores auditivos cuando se esté próximo a fuentes de ruido.

Ropa de trabajo. Todas las actividades. Adecuados al clima.

Chalecos reflectantes.

Cinturón antivibratorio, para atenuar vibraciones.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Vallas de limitación y protección.

Señales de tráfico en número suficiente.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, maquinaria pesada en movimiento.

Cinta de balizamiento.

Detector de líneas eléctricas.

Balizamiento luminoso.

Extintores.

Camión cisterna para riego.

Gálipos de limitación de altura en proximidades de líneas eléctricas.

Señalización luminosa y acústica de la maquinaria. Incluidas, sirenas de marcha atrás.

Protección de los órganos móviles de las máquinas.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Las maniobras de la maquinaria, estarán dirigidas por persona distinta al conductor.

Prohibición total de utilizar la pala de la máquina como medio de transporte y elevación de personas.

No se apilarán materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación

Antes de subir a la máquina se inspeccionará debajo y alrededor de la misma, para comprobar que no hay ningún obstáculo.

Se vigilará atentamente la existencia de líneas eléctricas aéreas, con las que la máquina pudiera entrar en contacto y se observarán las distancias de seguridad: más de 3 m. para líneas de menos de 66.000 voltios y más de 5 m. para líneas de más de 66.000 voltios.

Comunicación con las compañías suministradoras de los posibles servicios afectados.

En caso de que se produjese un contacto con una línea eléctrica, el maquinista permanecerá en la cabina sin tocar ningún elemento metálico hasta tanto no se corte la corriente en aquélla.

Se harán cumplir en cada caso las normas de revisión y mantenimiento propias de cada máquina.

No se realizarán, en excavadoras, movimientos de tiro o empuje sesgados.

Los camiones no se cargarán en exceso, para evitar el derrame y caída del material transportado.

Se eliminarán las piedras y materiales que puedan caer sobre el operador. Asimismo, se adoptarán las oportunas medidas para evitar la caída de árboles sobre aquél.

En caso de que las máquinas se encuentren trabajando en zonas próximas al paso de vehículos, se señalizará convenientemente la zona.

No deberán encontrarse situadas las personas dentro del radio de acción de las excavadoras, ni del resto de la maquinaria.



No se estacionarán máquinas ni vehículos a una distancia inferior a un metro del borde de excavación.

Cuando trabajen las excavadoras, deberán estar detenidas y con los frenos puestos. Tanto las máquinas sobre ruedas como sobre montaje de orugas estarán provistas de estabilizadores.

La excavadora se situará de forma que las ruedas o las cadenas se encuentren a 70º respecto a la superficie de trabajo, siempre que ello sea posible, con objeto de asegurar la estabilidad y el retroceso rápido.

En operaciones con pala frontal sobre masas de cierta altura, se comenzará el ataque sobre las capas superiores.

Nunca se utilizará la cuchara para golpear rocas, especialmente si están parcialmente desprendidas.

El material se cargará sobre los camiones sin que la carga pase por encima de la cabina del camión, ni sobre las personas situadas en las proximidades.

Nunca se excavará por debajo de la máquina.

Las máquinas excavadoras estarán provistas de cabina protegida para el operario.

En los traslados de una máquina (en especial, las excavadoras) por sus propios medios, el equipo estará situado a una altura tal que no pueda producirse el choque con obstáculo, pero también lo suficientemente bajo para actuar como soporte en caso de que ésta corra peligro de vuelco.

En el vertido de tierras sobre taludes, se colocarán durmientes que impidan la aproximación y caída por el talud. Se colocarán señales y las maniobras se dirigirán por un señalista.

Las máquinas dispondrán de señalización luminosa y acústica, incluida sirena de marcha atrás.

Las máquinas se conservarán, mantendrán y utilizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante incluidas en el catálogo de las mismas.

Capítulo: **NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA**

Fecha:

Apartado: TABLESTACAS

Revisión: 0

### ACTIVIDADES

Comprende los trabajos de hincado de tablestacas para la ejecución de las excavaciones de las cámaras de aforo cuya profundidad está prevista en 3 metros.

Las actividades serán:

- Transporte de la maquinaria (carga y descarga)
- Acopio de material en obra
- Desplazamientos en obra y manipulación de la maquinaria
- Manipulación de las tablestacas (izado e hincado de las mismas)

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Camión de transporte.

Grúa

Maquinaria de hinca de tablestacas

### PERSONAL

Operadores de maquinaria.

### PROTECCIONES PERSONALES

Casco

Guantes

Botas de Seguridad

Chaleco reflectante

Protectores auditivos

En caso de desarrollo de polvo o utilización de aire a presión como material limpiador (mascarilla de protección y gafas de protección)

Ropa de trabajo adecuada

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Vallas de limitación y protección.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, maquinaria pesada en movimiento.

Cinta de balizamiento.

Extintores.

Gálibos de limitación de altura en proximidades de líneas eléctricas.

Señalización luminosa y acústica de la maquinaria. Incluidas, sirenas de marcha atrás.

Protección de los órganos móviles de las máquinas.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

#### Transporte de la maquinaria (carga y descarga):

Las máquinas pueden ser propulsadas tanto por orugas como por ruedas de goma, no difiriendo las medidas de seguridad a tomar para un caso y otro.

Se estudiará el recorrido que debe realizar el camión de transporte en función del tipo de máquina y la zona donde deba llegar y realizar los trabajos.

Las operaciones de carga y descarga estarán supervisadas por el maquinista, el cual velará porque se cumplan especialmente los siguientes puntos.

- El personal que no intervenga en los trabajos de carga y descarga de la máquina no circulará por la zona de influencia, para evitar vuelcos, atropellos de la maquinaria.
- En el proceso de carga y descarga se prestará especial atención a las líneas eléctrica aéreas, manteniendo una distancia de seguridad de 5 metros. Para conseguirlo se colocarán obstáculos, que limiten el movimiento de las máquinas, pregalibos, dichos medios de protección correrán por cuenta del cliente, etc.



El transporte de la maquinaria se realizará de la siguiente manera:

- El mástil de giro se dejará bloqueado mediante los sistemas propios de la misma, suplementados con las eslingas de fijación.
- Las eslingas de lona serán revisadas regularmente, siendo cambiadas por otras siempre que estén dañadas en más de un 20% de su superficie o presenten alguna rotura a lo largo de la sección.
- Las metálicas serán sustituidas siempre que presenten algún defecto.
- El traslado del vibro se efectuará independientemente del transporte de la máquina de tablestacas.
- Muy importante! Siempre que se realicen traslados de la máquina tablestacas en góndola, esta tendrá una anchura mínima de 2,70 metros, no pudiendo utilizarse las góndolas extensibles de 2,50 o 2,70 por grave riesgo de vuelco.

#### Acopio de tablestacas en obra:

Las cadenas, cables o eslingas han de estar en perfecto estado

El acceso al camión debe realizarse mediante el uso de una escalera

El ángulo máximo de tiro en la elevación de cargas es de 60º grados. De esta forma, el número y la longitud de las cadenas de tiro irán en función de la longitud de la tablestaca.

Está prohibido permanecer debajo de cargas suspendidas.

El acopio de las tablestacas tanto en la zona de obra como en el camión de transporte se realizará de forma que el apoyo sea uniforme y correctamente asentado mediante tacos de madera que eviten su deformación y vuelco.

#### Desplazamientos y manipulación de la maquinaria:

El acceso y circulación interna de la obra se efectuará por los lugares indicados, respetando el cumplimiento y señalización dispuesta.

Para desplazar el equipo, para subir pendientes, el mástil telescópico deberá encontrarse siempre en posición de transporte.

Antes de comenzar a realizar los trabajos, el maquinista realizará las comprobaciones de seguridad pertinentes.

El desplazamiento de la máquina por el interior de la obra se realizará preferentemente en posición del maquinista mirando en dirección del sentido de la marcha (giro de la cabina), cuando ello no sea posible se ayudará de alguien que le ayudará a completar la maniobra.

La máquina de tablestacas debe situarse y utilizarse sobre un suelo capaz de soportarlas, evitando situaciones que a criterio del maquinista puedan evitar el vuelco, taludes y pendientes pronunciadas.

Únicamente pueden manipular la maquinaria las personas autorizadas explícitamente para ello y que tengan formación adecuada y suficiente.

Se recuerda que está prohibido abandonar la máquina con el motor en marcha.

Se prohíbe realizar labores de mantenimiento, montaje y reparación con el motor de la máquina en marcha.

En el proceso de desplazamiento se prestará especial atención a las líneas eléctricas aéreas manteniendo una distancia de seguridad de 5 metros.

Para preservar dicha distancia de seguridad, se colocarán los pertinentes pregálibos, u obstáculos que limiten el movimiento de la máquina.

#### Manipulación de las tablestacas (izado e hincado de las mismas):

En el hincado de tablestacas existe un riesgo muy grave, el estar realizando hincas de perfiles en el terreno, la máquina puede pinchar líneas eléctricas subterráneas o gaseoductos, es por ello que el cliente debe estar seguro de donde se van a realizar las hincas, mediante las correspondientes cartas eléctricas de la zona, etc.

En caso de producirse un incidente de dichas características, el maquinista no continuará con las labores de hincado, hasta que el cliente no autorice por escrito la continuidad de dichas labores.

Para la realización de estos trabajos será necesaria la ayuda de un operario para la fijación de la cadena de la tablestaca, así como para comprobar con el nivel la perpendicularidad de la tablestaca.

Dicho operario deberá llevar siempre un chaleco reflectante, casco de seguridad, botas de seguridad y guantes como medida de protección individual, así como ropa adecuada. Si el



operario auxiliar es cedido por el cliente, el mismo habrá de proporcionarle los EPI's y deberá estar debidamente formado.

Se realizará un control periódico diario (mañana y tarde) antes de comenzar con los trabajos, de las cadenas de atado a las tablestacas. Esta revisión se realizará por el maquinista, así como por el operario. Ante cualquier anomalía la cadena debe ser cambiada por una nueva.

Las cadenas empleadas para el izado de las tablestacas serán de características y especificaciones determinadas por la empresa responsable, con resistencia suficiente para soportar el peso de la tablestaca.

La distancia de seguridad que el operario debe mantener respecto a la máquina es de 25 metros.

Siempre que el operario deba acercarse a la máquina deberá hacerlo con el consentimiento del maquinista.

El operario debe encontrarse siempre en lugar visible para el maquinista.

Para la hincas de las tablestacas se comprobará la correcta fijación de la mordaza a la misma, teniendo especial cuidado de que durante el apriete la cadena no quede aprisionada entre la tablestaca y la mordaza.

En caso de que la cadena de atado quede atrapada entre la mordaza y la tablestaca, se cambiará inmediatamente por una cadena nueva.

La cadena de sujeción es de uso exclusivo para soporte e izado, no debiéndose tirar de ella para el proceso de deshincado.

No se soltará la mordaza hasta que la tablestaca esté apoyada en el suelo para evitar tirones.

El pasador de fijación de la cadena que sirve de unión "tablestaca – vibro" tendrá las dimensiones adecuadas al agujero de enganche de la tablestaca. Si no es así se desechará la cadena.

Especial atención al material cohesivo adherido a ellas que pueda desprenderse repentinamente, está es la principal razón por la que debe utilizarse casco.

Las máquinas solo pueden trabajar sobre terrenos horizontales y bien compactados debiendo mantener una distancia de seguridad sobre los bordes de los taludes.



Durante el funcionamiento el ángulo de inclinación del mástil telescópico no deber ser superior a  $\pm 4^\circ$ .

En el proceso de hincado se prestará especial atención a las líneas eléctricas aéreas manteniendo una distancia de seguridad de 3 metros para líneas con una tensión inferior a 66.000 voltios y 5 metros para líneas superiores a 66.000 voltios.

Otro de los puntos importantes de riesgo es la interferencia con otros gremios, hay que recordar el riesgo de que la máquina vuelque o de que se rompa una mordaza y caiga una tablestaca, es por esto por lo que el cliente debe tener presente que los trabajadores de otros gremios de la obra deben respetar la distancia de seguridad a la máquina.

#### Soldadura oxiacetilénica y oxicorte:

La soldadura de oxicorte se usará en momentos puntuales, para la realización de trabajos de soldadura y corte de tablestacas.

Los equipos que suministre el cliente para la realización de dichos trabajos deberán poseer el carro y soporte para tal fin.

La boquilla del soplete estará en perfecto estado y siempre limpia.

Deben poseer un monorreductor en perfecto estado.

Deben poseer el dispositivo de seguridad antirretorno.

#### Labores de mantenimiento y reparación en el mástil:

En caso de ser necesarias labores de mantenimiento en el mástil de la máquina, se deberá utilizar una cesta, para el acceso al mástil.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>TRABAJOS DE MONTAJE DE FERRALLA Y HORMIGONADO</b>      | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Comprende los trabajos necesarios para la ejecución de las diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible. Las actividades son:

- Montaje de armaduras
- Encofrado
- Hormigonado y vibrado

## MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Grúa sobre camión

Equipo de encofrado

Taller de ferralla

Equipo de hormigonado (camión, bomba, etc)

Vibrador

## PERSONAL

Gruista

Señalista

Operador de bomba de hormigón

Conductor de camión

Encofradores

Ferrallas

Personal de hormigonado

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Ropa de trabajo

Botas de seguridad

Gafas antiproyecciones

Casco de seguridad

Guantes contra riesgos mecánicos

Guantes impermeables

Cinturón de seguridad

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Plataformas de trabajo y andamios cumpliendo normativa vigente

Escaleras reglamentarias

Señalizaciones

Protecciones para evitar la caída de materiales

Orden y limpieza

Balizamiento zonas de trabajo

Puntos de anclaje y cables fiadores

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

#### Actuaciones previas:

Coordinación entre ejecución de obra y medios auxiliares y medios de seguridad a aplicar.



Colocar y distribución de bastidores para apoyo de paneles de encofrado. Evita el deterioro de los paneles y facilita el orden, la limpieza y la posterior distribución a sus puntos de puesta.

Establecer un plan de movimientos y circulación de vehículos.

Determinar las zonas destinadas a acopios, delimitándolas y señalizándolas convenientemente.

#### Ferrallado y montaje de armaduras:

El montaje de armaduras a partir de 2 m. de altura se realizará (por orden de prioridad):

- Con plataformas elevadoras. Son además aprovechables para el montaje de paneles y posterior hormigonado.
- Con andamio tubular móvil o fijo conformado por plataformas de trabajo a distintos niveles (adecuadas a la altura de los amarres de la armadura vertical), con barandillas de protección y accesos adecuados.

Definición, distribución y adecuación de accesos, a estos medios auxiliares.

#### Manipulación y montaje de paneles:

Hasta 4 m. de altura:

- Prioritariamente se montarán los paneles con todos sus elementos (ménsulas, plataformas y barandillas por módulo) en el suelo, previo a su izado y colocación.
- Los empalmes de los distintos paños (uniones verticales u horizontales), se harán previo arriostramiento de los paños anteriormente colocados, utilizando escaleras a mano.
- Superiores a 4 m. de altura. Las uniones entre paños, retirada de eslingas, arriostramientos, etc., se realizarán atendiendo a los siguientes sistemas (por orden de preferencia):
- Con plataformas elevadoras. Son las mismas que anteriormente se han podido utilizar para el montaje de armaduras.
- Con andamio tubular móvil o fijo, conformado por Plataforma de Trabajo a distintos niveles, con barandillas de protección y accesos adecuados.

- Con pasarelas de trabajo acopladas a paneles (distancia máxima entre plataformas = 3,5 m.).
- Con cinturón de seguridad tipo arnés, con dispositivo anticaída enrollador. En este caso previamente se adaptará un cable de seguridad horizontal en la parte superior del panel, para facilitar el desplazamiento horizontal del enrollador.

En cualquier caso, los accesos entre plataformas se harán a través de:

- Andamio con escalera incorporada
- Plataformas de trabajo con escaleras incorporadas
- Escalera de gato con aros incorporada al panel
- Escalera de mano (si altura muro < 4 m. o si la distancia vertical entre plataformas es inferior a 3,5 m).

#### Hormigonado de muros:

Para esta operación, se continuará con el sistema elegido para el montaje de paneles.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN MÁS RELEVANTES:

Señalización y delimitación de la zona de acopios

Cumplimiento de normas de montaje y colocación de paneles acordes a la altura de muros

Adecuación y definición de accesos

Uso de equipos de protección individual

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>EXTENDIDO DE CAPAS GRANULARES Y ZAHORRA</b>            | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Corresponde al aporte y extendido de capas de grava, gravilla, arena de miga o cualquier otro tipo de material granular que se han utilizado en el diseño de las diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible.

## MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Pala mixta

Camión de transporte

## PERSONAL

Operador de pala mixta

Conductor de camión.

Operarios.

## PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad.

Ropa de trabajo.

Calzado de seguridad.

Chaleco reflectante.

El personal dispondrá de elementos de abrigo eficaces frente al frío y la lluvia, (anoraks, chubasqueros etc.).

Si se han de realizar trabajos en presencia de agua, charcos etc. se utilizarán botas de agua.



Los maquinistas utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección se dotará a los trabajadores de los mismos.

En todo caso, los equipos de protección individual, serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten. Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente, indicándose los distintos riesgos con las correspondientes señales de tráfico y de seguridad.

#### PROTECCIONES COLECTIVAS

En todo momento se mantendrá las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas, si fuese preciso hacer trabajos nocturnos.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvo.

Se señalizarán oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

#### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se delimitará y señalizará suficientemente el área ocupada por personal dedicado a tareas de muestras y ensayos "in situ".

Los bordes y taludes de los terraplenes se vigilarán visualmente, y en caso necesario se sanearán convenientemente, a fin de evitar desprendimientos imprevistos.

En el vertido de material se realizarán los vertidos a distancias tales, que no se produzca rodamiento de materiales, lesionando a personas o causando daños a terceros.

Toda la maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones. Existirá en la obra una zona para el aparcamiento.

Toda la maquinaria cumplirá lo especificado en el Apartado 1.5.- Riesgos y medidas de protección para la maquinaria.

Cualquiera que sea la manipulación a efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con ésta parada, y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Se evitará en lo posible la circulación de máquinas y vehículos en las proximidades de los bordes de excavación para evitar sobrecargas y efectos de vibraciones.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

El ayudante en las operaciones de descarga, se situará suficientemente alejado del vehículo o máquina. Indicará mediante un jalón o sistema similar, el lugar en el que se debe producir la descarga.

Las descargas de volquetes en terraplenados, se realizarán en lugares estables, y lo más horizontales posibles, no aproximándose demasiado al talud, marcando el mismo con unos topes.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>COLOCACIÓN DE LÁMINAS SINTÉTICAS</b>                   | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDADES

Corresponde a las actividades necesarias para la colocación de geotextiles y láminas de PVC impermeables en las cubetas, para el desarrollo de las distintas técnicas de drenaje urbano sostenible.

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Camión de transporte

Herramientas manuales y de corte

### PERSONAL

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad.

Calzado de seguridad.

Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.

Guantes de cuero para el manejo de materiales y herramientas.

Chaleco reflectante.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

En todo momento se mantendrá las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.



## NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Preparación de programa de trabajo que evite una excesiva antelación de este tajo sobre los siguientes. Ello evitará que se exponga la superficie descarnada de este tajo mucho tiempo a los agentes meteorológicos, disminuyendo riesgos de desplome, erosión, arrastres, lavados y lodo.

Replanteo de la zona. Se hará un replanteo ajustado de la zona de trabajo, definiendo la superficie a ocupar, delimitando las zonas de acopio y definiendo la circulación interna de los vehículos. Señales de limitación de velocidad y maquinaria pesada en movimiento.

Los caminos de servicio y/o acceso estarán suficientemente visibles y protegidos.

Riego frecuente en los accesos a la zona de actuación si fuera necesario. Con ello se disminuye la generación de polvo que afecte a los trabajadores y personal ajeno a la obra.

Las señales colocadas en el área serán las de "Peligro indeterminado" y "Salida de camiones"

Las zonas de trabajo permanecerán limpias y ordenadas.

Colocar pesos que sujeten las láminas durante su colocación evitando que este se levante con el aire. No se trabajará con fuertes vientos, tanto el geotextil como la lámina podría hacer caer al trabajador.

El personal encargado de estos trabajos será personal cualificado y conocedor de la técnica.

En todo momento el lugar de trabajo estará limpio y ordenado en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes

No tocar las piezas recientemente soldadas; aunque parezca lo contrario pueden estar a temperaturas que podrían producir quemaduras serias

Antes de comenzar a soldar, comprobar que no hay personas en el entorno de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.

Elegir el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas.

Compruebe que el grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura

Desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo, comida o desplazamiento a otro lugar).

No utilizar mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Solicitar el cambio, evitará accidentes

Comprobar antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>COLOCACIÓN DE SUSTRATOS VEGETALES</b>                  | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Corresponde a las actividades necesarias para la colocación de geotextiles y láminas de polietileno en la ejecución de las cubetas para las distintas técnicas de drenaje urbano sostenible.

## MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Camión basculante.

Dúmpster.

Herramientas manuales

## PERSONAL

Operarios de maquinaria

Ayudantes

## PROTECCIONES PERSONALES

Gafas antipolvo y antiimpactos.

Mascarilla.

Mono de trabajo.

Chaleco reflectante.

Guantes de material anticorte.

Botas de seguridad.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

En todo momento se mantendrá las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas, si fuese preciso hacer trabajos nocturnos.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvo.

Se señalizarán oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Se inspeccionará la zona antes de iniciar los trabajos, con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.

Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.

Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria, siempre que estén en funcionamiento. Señalización: "Prohibido permanecer bajo radio acción máquinas" y acotado de las zonas de trabajo.

Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras estarán en posesión del permiso de conducir y del certificado de capacitación.

Entrega de Instrucciones de Seguridad al personal especializado en el manejo de la máquina.

Cuando el operador no tenga visibilidad debe ser dirigido por un señalista.

El acceso de vehículos será independiente al acceso de operarios.

Uso obligatorio de chaleco reflectante.



Uso de la maquinaria por personal especializado.

Programar y señalizar el recorrido de los vehículos de obra.

Señalización de la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de las zanjas.

Uso de la maquinaria según recomendaciones del fabricante.

Riego de escombros y tierras, riego de pistas.

Evita la acumulación de desechos en el suelo.

Recoger los restos y demás materiales.

Evita la acumulación de desechos en el suelo

Se mantendrá el orden y limpieza en el área de trabajo, no acumulando desechos.

Selecciona la herramienta adecuada para el trabajo que se tiene que realizar y úsalas únicamente en las operaciones para las que han sido diseñadas.

La longitud del mango de la herramienta debe ser ajustada a las proporciones físicas del usuario para evitar en lo posible inclinaciones de tronco superiores a 20° durante el manejo de la herramienta.

Durante el manejo de herramientas, procura mantener la mano y el brazo alineados evitando flexionar la muñeca.

Las herramientas punzantes se transportarán siempre dentro de fundas de seguridad adecuadas.

Revíselas periódicamente, desechado aquellas que se encuentren en mal estado (mangos astillados, flojos o torcidos, filos mellados, etc.).

Realizar un inventario de los productos químicos utilizados en los tratamientos fitosanitarios, abonados y en la hidrosiembra, y solicitar las fichas de seguridad de los mismos (éstas se encontrarán a disposición de los trabajadores).

Utilizar los equipos de protección adecuados para evitar la entrada de contaminantes tanto por vía inhalatoria como por vía dérmica

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>SOLADOS</b>  | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDADES

Corresponde a las actividades necesarias para la colocación de gres antideslizante y adoquín prefabricado en los acabados de las cubetas para alguna de las diferentes técnicas de drenaje sostenible.

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Minidúmpер.

Grúa sobre camión.

Herramientas y útiles (pinzas abraza-bordillos, herramientas manuales).

Sierra para material cerámico.

Grupo electrógeno.

### PERSONAL

Oficiales especialistas.

Operarios.

### PROTECCIONES PERSONALES

Mono de trabajo.

Casco de seguridad homologado.

Botas de seguridad

Guante de goma o cuero, según el tipo de trabajo

Gafas de protección antipartículas

Mascarilla protectora con filtros mecánicos en perfecto estado

Rodilleras para soladores

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Vallas de limitación y protección.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Cinta de balizamiento.

Orden y limpieza en el tajo.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Señalización correcta de la zona de trabajo

Mantener el orden y limpieza de cada uno de los trabajos, estando las zonas de tránsito libres de obstáculos para evitar golpes o caídas.

En los trabajos de levantado e instalación de loseta o adoquín, se adoptarán las posturas adecuadas para evitar lesiones por sobreesfuerzos. Utilizar los Epi(s) preceptivos: guantes, botas de seguridad y cinturón antilumbago.

En las tareas de solado, mantener los acopios de loseta debidamente ordenados y no dejar herramientas ni ningún tipo de material en las zonas de paso, tanto de operarios como las habilitadas para los peatones o vehículos.

Los camiones hormigonera dispondrán de espacio de maniobra suficiente para efectuar tanto la descarga como los movimientos de desplazamientos, sin interferencias.

No se colocarán personas en el ámbito de acción de las canaletas de descarga, ni en el radio de acción de las máquinas.

Al terminar la jornada de trabajo, las superficies hormigonadas deberán quedar perfectamente protegidas y señalizadas de forma que se evite el riesgo derivado de accesos involuntarios a ellas.

En caso de dejar preparados pasadores en las juntas de hormigonado entre una jornada y la siguiente, los extremos de éstos quedarán perfectamente protegidos para evitar enganches, tropiezos y, en general, accidentes a personas o vehículos.



Las máquinas se conservarán, mantendrán y utilizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante incluidas en el catálogo de las mismas.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>PAVIMENTACIÓN. MEZCLAS BITUMINOSAS</b>                 | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDADES

Comprende las actividades necesarias para el extendido de mezcla bituminosa en los acabados de alguna de las cubetas ejecutadas para las diferentes técnicas de drenaje sostenible:

- Obras de cajeo y perfilado de superficies que se hayan de pavimentar.
- Extensión y compactación de bases y subbases.
- Extensión de riegos y tratamiento superficiales.
- Compactación

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Equipo de extendido de firmes.

Equipo de riego asfáltico.

Rodillo.

Camiones.

Minidumper.

Grúa sobre camión.

### PERSONAL

Operadores de maquinaria.

Equipo de extendido (reglistas, regadores, limpiadores y auxiliares de extendido).

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Botas de agua

Botas de seguridad, puntera y plantilla metálicas.

Botas con suelo termoaislante para reglistas, regadores, etc.

Ropa, gafas y guantes adecuados para proteger contra salpicaduras a altas temperaturas.

Cinturón antivibratorio. Coducción de máquinas.

Ropa de trabajo.

Chalecos reflectantes.

Protección de órganos móviles de las máquinas.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Vallas de limitación y protección.

Señales de tráfico en número suficiente.

Señales de seguridad, obligatorio uso de caso, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Cinta de balizamiento.

Balizamiento luminoso.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Los operarios encargados de la limpieza de las superficies de aplicación de mezclas deberán ir por delante de la máquina extendidora o del camión volquete alimentador de la tolva de la misma, a una distancia no inferior a tres metros en cualquiera de los casos.

No se deberán pisar las superficies de extendido de aglomerado antes de haber transcurrido diez minutos desde su puesta en obra y en todo caso después de haber sido apisonada la capa extendida.

Los reglistas, auxiliares de extendido, limpiadores, regadores y restantes trabajadores que llevan a su cargo las actividades relacionadas con la extensión de ligantes, tratamientos superficiales y extensión de aspas asfálticas, utilizarán calzado con piso de suela termoaislante. Además de éste, aquellos operarios que realicen los trabajos de preparación (tratamientos de superficies y riegos de imprimación y adherencia) llevarán ropa, gafas y guantes adecuados para proteger el cuerpo de las salpicaduras, a alta temperatura, que pudieran producirse.

Las apisonadoras y compactadoras que actúen sobre las capas de pavimento ya extendidas dispondrán de una superficie completamente expedita para su movimiento, que no deberá ser cruzada por persona alguna en tanto la máquina se encuentre trabajando, ni siquiera por el personal que realiza operaciones de recebo, rastrillado y extendido manual complementario, incluso aunque la aparente lejanía de la máquina hiciera presumir escaso riesgo de atropello.

Los movimientos de giro de las máquinas mencionadas se realizarán después de haber habilitado expresamente para ellos el área de movimiento y de haber delimitado y señalizado la misma de forma adecuada.

Los camiones dispondrán de espacio de maniobra suficiente para efectuar tanto la descarga como los movimientos de desplazamientos, sin interferencias.

No se colocarán personas en el radio de acción de las máquinas.

Al terminar la jornada de trabajo, las superficies hormigonadas deberán quedar perfectamente protegidas y señalizadas de forma que se evite el riesgo derivado de accesos involuntarios a ellas. Esta medida es de especial importancia en bases viarias de hormigón, más expuestas a este riesgo que otras unidades de obra.

En caso de dejar preparados pasadores en las juntas de hormigonado entre una jornada y la siguiente, los extremos de éstos quedarán perfectamente protegidos para evitar enganches, tropiezos y, en general, accidentes a personas o vehículos.

Las máquinas se conservarán, mantendrán y utilizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante incluidas en el catálogo de las mismas.



|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>ZANJAS</b>   | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Apertura de zanjas para la colocación de la red de riego, para el desvío de la red de vaciado y otros trabajos que requieran la apertura de pequeñas zanjas. Comprenden las siguientes actividades:

- Excavación y nivelación del terreno.
- Carga, transporte y descarga de productos a vertedero o lugar de empleo.

## MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Pala mixta

Compactador manual

Camión volquete.

## PERSONAL

Operador de pala mixta

Conductor de camión.

Operador de equipo compactador.

Operarios.

## PROTECCIONES PERSONALES

Ropa de trabajo.

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Botas de goma.

Trajes impermeables para ambientes lluviosos.

Guantes de seguridad aislantes adecuados a las tensiones de las posibles líneas afectadas, al aproximarse a las mismas mediante excavación manual.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Orden y limpieza

Señalizaciones

Detectores de líneas y otros servicios afectados

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

#### Actuaciones con Servicios afectados:

Solicitud de planos de ubicación, a compañías afectadas

Interferencias con líneas eléctricas aéreas de A.T.:

- Solicitar descarga de la línea antes de realizar el trabajo. En caso de tener que trabajar (máquinas) a menos de 5 m. de estas líneas.
- Colocación de malla naranja longitudinalmente y a una distancia de 5 m. (plano horizontal) respecto de la línea afectada. Para evitar un acercamiento incontrolado de la maquinaria de movimiento de tierras a la misma.
- Colocación de gálibos (con anterioridad a líneas). Si afectan a zonas de paso de vehículos y las líneas están a menos de 5 m. del elemento más alto del vehículo o máquina.

#### Interferencias con terceros:

En zonas urbanas:

- Restringir los accesos a obra con vallas tipo "IN" con pies de hormigón
- Colocación de boyas luminosas si se afecta a calles o vías con circulación de vehículos ajenos a la obra.
- Colocación de carteles en accesos, caminos de servicio, etc...

En campo abierto:

- Colocación de carteles en accesos, caminos de servicio, etc...
- Colocación malla naranja en tramos abiertos de zanja
- Colocación de boyas luminosas si se afecta a caminos o carreteras con circulación de vehículos ajenos a la obra.

Para la excavación de zanja:

Se definirán los taludes adecuados a las características del terreno, de conformidad con la Dirección de Obra.

Las tierras extraídas se acopiarán a una distancia del borde inferior de la excavación igual a la profundidad de la zanja. A fin de evitar sobrecargas innecesarias en el talud de las mismas.

Se descabezará la coronación de la excavación y se saneará de materiales sueltos.

Cada 25 m. abiertos, se colocará malla naranja en todo el borde de la excavación. A fin de señalar la posibilidad de caída a distinto nivel. Se retranqueará 1 m. del borde de la misma, recuperándose y trasladándose a medida que se vaya abriendo zanja.

Se usarán escaleras de mano metálicas de longitud superior a 1,5 m. a la profundidad de la zanja. Prever varios juegos en función de los equipos o tramos abiertos.

Cualquier paso que sea necesario efectuar sobre zanjas, se hará con pasarelas rígidas y protegidas perimetralmente con dos barandillas (superior e intermedia) y rodapié.

En caso de ser necesaria la entibación, se tendrá en cuenta, además:

- Se hará prioritariamente con paneles metálicos, que tengan elementos auxiliares para acopiar barandilla rígida (si altura superior a 2 m.).
- La anchura de la zanja debe ser ligeramente mayor, para que los paneles de entibación deslicen correctamente.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN MÁS RELEVANTES:

El sistema de protección a terceros (barandilla, valla, ...) es rígido y estable.

Se han adoptado medidas para evitar el derrumbamiento de las paredes de excavación.



Señalización de bordes de los tramos de zanja abiertos.

Los operarios no interfieren en el radio de acción de la retro.

Pasos protegidos sobre zanjas.

Accesos al fondo adecuados.

Se han adoptado medidas para evitar contactos con líneas eléctricas aéreas o subterráneas.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MONTAJE DE TUBERÍAS (PVC, POLIETILENO)</b>             | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDAD

Colocación de las tuberías de PVC, para el desvío de la red de vaciado existente en la E.D.A.R. de Meco, y de polietileno, para la red de abastecimiento.

Se incluye cualquier otra tubería necesaria para la ejecución de cualquier instalación o servicio.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Pala mixta

Camión grúa

Camión de transporte

Pequeñas compactadoras

### PERSONAL

Operarios de maquinaria

Ayudantes

### PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad

Guantes de cuero

Botas de seguridad con puntera reforzada

Ropa de alta visibilidad

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Señalización de tráfico: deberá estar colocada antes del comienzo de estos trabajos.

Pasarelas de 60 cm de anchura con barandillas de 100 cm de altura con pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm de altura

Vallado perimetral de la zanja

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Todos los operarios que intervengan en esta actividad irán provistos, además de otras protecciones, de cascos, guantes, botas y calzado de seguridad. Además del cinturón de seguridad cuando exista riesgo de caída de altura o se trabaje a una altura superior a dos metros.

Se dispondrá de escaleras, que deberán cumplir lo establecido anteriormente para ellas, para el acceso y salida de las zanjas.

El trabajador que esté realizando el vertido de hormigón tendrá puesto el cinturón de seguridad y tendrá en consideración las normas, que anteriormente se indicaron, para el manejo de las canaletas de vertido de hormigón.

Sobre la utilización de vibradores, se tendrá en cuenta lo que se indicó para estos anteriormente.

Inmediatamente que los tubos queden colocados por los operarios que los coloquen, estos se calzarán y acunarán para impedir que sufran cualquier movimiento.

En el asentamiento de los tubos en la zanja, se tendrá especial cuidado con los posibles entallamientos de los pies y manos de los operarios que lo manipulan.

En la utilización de pegamentos para las juntas habrá que tener en cuenta las indicaciones que, para estos productos, indica el fabricante, debiendo tener en el propio tajo dichas indicaciones por escrito.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo en perfectas condiciones de limpieza y orden.

|   |
|---|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> |
|---|

|                          |
|--------------------------|
| Apartado: <b>RELLENO</b> |
|--------------------------|

### ACTIVIDAD

Los trabajos de relleno se corresponden con el vertido y extensión de tierras y arena procedentes de excavaciones o préstamos, que se realiza normalmente utilizando medios mecánicos en el interior de las excavaciones realizadas.

La ejecución de rellenos se realizará mediante la aportación de material traído en camión o dumperes, si es de aportación, o bien con la ayuda de retroexcavadora o pala mixta, si se encontraba en las proximidades de la obra.

El material será colocado en tongadas según la normativa vigente, controlando la calidad del material y la humedad, de modo que obtengamos la compactación fijada en proyecto

Corresponde a las actividades necesarias para el relleno de las zanjas ejecutadas para el desvío de la red de vertido de la E.D.A.R. y el relleno de las distintas cubetas para las diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Pala mixta

Camión de transporte

Rodillo



Pequeñas compactadoras

### PERSONAL

Operarios de maquinaria

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Gafas contra impactos y antipolvo

Cinturón antivibratorio

Mascarilla antipolvo

Filtros para mascarilla

Protectores auditivos

Chaleco reflectante.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Avisador acústico en máquinas

Balizamiento luminoso

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerá un plan de trabajo incluyendo el orden en la ejecución de las distintas fases, maquinaria a emplear en éstos, previsiones respecto a tráfico de vehículos, acceso a vertederos y condiciones de éstos, y cuantas medidas sean necesarias para la adecuada ejecución de los trabajos.

Antes de comenzar el relleno de la excavación se comprobará que no existe personal alguno dentro de la misma y también se comprobará el estado de los taludes.

Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.

Se evitará siempre que sea posible el trabajo simultáneo en niveles superpuestos.

Cuando resulte obligado realizar algún trabajo con este condicionante, se analizarán previamente las situaciones de riesgo que se planteen y se adoptarán las oportunas medidas de seguridad.

Las cabinas de los dumpers o camiones para el transporte de tierras estarán protegidas contra la caída o desplazamiento del material a transportar por viseras incorporadas a las cajas de estos vehículos.

Los vehículos se cargarán adecuadamente tanto en peso a transportar como en distribución de la carga, estableciéndose el control necesario para que no se produzcan excesos que puedan provocar riesgos por caída incontrolada de material desde los vehículos o por circulación de éstos con sobrecarga.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica y el conductor mirará que no hay personal en sus inmediaciones que pueda ser arrollado.

El movimiento de vehículos de excavación y transporte se regirá por un plan preestablecido procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

Se prohíbe la permanencia de personal en el radio de acción de la maquinaria

La maquinaria dispondrá de rotativo luminoso y señal acústica marcha atrás siempre en posición de activado.

Se prohíbe sobrepasar el tope de carga máxima especificado para cada vehículo.

Se prohíbe que los vehículos transporte personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.

|  |             |
|--|-------------|
| Capítulo: NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA | Fecha:      |
| Apartado: INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN             | Revisión: 0 |

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caídas al mismo o distinto nivel.

Electrocuciones.

Cortes.

Falta de aislamiento protector.

Conexiones directas (sin calvija)

Falta de protección contra contactos eléctricos directos e indirectos.

### PROTECCIONES PERSONALES

Ropa de trabajo.

Guantes de seguridad (aislantes en caso necesario).

Botas de seguridad (aislantes en caso necesario).

Casco de seguridad homologado.

En cubierta se usará calzado antideslizante y cinturón de seguridad.

Banqueta de maniobra

Alfombra aislante

Comprobante de tensión

Herramientas aislantes

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Protección contra contactos eléctricos directos e indirectos.

Uso de medios auxiliares adecuados al trabajo a realizar, andamios, plataformas y escaleras homologadas.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Señalización correcta de la zona de trabajo, con iluminación suficiente

Mantener el orden y limpieza de cada uno de los trabajos, estando las zonas de tránsito libres de obstáculos para evitar golpes o caídas



Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.

Las pruebas que se tengan que realizar con tensión, se realizarán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.

Las herramientas manuales se revisarán con periodicidad para evitar golpes y cortes de uso.

La iluminación eléctrica de los tajos, será de un mínimo de 100 lux medidos a una altura de 2 metros sobre el nivel del pavimento.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mangos aislantes" y rejilla de protección de la bombilla

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra

Las escaleras de mano a utilizar serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajo realizado sobre superficies inseguras y estrechas.

Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano o bidones o cualquier elemento no diseñado a tal fin, a modo de borriquetas

Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas (redes de seguridad, barandillas, o punto de anclaje del cinturón de seguridad y uso del mismo)

Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobras, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentren vestidos con prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

NOTA: TODAS LAS INSTALACIONES DEBERÁN SER REALIZADAS POR PERSONAL ESPECIALISTA, QUE ESTÉ EN POSICIÓN DE LA AUTORIZACIÓN LEGAL REQUERIDA EN PERIODO DE VIGENCIA.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MONTAJE DE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS</b>                | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDAD

Corresponde a las actividades de montaje de cualquier elemento electromecánico: electroválvulas, bombas, bocas de riego, etc.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Pala mixta

Minidúmpster

Compresor y equipos auxiliares

Camión grúa

Eslingas y accesorios

### PERSONAL

Operadores de maquinaria

Equipo de colocación de equipos

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos de seguridad

Guantes de uso general

Botas de agua

Botas de seguridad

Gafas contra impactos y antipolvo

Equipo de protección personal para soldar

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas de protección para alturas mayores de 2 metros.

Vallas de limitación y protección.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Pasarelas.

Cinta de balizamiento.

Balizamiento luminoso.

Extintores.

Tapas para evitar caída a huecos y pozos.

Escaleras de acceso al fondo de la excavación.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.

Se prohíbe la estancia de personal trabajando en trabajos superpuestos.



Para el descenso al fondo de la excavación de pozos se instalarán escaleras de mano ancladas y que superen 1 metro el borde de la excavación. Los trabajos en pozos estarán supervisados durante su ejecución por un operario que estará fuera de la excavación.

Prohibición total de utilizar el cazo de la excavadora como medio de transporte y elevación de personas.

El orden y la limpieza será muy importante.

Los recortes sobrantes deben ser retirados conforme se vayan produciendo, para su posterior retirada de la obra.

Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles, esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Hay que recordar que se debe prohibir el uso de mecheros y sopletes encendidos junto a materiales inflamables.

Durante el proceso de carga y descarga de los equipos se comprobará que la grúa utilizada tiene capacidad suficiente.

Se utilizarán eslingas homologadas y de resistencia comprobada u otros útiles adecuados para la descarga de tubos.

Se prohíbe el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.

Se utilizarán cuñas de madera para evitar el movimiento accidental de los equipos cuando esté alineada.

En el caso de apilar los equipos, se realizará con cuidado para evitar su derrumbe.

Se procederá al correcto manejo de materiales para evitar lesiones.

Queda terminantemente prohibido permanecer en las proximidades de la tubería o piezas especiales durante la prueba de presión.

En la colocación del equipo, los operarios permanecerán alejados de la misma, hasta que no haya sido depositada y esté en equilibrio estable.

Las herramientas utilizadas para apriete y sujeción en buen estado. Desechar las desgastadas por el uso.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MONTAJE DE ELEMENTOS DE ACERO INOXIDABLE</b>           | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDAD

Corresponde a las actividades de montaje de las planchas de acero inoxidable que actuarán como vertedero en las TDUS.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Minidúmpster

Compresor y equipos auxiliares

Camión grúa

Eslingas y accesorios

### PERSONAL

Operadores de maquinaria

Equipo de colocación de elementos de acero inoxidable

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos de seguridad

Guantes de uso general

Botas de agua

Botas de seguridad

Gafas contra impactos y antipolvo

Equipo de protección personal para soldar



### PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas de protección para alturas mayores de 2 metros.

Vallas de limitación y protección.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Pasarelas.

Cinta de balizamiento.

Extintores.

Tapas para evitar caída a huecos y pozos.

Escaleras de acceso al fondo de las cubetas TDUS.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

Al realizar trabajos en el interior de las cubetas, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.

Se prohíbe la estancia de personal trabajando en trabajos superpuestos.

Para el descenso al fondo de las cubetas, se instalarán escaleras de mano ancladas y que superen 1 metro el borde de la cubeta.

Prohibición total de utilizar el cazo de la excavadora como medio de transporte y elevación de personas.

El orden y la limpieza será muy importante.

Los recortes sobrantes deben ser retirados conforme se vayan produciendo, para su posterior retirada de la obra.

Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles, esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Hay que recordar que se debe prohibir el uso de mecheros y sopletes encendidos junto a materiales inflamables.

Durante el proceso de carga y descarga de las planchas se comprobará que la grúa utilizada tiene capacidad suficiente.

Se utilizarán eslingas homologadas y de resistencia comprobada u otros útiles adecuados para la descarga de tubos.

Se prohíbe el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.

En el caso de apilar las chapas de acero inoxidable, se realizará con cuidado para evitar su derrumbe.

Se procederá al correcto manejo de materiales para evitar lesiones.

En la colocación de la chapa, los operarios permanecerán alejados de la misma, hasta que no haya sido depositada y esté en equilibrio estable.

Las herramientas utilizadas para apriete y sujeción en buen estado. Desechar las desgastadas por el uso.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MONTAJE DE PREFABRICADOS DE HORMIGÓN</b>               | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDAD

Corresponde a las actividades de montaje de pozos de registro necesarios para realizar el desvío de la red de vertido de la E.D.A.R. existente.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Camión grúa

Minidúmpер

### PERSONAL

Gruista

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Ropa de trabajo

Botas de seguridad

Casco de seguridad

Guantes contra riesgos mecánicos

Cinturón de seguridad

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Sostenimiento de taludes.

Accesos en buen estado.

Orden y limpieza.

Señalización y balizamiento.

Escaleras y plataformas de trabajo reglamentarias y en buen estado.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Delimitación del área de trabajo y señalización de excavaciones. Delimitación con malla de polietileno naranja. La protección debe ser resistente si la altura de excavación es superior a 2 m.



Sostenimiento de taludes, si así se ha estimado conveniente, previo estudio inicial del terreno y zonas afectadas.

Uso de grúas en las debidas condiciones de uso. Las grúas autopropulsadas, deberán acreditar certificados de haber pasado las revisiones pertinentes, por una ECA.

En las estructuras prefabricadas es fundamental planificar con suficiente antelación las operaciones que se van a realizar, las zonas de acopios, los medios auxiliares.

Se comprobará que los pesos de cada elemento prefabricado no sobrepasen las capacidades de las grúas, así como que los apoyos de las mismas son suficientemente estables.

Se darán instrucciones a los gruistas para que los cables de las grúas estén siempre verticales.

Se revisarán periódicamente, siguiendo las instrucciones del fabricante, el estado de las eslingas, sustituyendo las que se encuentren deterioradas.

Las operaciones serán dirigidas por un solo operario suficientemente cualificado y se utilizará un solo código de señales, preferiblemente el indicado por la norma UNE 003.

En caso de elementos voluminosos que puedan sufrir oscilaciones, se emplearán cuerdas para dirigirlos. En elementos muy voluminosos, se tendrá en cuenta el efecto del viento.

Los anclajes deben ser seguros y estar correctamente colocados. El enganche debe ser cómodo y rápido, así como la operación de desenganche. Se calcularán e idearán de forma que se tenga en cuenta las distintas manipulaciones a que se va a someter la pieza.

Si se utilizan ganchos, éstos deben ser de acero de dureza normal no estriado ni torsionado. El anclaje de los ganchos en el hormigón debe ser solidario con la armadura de la pieza, con el fin de asegurar la transmisión de esfuerzos.

Si se emplean barras roscadas o casquillos empotrados deben certificarse por cálculo o bien contarán con un certificado del fabricante que garantice su uso. De no estar unidos a la armadura principal de la pieza, se justificará su adherencia al hormigón.

La longitud del roscado será la suficiente para soportar los esfuerzos, que deberán seguir su eje de simetría, evitando tracciones oblicuas.

Las maniobras de la maquinaria, estarán dirigidas por persona distinta al conductor (señalista), si se trabaja en calzadas o en zonas próximas a éstas.

Los trabajos se realizarán sin riesgo de caída de altura.

Los medios auxiliares serán acordes a los trabajos a realizar.

Certificados de cumplimiento de Normativa de seguridad de camiones grúa, grúas, etc.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MONTAJE DE ELEMENTOS DE MATERIALES PLÁSTICOS</b>       | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDAD

Corresponde a las actividades necesarias para el montaje de elementos con carácter plástico, tales como PRFV (tapas de los canales aforadores) y EPDM (perfiles de estanqueidad), que forman parte de la composición de las distintas técnicas de drenaje urbano sostenible.

Se incluye el montaje de cualquier elemento plástico para la ejecución de cualquier unidad de obra.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Camión grúa

Minidumper

### PERSONAL

Gruista

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Ropa de trabajo

Botas de seguridad

Casco de seguridad

Guantes contra riesgos mecánicos

Cinturón de seguridad

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Accesos en buen estado.

Orden y limpieza.

Señalización y balizamiento.

Escaleras y plataformas de trabajo reglamentarias y en buen estado.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

El orden y la limpieza será muy importante.

Durante el proceso de carga y descarga de los elementos se comprobará que la grúa utilizada tiene capacidad suficiente.

Se utilizarán eslingas homologadas y de resistencia comprobada u otros útiles adecuados para la descarga de tubos.

Se prohíbe el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.

Se utilizarán cuñas de madera para evitar el movimiento accidental de los equipos cuando esté alineada.

En el caso de apilar los elementos, se realizará con cuidado para evitar su derrumbe.

Se procederá al correcto manejo de materiales para evitar lesiones.



|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>RED DE RIEGO</b>                                       | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDADES

Corresponde las actividades necesarias para la instalación de la red de riego necesarias para el desarrollo de las diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible. Las actividades son las siguientes:

- Descarga y acopio de materiales.
- Excavaciones de pozos y zanjas.
- Instalación de conducciones sobre lecho de arena, llaves, ventosas, desagües, bocas de riego, etc .
- Relleno y compactado de zanjas.
- Ejecución de obras de fábrica (arquetas, pozos, etc), anclajes, acometidas, pruebas de presión y obras accesorias anejas a las citadas (agotamientos, entibaciones, acopios, etc.).

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Pala mixta

Pequeñas compactadoras

Minidúmper.

Compresor y equipos auxiliares.

Grúa sobre camión.

Eslingas y accesorios.

Zanjadora

### PERSONAL

Operadores de maquinaria.

Albañiles.

Equipo de colocación de tubería.

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos de seguridad

Guantes de uso general, de cuero y anticorte

Guantes de goma finos

Botas de agua

Botas de seguridad

Gafas contra impactos y antipolvo

Cinturón antivibratorio

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas de protección para alturas mayores de 2 metros.

Vallas de limitación y protección.

Señales de tráfico en número suficiente.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Pasarelas.

Cinta de balizamiento.

Balizamiento luminoso.

Extintores.

Detectores de líneas eléctricas.

Tapas para evitar caída a huecos y pozos.

Escaleras de acceso al fondo de la excavación.

## NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

### Excavación de zanjas, arquetas y pozos:

Sincronización entre apertura y cierre de zanjas para que estén abiertas el menor tiempo posible.

La entibación de los cortes de excavación que la requieran se realizará en franjas horizontales, empezando por la parte superior del corte.

Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.

Apertura de zanjas con profundidad superior a 2 metros, se ataluzará los bordes a 45° en la altura en la que la zanja exceda de los 2 metros de altura o más, si el terreno lo precisa.

Las zanjas estarán debidamente señalizadas y delimitado su acceso mediante barandilla rígida para evitar caídas del personal a su interior. Las aproximaciones al borde, con cinturón de seguridad anclado a la pica.

Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.

Se prohíbe la estancia de personal trabajando en trabajos superpuestos.

No se apilarán materiales a una distancia del borde de la excavación menor a la profundidad de la zanja.

Los bordes, en la coronación de las zanjas y pozos estarán limpios, para evitar la caída de materiales al fondo de la excavación.

Para el descenso al fondo de la excavación de pozos se instalarán escaleras de mano ancladas y que superen 1 metro el borde de la excavación. Los trabajos en pozos estarán supervisados durante su ejecución por un operario que estará fuera de la excavación.



Prohibición total de utilizar el cazo de la excavadora como medio de transporte y elevación de personas.

Queda terminantemente prohibido depositar tierras, herramientas y materiales al borde de la zanja. Distancia de seguridad igual o mayor a la profundidad de la zanja.

Habilitación de pasarelas sobre las zanjas cada 15 metros. Prohibido saltar sobre las zanjas para cruzarlas.

En las zanjas se colocarán zonas de acceso y escape (escaleras) cada 15 metros.

Los pozos y arquetas deberán quedar protegidos para evitar caídas.

Las zanjas estarán abiertas el menor tiempo posible.

Los taludes controlados y revisados por el Jefe de Obra antes de trabajar en la base la primera vez y revisiones periódicas cada día.

En zanjas anegadas, achique inmediato.

En caso de uso de torno o maquinillo, perfecto anclaje y contrapeso.

Cuando el trabajador tenga que permanecer en el fondo de la zanja, en función de terreno y profundidad, hay que entibar. Esta decisión será tomada por el Coordinador de Seguridad y Salud, Dirección Facultativa y Comisión de Seguridad y Salud.

#### Obras de fábrica:

Se revisará el estado de las herramientas y medio auxiliares que se utilicen, separando o desechando las que no reúnan las condiciones adecuadas.

Se desecharán los materiales que estén en mal estado.

Se sujetará el cinturón de seguridad a algún punto adecuado, cuando el trabajo se realice con riesgos de caída desde más de 2 metros de altura y no existan protecciones colectivas adecuadas.

Se utilizará sólo madera que no tenga nudos, para confeccionar barandillas, plataformas de trabajo, etc.

El desencofrado se realizará en el sentido de arriba hacia abajo.

No se dejarán nunca clavos en la madera.

Los encofradores se asegurarán que todos los elementos de encofrado estén firmemente sujetos antes de abandonar el trabajo.

Antes de iniciar el hormigonado se comprobará el estado de los encofrados, la limpieza de las superficies de éstos y las superficies del terreno que hayan de estar en contacto con el hormigón, con el fin de garantizar no sólo la calidad de la obra sino también la estabilidad y seguridad de los encofrados.

#### Tuberías, accesorios y acometidas:

Durante el proceso de carga y descarga de las tuberías se comprobará que la grúa utilizada tiene capacidad suficiente.

Se utilizarán eslingas homologadas y de resistencia comprobada u otros útiles adecuados para la descarga de tubos.

Se prohíbe el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.

Se utilizarán cuñas de madera para evitar el movimiento accidental de la tubería cuando esté alineada.

En el caso de apilar la tubería, se realizará con cuidado para evitar su derrumbe.

Queda terminantemente prohibido andar sobre la tubería o permanecer sobre ella cuando esté en servicio.

Se procederá al correcto manejo de materiales para evitar lesiones.

Queda terminantemente prohibido permanecer en las proximidades de la tubería o piezas especiales durante la prueba de presión.

Las conexiones de la tubería instalada con la que va a dar servicio, se realizará sin presión, cortando siempre las llaves correspondientes.

En la colocación de tubería, los operarios permanecerán alejados de la misma, hasta que no haya sido depositada y esté en equilibrio estable.

Las herramientas utilizadas para apriete y sujeción en buen estado. Desechar las desgastadas por el uso.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>CERRAJERÍA</b>   | Revisión: <b>0</b> |

### ACTIVIDAD

Comprende cualquier trabajo relacionado con el montaje y manipulación de elementos metálicos.

### MAQUINARIA Y/O HERRAMIENTAS

Herramientas manuales

Herramientas de corte

Equipos de corte

### PERSONAL

Oficiales especialistas.

Operarios.

### PROTECCIONES PERSONALES

Mono de trabajo.

Casco de seguridad homologado.

Botas de seguridad

Guantes de cuero.

Gafas de protección anti-impacto

Mandil, polainas y botas para trabajos con soldadura

### PROTECCIONES COLECTIVAS



Orden y limpieza.

## NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Señalización correcta de la zona de trabajo

Mantener el orden y limpieza de cada uno de los trabajos, estando las zonas de tránsito libres de obstáculos para evitar golpes o caídas

Las botellas de soldadura se mantendrán en todo momento a la sombra y en posición vertical, ancladas a su carro de transporte

Para el caso de soldadura eléctrica, el grupo y la pieza a soldar estarán unidos en todo momento a tierra, y tanto los cables como las pinzas se encontrarán en un estado bueno de conservación, y en caso de deterioro, se sustituirán de inmediato.

Para estos trabajos, se dispondrá de un extintor portátil próximo a la zona de soldadura.

Si para los trabajos de colocación de carpintería se utilizaran castilletes móviles, éstos estarán dotados de barandilla de seguridad. Queda prohibido el desplazamiento del castillete con operarios sobre él. El acceso a la plataforma se realizará siempre a través de una escalera integrada en el conjunto. Queda prohibido la ubicación de escaleras o suplementos sobre las plataformas de trabajo.

Queda prohibido la ubicación de escaleras o suplementos sobre las plataformas de trabajo.

Queda terminantemente prohibido el uso de la sierra circular, sin la protección de cuchilla, o con ella desmontada.

Se comprobarán periódicamente el estado de los medios auxiliares empleados, tales como andamios, cinturones de seguridad y sus anclajes. Se utilizarán los medios auxiliares adecuados para la realización de los trabajos.

|  |
|--|
| Capítulo: NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA |
| Apartado: ALBAÑILERÍA  |

### ACTIVIDADES

Trabajos de albañilería en general: fábricas de ladrillo, ejecución de arquetas para el desvío de la red de vertido de la E.D.A.R., enfoscados, etc.

Se utilizarán herramientas manuales y el personal realizará el trabajo desde plataformas elevadoras.

### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Escaleras de mano

Herramientas manuales.

### PERSONAL

Albañiles

Operarios

### PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad

Guantes de goma.

Calzado de seguridad con puntera reforzada.

Gafas antiimpactos.

Guantes anticorte.

Mascarilla de protección en el corte de ladrillos.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Señales normalizadas indicativas de riesgo.

Orden y limpieza.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Los acopios se realizan en el sitio definido para ello.

Mantenimiento de protecciones colectivas existentes (barandillas).

Uso de prendas de protección individual. Ropa de trabajo, casco de seguridad, calzado de seguridad y arnés de seguridad tipo arnés (en andamios colgados) y cinturón de sujeción (montaje de andamios tubulares).

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN MÁS RELEVANTES.

Acotamiento en planta baja de zonas afectadas por andamios.

Nombramiento de responsable/s de montaje y verificación de andamios.

Asentamiento y nivelación de la zona de colocación del andamio tubular.

Los andamios cumplen normas de montaje, acceso y uso.

Uso de cinturón tipo arnés durante los trabajos en andamios colgados.

Uso de equipos de protección individual.

|   |             |
|---|-------------|
| Capítulo: NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE OBRA | Fecha:      |
| Apartado: JARDINERÍA Y PLANTACIONES                       | Revisión: 0 |

#### ACTIVIDADES

Incluye las actividades necesarias para las plantaciones en las cubetas para el desarrollo de las diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible. Las actividades serán las siguientes:

- Refino de superficies, apertura de hoyos, plantaciones, rellenos, tratamientos fitosanitarios, podas, trasplantes, riegos, etc.
- Redes de riego.

#### MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Ahoyadora

Zanjadora



Desbrozadora

Herramientas manuales

### PERSONAL

Operadores de maquinaria.

Jardineros

### PROTECCIONES PERSONALES

Ropa de trabajo o mono.

Casco de polietileno cuando se realicen trabajos con cargas suspendidas por encima de la cabeza.

Botas de seguridad.

Guantes de cuero y de goma.

Mono para fumigar.

Mascarilla autofiltrante con filtro mecánico recambiable.

Gafas antiproyección.

Cinturones anticaída.

Protección auditiva (cascos o tapones)

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Vallas de limitación y protección.

Señales de seguridad, obligatorio uso de caso, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Cinta de balizamiento.

Balizamiento luminoso.

Extintores.

## NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Las áreas de trabajo y los accesos al tajo permanecerán limpios y ordenados.

Emplear las herramientas adecuadas al trabajo que realiza.

Evitar dejar herramientas u objetos en el suelo, ya que podían dar lugar a tropiezos y caídas.

Se emplearán los equipos de protección individual recomendados en cada operación.

En caso de riesgo de caída en el trabajo en terraplenes y zonas abruptas, se preverán los puntos de anclaje necesarios para el empleo de cinturones anticaída.

Se procurará evitar la formación de barrizales en las zonas de trabajo.

Usar guantes de piel para realizar los trabajos. Mantener las herramientas de corte bien afiladas.

Lavarse bien las manos antes de comer, beber o fumar, y al final de cada turno.

Se delimitará la zona de movimiento de maquinaria con la correspondiente señalización y balizamiento y se evitará la permanencia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

Los acopios de tierra vegetal se realizarán en las áreas destinadas al efecto, evitando su ubicación en bordes de taludes y zonas de terreno inestable.

Los maquinistas poseerán la cualificación necesaria para el empleo de la maquinaria correspondiente.

Nunca trabajarán dos máquinas al mismo tiempo sin respetar las distancias de seguridad.

Las maniobras de la maquinaria serán dirigidas por el capataz o el encargado del tajo. En el caso de puntos de baja visibilidad para el maquinista, las maniobras le serán indicadas por un señalista cualificado.

Señalización visual y acústica de las maniobras de la maquinaria.

Señalizaciones interiores de obra.

Señalización en entradas y salidas de transporte pesado y maquinaria de obra.

Cumplimiento de las normas de actuación de la maquinaria utilizada durante la ejecución de los trabajos, referente a su propia seguridad.

Distribución correcta de las cargas en los medios de transporte y prohibición de sobrecargas.

Se prohibirá el transporte de personal en la maquinaria fuera de la cabina del vehículo.

Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y evitando en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.

Señalización de prohibición de paso a personal ajeno a la obra en los accesos a la misma.

Mantenimiento correcto de la maquinaria desde el punto de vista mecánico, con revisiones periódicas.

Riegos con camiones cuba en los caminos de acceso para evitar el levantamiento de polvo.

Se prohibirá a los trabajadores comer, fumar o beber en la zona de trabajo y en las áreas de acopio de la capa de tierra vegetal y de los abonos en prevención de la contaminación por agentes biológicos y químicos.

La ropa de trabajo y los equipos de protección del personal en contacto con los abonos y la tierra vegetal se guardarán en lugar apropiado, separado de la del resto del personal de obra, y se mantendrán en perfectas condiciones higiénicas y de uso.

#### Plantación de arbolado y arbustos:

Prestar atención a la tarea que se está realizando.

Verificar el buen estado de las herramientas de mano y de los EPI. En la plantación de árboles será obligatorio el uso del casco de seguridad.

Utilizar las herramientas sólo para la tarea para la que han sido diseñadas.

Mantener la zona libre de materiales y herramientas.

El transporte de herramientas y/o materiales se hará con medios mecánicos, siempre que sea posible.

Manipular los pesos superiores a 25 kg. con la ayuda de otro compañero.



En zonas de tránsito de vehículos recordar las normas descritas en el apartado sobre trabajos en vías de circulación.

Prohibido trabajar con la retroexcavadora en la zanja al mismo tiempo que lo hacen los trabajadores.

Atar el ramaje de los arbustos antes de su plantación.

No mover con las manos los cepellones de gran peso o volumen si no es con la ayuda de pértigas u otras herramientas similares.

Durante el proceso de tutorado prestar atención a los golpes en las manos con el mallo.

Antes de abandonar la zona de trabajo, verificar que el terreno está convenientemente compactado.

#### Riego manual:

Utilizar guantes de goma y dispositivos de difusión de agua.

Evitar arrastrar tramos largos de mangueras rígidas.

En caso de tramos largos (máximo 25 m), utilizar mangueras no rígidas o ayudarse por otro compañero.

Utilizar calzado de seguridad.

Evitar caminar hacia atrás mientras se arrastra la manguera.

Vaciar la manguera antes de doblarla.

Evitar que las mangueras atraviesen vías de circulación.

Si tienes las manos mojadas deberás secar bien las manos al finalizar la tarea, para evitar dermatitis, irritaciones de la piel e incluso quemaduras.

#### Abonado del terreno:

Siempre que sea posible utilizar maquinaria específica para esta tarea.

Leer la ficha técnica o información del envase del producto antes de su aplicación.

Utilizar los EPI adecuados a cada producto especificado en la correspondiente ficha técnica de seguridad.

No comer, fumar o beber mientras se esté abonando. En el caso de hacerlo, lavarse previamente las manos.

Lavarse las manos después de realizar la faena y cada vez que se vaya al baño.

Mantener una postura cómoda y procurar la rotación del personal en jornadas largas de trabajo.

Cargar sólo el peso que sea fácilmente transportable.

Observar las consignas básicas de la manipulación manual de cargas.

Se recomienda el lavado del vestuario cuando se realicen estas tareas.

Aplicación de productos fitosanitarios:

*Almacenamiento:*

- Guardar los productos en armarios cerrados con llave, señalizados convenientemente, bien ventilados y separados de los combustibles.
- Dentro del armario agrupar las sustancias por categorías de peligrosidad (tóxicos, irritantes, inflamables, etc.).
- Disponer de un juego de fichas de seguridad de los productos guardados.
- Conservarlos siempre en el embalaje original y correctamente etiquetados.
- Disponer de material absorbente y útiles para recoger posibles vertidos.

*Mezcla:*

- Consultar la ficha de seguridad de los productos fitosanitarios.
- Utilizar los EPI adecuados durante todo el proceso de aplicación, recomendados en las fichas de seguridad de los productos a aplicar.
- Respetar las dosis recomendadas.
- Realizar la mezcla al aire libre.

- Hacer la mezcla con utensilios exclusivamente destinados a este fin y limpiarlos después de su uso.
- No fumar, beber o comer durante todo el proceso.

*Antes del uso del producto fitosanitario:*

- Llene el depósito con sumo cuidado y en lugar bien ventilado. En caso de derrame, proceda a su recogida inmediata. Cierre el tapón correctamente. Las etiquetas se mantendrán siempre en los envases.
- Nunca se deben utilizar envases que no sean originales. Los envases agotados no se reutilizarán para otros fines.
- Comprobar la limpieza de los filtros de llenado, conexiones, válvulas, boquilla... Y revise las juntas.
- Revisar el estado de los correajes.
- La preparación de la mezcla debe basarse en las dosis indicadas por el fabricante. No sobredosificar. No por utilizar el producto más concentrado se va a eliminar la plaga antes.

*Aplicación del producto fitosanitario:*

- Evitar las fugas de producto.
- No aplicar en contra del viento sino a favor del viento. No comer, beber ni fumar durante la aplicación.
- No limpiar la boquilla soplando con la boca.
- Evitar hacer los tratamientos en días de mucho viento.
- Rotación del personal cuando las aplicaciones sean frecuentes.
- En épocas de calor, se fumigará a primera hora de la jornada, el sudor favorece la penetración del plaguicida a nuestro organismo a través de la piel. Nunca se fumigará más de 4 horas seguidas.
- Mantener una distancia de seguridad con terceras personas y dejar transcurrir un tiempo de seguridad necesario antes de dejar libre acceso.
- Balizar y señalizar la zona a tratar.

*Después de la aplicación del producto fitosanitario:*



- Limpiar cara y manos. Despojarse de la ropa de trabajo usada para lavarla. No lave la ropa contaminada con las ropas de casa ni permita el contacto con dichas ropas.
- Retire los envases vacíos al depósito para su recogida controlada.
- Limpiar los equipos de trabajo.
- Comprobar el estado y mantenimiento de los equipos de trabajo.
- Al finalizar la jornada dúchese.

*Actuación en caso de intoxicación:*

- Alejar al accidentado del lugar.
- Avisar a una ambulancia o trasladar al accidentado al hospital más cercano.
- Proporcionar al personal sanitario la ficha de seguridad del producto utilizado, etiqueta.
- En el caso de derrame sobre la ropa:
- Quitar la ropa contaminada y calzado y guardarla en una bolsa.
- Lavar rápidamente la piel con abundante agua y jabón, frotando suavemente para no hacer heridas.
- Secar y envolver al paciente con una sábana o ropa limpia. Mantenerlo en reposo y abrigado hasta la llegada del médico o traslado al hospital.
- En el caso de salpicadura en los ojos:
  - Sostener los párpados bien abiertos e irrigar profundamente el/los ojos con agua limpia durante 15 minutos.
  - Si dispone de lavaojos, verter directamente el chorro de agua en los ojos.
  - Acudir inmediatamente al oftalmólogo.
- En el caso de inhalación de producto:
  - Si el accidentado aún permanece expuesto al producto, en un medio cerrado, deberá ser trasladarlo al exterior (aire libre) o a una habitación en la cual todas las ventanas y puertas estén bien abiertas (lugar ventilado), tomando siempre las precauciones necesarias para evitar padecer la misma intoxicación.

- Aflojar las ropas para que pueda respirar sin dificultad. Tumbarse al accidentado, cuidando de que la boca y la nariz estén libres de obstáculos (dentaduras postizas, caramelos, chicles etc.).
- Si la respiración es dificultosa, debe brindársele respiración artificial, mientras espera la llegada de la asistencia sanitaria.
- En caso de ingestión de producto:
  - No se deben suministrar productos grasos (leche, etc.)
  - No se debe inducir a vómito cuando:
    - Está expresamente contraindicado en la etiqueta.
    - Si ha ingerido un producto corrosivo.
    - Si el paciente está inconsciente.
- En caso de estar indicado, se deberá introducir los dedos hasta el fondo de la garganta, asegurándonos de no ser mordidos por el accidentado.
- El paciente será colocado luego con la cara hacia abajo (posición de seguridad) con su cabeza baja para prevenir que el vómito expulsado entre en los pulmones.

#### Poda:

Los riesgos más frecuentes y característicos de la poda son:

- Corte con las tijeras
- Riesgos de caídas
- Caídas de ramas y herramientas de poda.
- Golpes con ramas.
- Riesgos asociados al frío
- Movimientos repetitivos

Para ello las normas preventivas a tener en cuenta son:

- Utilizarlos equipos de protección adecuados, ya sean guantes si se corta cortijeras o equipos de protección completos si se emplean motosierras.
- Colocar las escaleras de forma que su estabilidad esté asegurada.

- Evitar realizar esfuerzos laterales que puedan comprometer la estabilidad.
- Comprobar que la escalera sea suficientemente resistente.
- Comprobar que las escaleras de tijera dispongan de elementos de seguridad que impidan su apertura cuando se utilicen.
- Impedir la presencia de trabajadores en tierra en la zona en que se hace la poda en altura y utilizar fundas portaherramientas.
- Utilizar gafas de seguridad.
- Proteger las zonas peligrosas de la maquinaria.
- Mantener la distancia de seguridad entre los trabajadores que van a pie y la plataforma.
- Disponer de ropa de abrigo apropiada, para proteger del frío.
- Alternar las tareas de poda con otras que no impliquen fuerza y movimientos repetitivos con la mano, para evitar lesiones por movimientos repetitivos.
- Utilizar tijeras neumáticas, ya que disminuye el esfuerzo y por tanto la posibilidad de padecer el síndrome del túnel carpiano.
- Evitar cortar ramas muy gruesas con tijeras convencionales. Se utilizarán tijeras de dos manos, tijeras neumáticas o bien sierras o motosierras para las ramas gruesas.



|   |
|---|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> |
| Apartado: <b>CARGA/DESCARGA Y ELEVACIÓN DE MATERIALES</b>           |

Las operaciones de carga/descarga y elevación de materiales se realizarán mediante camión grúa.

Los riesgos y medidas preventivas se encuentran en el apartado “Normas de seguridad y salud para maquinaria, herramientas y equipos y medios auxiliares”

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS</b>                      | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Operaciones de transporte o sujeción (levantamiento, colocación, empuje, etc.) de una carga por parte de uno o varios trabajadores.

## PERSONAL

Operarios

## PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad

Guantes

Botas de seguridad

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Orden y limpieza

## NORMAS PREVENTIVAS

En general no sobrepasar un peso máximo de 25 Kg

En el caso de mujeres, jóvenes o mayores no superar los 15 Kg

Cuando no se pueda evitar la manipulación manual de cargas, utilizar ayudas mecánicas y otros elementos auxiliares.

Si las dimensiones o el peso de la carga así lo aconsejan, fraccionar el peso o solicitar ayuda a otras personas

Emplear un método correcto de elevación y transporte de cargas, eligiendo el trayecto libre de obstáculos

Examinar la carga antes de manipularla para evitar posibles riesgos (astillas, clavos, etc.)

Se manipularán las cargas con el lado más pesado cerca del cuerpo.

Si las cargas se encuentran en el suelo se utilizarán los músculos de las piernas más que los de las espalda para disminuir la tensión de la zona lumbar:

- Planificar el levantamiento
- Colocar los pies separados para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento
- Doblar las piernas manteniendo la espalda recta
- Agarre firme de la carga
- Levantamiento suave
- Evitar giros

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CADA FASE DE OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>RED DE SUMINISTRO ELÉCTRICO</b>                        | Revisión: <b>0</b> |

## ACTIVIDADES

Comprende todas las actividades necesarias para dotar de puntos de luz a las cubetas de las diferentes técnicas de drenaje urbano. Los trabajos son los siguientes:

- Descarga y acopio.
- Ejecución de zanjas.
- Instalación de tubos para conductores, protección de los mismos, cableado de las redes de alta y baja tensión.
- Obras de fábrica (pozos, arquetas, cámaras para alojamiento de transformadores, casetas de transformación), conexiones con el exterior.
- Obras de cruce bajo vías y otras infraestructuras.
- Instalación de centros de transformación, cuadros de control y aparellaje.
- Obras complementarias (acopios, pruebas, instalaciones de seguridad, etc.).

## MAQUINARIA, EQUIPO E INSTALACIONES

Compresor y equipo complementario.

Retroexcavadora.

Pala cargadora.

Minidúmpster.

Camiones.

Compactadoras.



### PERSONAL

Operadores de maquinaria.

Albañiles.

Electricistas.

### PROTECCIONES PERSONALES

Cascos, para todas las personas que trabajen o visiten la obra. Uso obligatorio en toda y cada una de las actividades.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos. Manipulación de materiales, cargas, descargas, empleo de martillos rompedores.

Guantes de goma finos, para operarios que trabajen en hormigonado y albañilería. Hormigonados, colocación de ladrillos, elaboración de mezclas para agarres y enfoscados.

Botas de agua, cuando su empleo sea preciso. Trabajos en medios húmedos o con la presencia de agua.

Botas de seguridad. Uso obligatorio en toda y cada una de las actividades.

Mascarillas antipolvo. Movimientos de tierras.

Gafas contra impactos y antipolvo. Empleo de martillos rompedores y picadores.

Protectores auditivos. Empleo de martillos rompedores y picadores o cuando se esté próximo a fuentes de ruido.

Cinturón antivibratorio. Empleo de martillos.

Guantes dieléctricos.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Detectores de líneas eléctricas.

Vallas de limitación y protección.

Señales de tráfico en número suficiente.

Señales de seguridad, obligatorio uso de casco, prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

Pasarelas.

Cinta de balizamiento.

Balizamiento luminoso.

Extintores.

### NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

#### Excavación de zanjas, arquetas y pozos:

Solicitar cortes puntuales a las compañías de servicios que afecten a la obra.

Sincronización entre apertura y cierre de zanjas para que estén abiertas el menor tiempo posible.

La entibación de los cortes de excavación que la requieran se realizará en franjas horizontales, empezando por la parte superior del corte.

Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.

Apertura de zanjas con profundidad superior a 2 metros, se ataluzará los bordes a 45° en la altura en la que la zanja exceda de los 2 metros de altura o más, si el terreno lo precisa.

Las zanjas estarán debidamente señalizadas y delimitado su acceso mediante barandilla rígida para evitar caídas del personal a su interior. Las aproximaciones al borde, con cinturón de seguridad anclado a la pica.

Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.

Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.

Se prohíbe la estancia de personal trabajando en trabajos superpuestos.

No se apilarán materiales a una distancia del borde de la excavación menor a la profundidad de la zanja.

Los bordes, en la coronación de las zanjas y pozos estarán limpios, para evitar la caída de materiales al fondo de la excavación.

Para el descenso al fondo de la excavación de pozos se instalarán escaleras de mano ancladas y que superen 1 metro el borde de la excavación. Los trabajos en pozos estarán supervisados durante su ejecución por un operario que estará fuera de la excavación.

Prohibición total de utilizar el cazo de la excavadora como medio de transporte y elevación de personas.

Queda terminantemente prohibido depositar tierras, herramientas y materiales al borde de la zanja. Distancia de seguridad igual o mayor a la profundidad de la zanja.

Habilitación de pasarelas sobre las zanjas cada 15 metros. Prohibido saltar sobre las zanjas para cruzarlas.

En las zanjas se colocarán zonas de acceso y escape (escaleras) cada 15 metros.

Los pozos y arquetas deberán quedar protegidos para evitar caídas.

Las zanjas estarán abiertas el menor tiempo posible.

Los taludes serán controlados y revisados por el Jefe de Obra antes de trabajar en la base la primera vez y revisiones periódicas cada día.

En zanjas anegadas, achique inmediato.

En caso de uso de torno o maquinillo, perfecto anclaje y contrapeso.

Cuando el trabajador tenga que permanecer en el fondo de la zanja, en función de terreno y profundidad, hay que entibar. Esta decisión será tomada por el Coordinador de Seguridad y Salud, Dirección Facultativa y Comisión de Seguridad y Salud.

#### Obras de fábrica:

Se revisará el estado de las herramientas y medio auxiliares que se utilicen, separando o desechando las que no reúnan las condiciones adecuadas.

Se desecharán los materiales que estén en mal estado.



Se sujetará el cinturón de seguridad a algún punto adecuado, cuando el trabajo se realice con riesgos de caída desde más de 2 metros de altura y no existan protecciones colectivas adecuadas.

Se utilizará sólo madera que no tenga nudos, para confeccionar barandillas, plataformas de trabajo, etc.

El desencofrado se realizará en el sentido de arriba hacia abajo.

No se dejarán nunca clavos en la madera.

Los encofradores se asegurarán que todos los elementos de encofrado estén firmemente sujetos antes de abandonar el trabajo.

Antes de iniciar el hormigonado se comprobará el estado de los encofrados, la limpieza de las superficies de éstos y las superficies del terreno que hayan de estar en contacto con el hormigón, con el fin de garantizar no sólo la calidad de la obra sino también la estabilidad y seguridad de los encofrados.

#### Conexión a la red y puesta en servicio:

Además de los riesgos expuestos, la Empresa instaladora contratada al efecto, facilitará al Jefe de la Obra los riesgos a los que puedan estar sus propios operarios, así como aquellos que puedan afectar al resto de los trabajadores de la obra y las medidas preventivas previstas durante la ejecución de los trabajos, para evitar y si ello no es posible reducir y controlar los riesgos.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>PLAN DE CIRCULACIÓN DE OBRA</b>                    | Revisión: <b>0</b> |

Antes del comienzo de los diversos trabajos y para cada uno en particular se elaborará un plan de circulación que integre a los distintos usuarios de la E.D.A.R., personal propio de las instalaciones y personal encargado de la ejecución de las obras.

Se tendrá en cuenta principalmente:

- La interferencia de trabajos y operaciones ya sean al mismo nivel o a distintos situados en la misma vertical.
- La circulación horizontal o a distintos niveles realizadas por el personal.
- La protección y señalización de desplazamiento de materiales suspendidos.
- La circulación de la maquinaria, recorridos, aparcamientos y a la entradas y salidas de los tajos.
- El almacenamiento, acopio y suministro de materiales a la obra y zonas de utilización.
- Trabajos realizados próximos o en vías de circulación, su señalización, balizamiento y defensa.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>SEÑALIZACIÓN</b>                                   | Revisión: <b>0</b> |

Tienen una utilización general en toda la obra. Se utilizarán las señales que en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo establece el RD 485/1997 de 14 de Abril. Se emplearán tres tipos de señales:

- Señales de prohibición.

- Señales de obligación.
- Señales de advertencia.
- Señales de salvamento y socorrismo.
- Situación de seguridad.

Las señales de prohibición y obligación tendrán forma de círculo y sus fondos rojos y azules, respectivamente. Para los carteles de advertencia la forma establecida es la triangular con el fondo amarillo. La forma rectangular es la reservada para la señalización de información con fondos azules o verdes. La correcta utilización de estas señales y el cumplimiento de sus indicaciones evitará las situaciones peligrosas y numerosos accidentes.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>                       | Revisión: <b>0</b> |

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

### Estudio previo:

Se determinarán las secciones de los cables, los cuadros necesarios, su situación así como las protecciones necesarias de las personas y de las máquinas. Todo ello según lo contenido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### Cables y empalmes:

Los calibres de los cables serán los adecuados para la carga que han de soportar en función del cálculo realizado.

La funda de los hilos será perfectamente aislante, despreciando las que apareciesen repeladas, empalmadas o con sospecha de estar rotas.

La distribución a partir del cuadro general de obra, se hará con cable manguera antihumedad perfectamente protegido; siempre que sea posible irá enterrado, señalizándose su trayecto en los lugares de paso.



No se colocarán por el suelo, en zonas de paso de vehículos y acopios de cargas; caso de no poder evitar que discurran por esas zonas se dispondrán elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Asimismo, deberán colocarse elevados si hay zonas encharcadas.

Los empalmes provisionales y alargaderas, se harán con empalmes especiales antihumedad, del tipo estanco.

Los empalmes definitivos se harán mediante cajas de empalmes, admitiéndose en ellos una elevación de temperatura igual a la admitida para los conductores. Las cajas de empalmes serán de modelos normalizados para intemperie.

Siempre que sea posible, los cables irán colgados, los puntos de sujeción estarán perfectamente aislados. Las mangueras tendidas por el suelo, al margen de deteriorarse y perder protección, son obstáculos para el tránsito normal de trabajadores.

Sus extremos estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión y se prohíbe conectar directamente los hilos desnudos en las bases del enchufe.

#### Interruptores:

Los interruptores estarán protegidos, en cajas de tipo "blindado" con cortacircuitos fusibles y ajustándose a las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se instalarán dentro de cajas normalizadas con puerta y cierre, con una señal de "Peligro de Electrocutación" sobre la puerta.

#### Cuadros Eléctricos:

Cada cuadro eléctrico irá provisto de su toma de tierra correspondiente a través del cuadro eléctrico general y señal de "Peligro de Electrocutación" sobre la puerta que estará provista de cierre.

Irán montados sobre tableros de material aislante, dentro de una caja que los aisle, montados sobre soportes o colgados de la pared, con puerta y cierre de seguridad.

El cuadro eléctrico general se accionará subido sobre una banqueta de aislamiento eléctrico específico. Su puerta estará dotada de enclavamiento.

El cuadro eléctrico general se instalará en el interior de un receptáculo cerrado con ventilación por rejillas y puerta con cerradura.

#### Toma de corriente:

Las tomas de corriente serán blindadas, provistas de una clavija para toma de tierra y siempre que sea posible, con enclavamiento.

Preferentemente se colocarán en los laterales del armario para facilitar que éste pueda permanecer cerrado.

Las bases de enchufe dispondrán de los correspondientes puntos de toma de tierra.

#### Interruptores automáticos:

Se colocarán todos los que la instalación requiera, pero de un calibre tal que "salten" antes de que la zona de cable que protegen lleguen a la carga máxima.

Con ellos se protegerán todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado.

#### Disyuntores diferenciales:

Todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado irán protegidos con disyuntor diferencial de 300 mA. para la protección de fuerza y de 30 mA. para la protección del sistema de alumbrado.

#### Toma de tierra:

La toma de tierra de la maquinaria se hará mediante hilo de toma de tierra específico y por intermedio del cuadro de toma de corriente y cuadro general en combinación con los disyuntores diferenciales.

La conductividad del terreno en el que se ha instalado la toma de tierra (pica o placa), se aumentará regándola periódicamente con un poco de agua.

Para el interruptor diferencial de 30 mA. la resistencia a tierra será  $\leq 800$  ohmios y para el de 300 mA. la resistencia a tierra será  $\leq 80$  ohmios.

En el caso de que hubiera que colocar varios electrodos, la separación entre ellos deberá ser:

Placas: 3 m.

Picas: si son necesarias picas conectadas en paralelo, la distancia entre ellos será igual a la longitud enterrada de las mismas.

En cualquier caso las dimensiones mínimas de los elementos constitutivos de la instalación de protección, tal y como determina el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión serán:

#### Alumbrado:

El alumbrado de la obra en general y de los tajos en particular será "bueno y suficiente", con la claridad necesaria para permitir la realización de los trabajos.

El alumbrado estará protegido por disyuntor diferencial de 30 mA instalado en el cuadro general.

Siempre que sea posible, las instalaciones del alumbrado será fijadas. Cuando sea necesario utilizar lámparas portátiles, serán normalizas, enjauladas y con mango aislante.

Cuando utilicen portátiles en tajos en que las condiciones de humedad sean elevadas, la toma de corriente se hará en un transformador portátil de seguridad 24 V.

Cuando se utilicen focos, se situarán sobre pies derechos de madera o sobre otros elementos recubiertos de material aislante, colocados a un mínimo (si es posible) de 2 m. de altura sobre el pavimento para evitar los deslumbramientos que suelen producir los focos a baja altura.

Todas las zonas de paso de la obra, y principalmente las escaleras, estarán bien iluminadas, evitando los "rincones oscuros".

#### Mantenimiento y reparaciones:

Todo el equipo eléctrico se revisará periódicamente, por el electricista instalador de la obra.

Las reparaciones jamás se harán bajo corriente. Antes de realizar una reparación se quitarán los interruptores de sobreintensidad, colocando en su lugar una placa de "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

Las nuevas instalaciones, reparaciones, conexiones, etc., únicamente las realizarán los electricistas.

#### Señalización:



Si en la obra hubiera diferentes voltajes (125 V., 220 V., 380 V.) en cada toma de corriente se indicará el voltaje a que corresponda.

Todos los conductores eléctricos, generales, de maquinaria y las carcasas de maquinaria eléctrica tendrán adherida una señal de "Peligro Electrocción" de tipo normalizado.

Las herramientas tendrán mangos aislantes.

Si se utilizan escaleras o andamios para hacer reparaciones, cumplirán con las especificaciones y normativas estipuladas en sus correspondientes apartados dentro de este mismo Estudio de Seguridad.

#### PROTECCIONES INDIVIDUALES

Botas aislantes de electricidad.

Casco de polietileno.

Cinturón de seguridad.

Guantes aislantes de la electricidad.

Mono de trabajo.

Banqueta o alfombrilla aislante.

Comprobadores de tensión.

Herramientas aislantes.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>                    | Revisión: <b>0</b> |

Para la prevención de este riesgo se dispondrá en obra de extintores portátiles de polvo seco polivalente.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD CONTRA EL FUEGO

Designación de un equipo especialmente adiestrado en el manejo de estos medios de extinción.

Se prohibirá fumar en las zonas de trabajo donde exista un peligro evidente de incendio, debido a los materiales que se manejan.

Obligación por parte de todos de comunicar cualquier conato de incendio al personal antes citado.

Colaboración en la extinción, por parte de todo el personal.

Avisar sistemáticamente al servicio de bomberos municipal.

Prohibir el paso a las obras, tajos e instalaciones a personas ajenas a la Empresa.

Los Extintores se situarán preferentemente en zona de acopio o almacenamiento de materiales combustibles (en accesos o lugares visibles).

Asimismo, deben tenerse en cuenta otros medios de extinción, tales como el agua, la arena, herramientas de uso común (palas, rastrillos, picos, etc.).

Todas estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial si es posible, o disminuya sus efectos, hasta la llegada de los bomberos, los cuales, en todos sus casos, serán avisados inmediatamente.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>PERSONAL DE OBRA EN GENERAL</b>                    | Revisión: <b>0</b> |

## OBLIGACIONES

Debe conocer y cumplir las "Normas de Seguridad" relativas a su tajo y puesto de trabajo.

Debe conocer y respetar las "Normas de Seguridad" extensible a los riesgos genéricos comunes a toda la obra".

Es obligatorio el uso de todo el equipo de protección personal que, por su actividad y puesto de trabajo, se le asigne.

El casco y botas de seguridad son obligatorias en todo el recinto de la obra.

En todos los trabajos en los que se pueden producir proyección de materiales (picar hormigón, uso de radial, descarga de cubos, etc.) es obligado el uso de gafas protectoras.

Awise inmediatamente de todos los peligros que observe.

Si detecta la caída de materiales, desde algún punto de la obra, póngalo en conocimiento del Encargado o del Técnico de Seguridad.

Ayude a mantener las protecciones colectivas de la obra.

Respete la señalización existente en la obra.

Si observa a otro trabajador, sea cual sea su categoría, realizando alguna labor de forma peligrosa para él o para sus compañeros, comuníquesele para advertirle del riesgo que corre, o que genera para otros, o para terceros.

Utilice los caminos y accesos acondicionados para ello. En caso de no existir un acceso en condiciones, debe ponerlo en conocimiento del Encargado o Técnico de Seguridad.

Los desplazamientos por las zonas de trabajo se deben realizar siempre por los lugares de paso, nunca por encima de materiales acopiados ni sobrepasando obstáculos o máquinas.



Para acceder a zonas a diferente altura se deben utilizar escaleras correctamente instaladas, nunca cuerpos de andamio o tablonés.

Está prohibido utilizar escaleras de mano para alcanzar alturas de más de 5 metros.

Está prohibido utilizar una escalera de mano de más de 3 metros que no esté bien fijada en ambos extremos.

Las escaleras de mano deben sobrepasar en 1 metro la altura a alcanzar. Si no se dispone de la escalera apropiada se debe solicitar al encargado o al servicio de seguridad de la obra.

Siempre que se vaya a acceder a una nueva zona de trabajo, se debe acondicionar un acceso que garantice la seguridad de toda persona que se dirija a esa zona. Si tiene alguna duda sobre cómo hacerlo, consulte al encargado o al servicio de seguridad de la obra. En caso de no disponer del material necesario debe solicitarlo al encargado o al servicio de seguridad de la obra.

Dé preferencia a las máquinas sobre su vehículo.

No estacione su vehículo en zonas de paso o en caminos. Si no existe espacio suficiente, comuníquelo a su superior o al Técnico de Seguridad para que habilite y acondicione el espacio necesario.

La velocidad máxima permitida en la obra es de 50 km/h, excepto para la zona de oficinas que se limitará la máxima velocidad a 30 km/h. Nunca debe circular a mayor velocidad por los caminos de obra ni por los accesos a la misma.

Siga las instrucciones de sus superiores.

Use las herramientas adecuadas. Cuando finalice, guárdelas.

Ante cualquier accidente "IN ITINERE", estará obligado a comunicarlo inmediatamente a la obra. De no poder ser, deberá exigir al Médico que le asista un documento que acredite dicho accidente con la hora y lugar donde se ha producido. Se entiende por accidente "IN ITINERE" el que se produce en el camino habitual de ida o regreso del trabajo y en el tiempo correspondiente a los horarios de entrada y salida de la obra.

Ayude a mantener el orden y la limpieza en la obra.

Dentro de la obra se deben mantener los materiales en el mayor orden posible, retirando los restos de materiales utilizados a puntos concretos, agrupados y lejos de los lugares de paso, hasta su retirada.

Los restos de envoltorios y comida de los almuerzos se deben recoger y colocar dentro de los cubos de basura existentes para ello. En caso de que no exista cubo en las proximidades de alguno de los tajos, deberá comunicarlo al Encargado o al Técnico de Seguridad.

Los vestuarios, aseos y comedor deben mantenerse limpios y ordenados.

### PROHIBICIONES

No se aproxime nunca a una máquina en funcionamiento. Mantenga la distancia de seguridad. En caso de que tenga que entrar en el radio de acción de la máquina, asegúrese de que el maquinista tiene conocimiento de ello antes de entrar en esa zona.

No abandone nunca una herramienta mecánica conectada, debe asegurarse de que la ha desconectado y ha recogido el cable antes de depositarla en el suelo.

No procede realizar la limpieza o el mantenimiento de máquinas y elementos móviles, si no se ha asegurado previamente de que la máquina está parada y comunique al operador de la máquina la tarea que va a realizar y el punto de trabajo. Coloque en el pupitre de accionamiento el cartel que indica "personal trabajando" para evitar que se accionen los mandos por personas que desconozcan su situación.

No deje nunca materiales ni herramientas en lugares desde los que se puedan caer.

Está prohibido arrojar materiales desde alturas superiores a los 2 metros. En caso de que sea necesario, se acordará una zona de seguridad que impida el acceso de personas a la zona de caída de materiales.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>VISITANTES</b>                                     | Revisión: <b>0</b> |

## OBLIGACIONES

Debe conocer y cumplir las "Normas de Seguridad" relativas al personal visitante de las obras.

Siga las instrucciones del personal que le acompaña en la visita.

El casco y botas de seguridad son obligatorias en todo el recinto de la obra.

Respete la señalización existente en la obra.

Utilice los caminos y accesos acondicionados para las visitas.

Los desplazamientos por las zonas se deben realizar siempre por los lugares de paso, nunca por encima de materiales acopiados ni sobrepasando obstáculos o máquinas. Dé siempre preferencia de paso a las máquinas y vehículos.

Si visita algún área de trabajo concreto, deberá ser acompañado por la persona responsable que le informará sobre las normas de seguridad a seguir en prevención de posibles accidentes.

## PROHIBICIONES

Está prohibido permanecer o visitar la obra, si no se está debidamente autorizado y acompañado del personal responsable durante la visita.

No se salga del itinerario marcado para el personal visitante de las obras.

No se sitúe jamás debajo de cargas suspendidas.

No se sitúe en zonas donde puedan caer objetos, herramientas o materiales provenientes de las zonas superiores de trabajo.



No se aproxime nunca a una máquina en funcionamiento. Manténgase siempre fuera de su radio de acción.

No se acerque a los órganos móviles de las máquinas.

Está prohibido tomar fotos o películas en la obra si no se cuenta con autorización expresa.

#### 1.4.2.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS Y MEDIOS AUXILIARES

##### 1.4.2.1.- MAQUINARIA

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>PALA MIXTA</b>                                     | Revisión: <b>0</b> |

#### RIESGOS

Atropellos (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).

Deslizamiento de la máquina (en terrenos embarrados).

Vuelco de la máquina

Choque contra otros vehículos

Caída de personas al subir o bajar de la máquina

Proyección de objetos.

Golpes

Vibraciones

Ruido propio y de conjunto

Quemaduras (trabajos de mantenimiento).

Atrapamiento (trabajos de mantenimiento).

Interferencias en infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad).

Incendio.

Los derivados de trabajos realizados en ambientes polvorientos.

Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas extremas.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

#### Generales:

Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinaria para movimientos de tierras deberán recibir una formación especial.

Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones vehículos o maquinarias para movimiento de tierras.

Se respetarán las entradas, salidas y vías de circulación marcadas en la obra y se respetarán las indicaciones de los señalistas.

No se invadirá, bajo ninguna circunstancia, las zonas reservadas a circulación peatonal.

#### De la máquina:

No se admitirán máquinas sin la protección de cabina antivuelco instalada (o pórtico de seguridad).

Estas máquinas estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios.

Estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Tendrán luces y bocina de retroceso.

Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión.

La máxima pendiente a superar con el tren de rodaje de orugas será del 50 %, con el tren de rodaje de neumáticos será del 20 % en terrenos húmedos y del 30 % en terrenos secos.

Para el operador:

Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función.

Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos.

No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o el motor en funcionamiento.

Para realizar operaciones de servicio, previamente apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina.

No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pala, pueden incendiarse.

Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambo de aceite de motor y sistema hidráulico, con el motor frío; no fumar al manipular la batería o abastecer combustible, etc.)

Durante la limpieza de la máquina, protéjase con mascarilla, mono, mandil y guantes de goma cuando utilice aire a presión.

No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Los conductores, antes de realizar nuevos recorridos, harán a pie el camino con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones de la cuchara.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Guantes de uso general contra agresiones mecánicas.

Botas de seguridad

Buzo de trabajo de alta visibilidad con bandas reflectantes

Traje impermeable



Botas impermeables

Protectores auditivos

Balizamiento de zonas de trabajo con desniveles.

Topes para evitar el riesgo de caída del vehículo.

Extintor de incendios.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MÁQUINA DE TABLESTACAS</b>                         | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Vuelco al subir o bajar la máquina de la góndola o en su fase de montaje

Golpes por objetos en maniobras suspendidas

Caídas de personas al mismo nivel

Caídas de personas a distinto nivel

Atropellos

Atrapamiento entre las tablestacas

Caídas de objetos a distinto nivel

Caída al subir o bajar de la máquina

Golpes y cortes al manipular herramientas y tablestacas, etc.

Atropamientos entre los elementos móviles de la máquina y entre tablestacas

Aplastamiento de extremidades por las orugas de la máquinas

Sobreesfuerzos al mover peso

Caída de tablestacas por rotura de la cadena

Vuelco de la máquina

Contacto eléctrico indirecto

Polvo ambiental

Vibración

Ruido

Vibraciones

Vuelco de la máquina

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas de la máquina para la hinca de tablestacas se recogen en el apartado correspondiente a la actividad de tablestacas.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco

Guantes

Botas de Seguridad

Chaleco reflectante

Protectores auditivos

En caso de desarrollo de polvo o utilización de aire a presión como material limpiador (mascarilla de protección y gafas de protección)

Ropa de trabajo adecuada

Apartado: **COMPACTADOR DE RODILLO**

Revisión: **0**

## RIESGOS

Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.)

Máquina en marcha fuera de control

Vuelco (por fallo del terreno o inclinación excesiva)

Caída por pendientes

Choque contra otros vehículos (camiones, otras máquinas, etc.)

Incendios (mantenimiento)

Quemaduras (mantenimiento)

Caída de personas al subir o bajar de la máquina

Ruido

Vibraciones

Los derivados de trabajos continuados y monótonos

Los derivados del trabajo realizado en condiciones meteorológicas duras

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El operador permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo esté parado.

Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule sobre superficies inclinadas, así como la consistencia mínima del terreno, necesaria para conservar dicha estabilidad.

Las reparaciones y operaciones de mantenimiento se harán con la máquina parada.



### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de seguridad (al bajar de la máquina)

Calzado de seguridad antideslizante

Ropa de trabajo adecuada

Cinturón antivibratorio

Guantes

Protectores antirruidos

Balizamiento de zonas de trabajo con desniveles.

Topes para evitar el riesgo de caída del vehículo.

Extintor de incendios.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>COMPACTADORES MANUALES</b>                         | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Golpes en manos y muñecas por retroceso de la manivela de arranque al poner la máquina en marcha.

Golpes y/o atrapamientos en manos, brazos y pies al efectuar giros en zanjas estrechas.

Vuelcos originados por distracción del operario.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

A la vista de los riesgos anteriores, deberán adoptarse las siguientes medidas preventivas:

La máquina deberá ser manejada única y exclusivamente por personal debidamente instruido al respecto, prestando siempre la máxima atención y evitando posibles descuidos.

El operario deberá utilizar obligatoriamente botas de seguridad y guantes de cuero.

Asimismo, se protegerá con cinturón antivibratorio siempre que permanezca al mando de la máquina durante toda la jornada de trabajo, o bien en intervalos ininterrumpidos de tiempo superiores a treinta (30) minutos.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de seguridad (al bajar de la máquina)

Calzado de seguridad antideslizante

Ropa de trabajo adecuada

Cinturón antivibratorio

Guantes

Protectores antirruidos

Balizamiento de zonas de trabajo con desniveles.

Topes para evitar el riesgo de caída del vehículo.

Extintor de incendios.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>CAMIÓN DE RIEGO BITUMINOSO</b>                     | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Caída por personas desde la máquina

Caída de personas al mismo nivel

Golpes

Atrapamientos

Incendios

Explosiones

Quemaduras

Sobreesfuerzos (paleo circunstancial)

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El maquinista tendrá en todo momento a su disposición las normas de uso y mantenimiento de la máquina.

El personal no debe llevar ropa holgada, cabellos largos, joyas, anillos, etc, en evitación de atrapamientos.

La señalización de seguridad colocada en la máquina estará limpia y legible.

El manejo de la máquina quedará limitado al personal encargado al respecto.

Queda prohibido el manejo de la máquina sin los elementos de seguridad: resguardos, parada de emergencia, etc.

El mantenimiento y reparación de la máquina se hará por personal especializado.



Antes de poner en marcha la máquina hay que comprobar la ausencia de personas alrededor de la misma y que puedan correr peligro.

La máquina se mantendrá a distancia suficiente de bordes de terraplenes y vaciados para evitar su vuelco al ceder el terreno.

No transitar por pendientes en sentido transversal.

El equipo de trabajo y material de carga hay que llevarlo en todo caso cerca del suelo, especialmente al bajar pendientes.

Al abandonar la cabina el operador, la máquina debe quedar de tal forma que no pueda deslizarse por sí misma, ni usarse por personas no autorizadas.

No se permite la permanencia sobre la máquina en marcha a otra persona que no sea el conductor para evitar accidentes por caída.

Durante el funcionamiento de la máquina está prohibida la permanencia de personas en el contenedor de arena, así como la manipulación con barras, palas, rastrillos, etc.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Botas de media caña, impermeables

Ropa de trabajo

Guantes impermeables

Balizas reflectantes

Balizas luminosas

Conos de señalización

Paneles direccionales

Extintores

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>EXTENDEDORA</b>                                    | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Caída de personas desde la máquina.

Caída de personas al mismo nivel.

Los derivados de los trabajos realizados bajo altas temperaturas (suelo caliente + radiación solar + vapor).

Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico (nieblas de humos asfálticos).

Quemaduras.

Sobreesfuerzos (paleo circunstancial).

Atropello durante las maniobras de acoplamiento de los camiones de transporte de aglomerado asfáltico con la extendedora.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

No se permite la permanencia sobre la extendedora en marcha a otra persona que no sea el conductor, para evitar accidentes por caída.

Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos en la tolva estarán dirigidas por un especialista, en previsión de los riesgos por impericia.

Todos los operarios de auxilio quedarán en posición en la cuneta por delante de la máquina durante las operaciones de llenado de la tolva, en prevención de los riesgos por atrapamiento y atropello durante las maniobras.

Los bordes laterales de la extendedora, en prevención de atrapamientos, estarán señalizados a bandas amarillas y negras alternativas.

Todas las plataformas de estancia o para seguimiento y ayuda al extendido asfáltico, estarán bordeadas de barandillas tubulares en prevención de las posibles caídas, formadas por pasamanos de 90 cm de altura, barra intermedia y rodapié de 15 cm desmontable para permitir una mejor limpieza.

Se prohíbe expresamente el acceso de operarios a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Botas de media caña, impermeables.

Ropa de trabajo.

Guantes impermeables.

Mandil impermeable.

Polainas impermeables.

Orden y limpieza

Extintores

|   |             |
|---|-------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:      |
| Apartado: <b>CAMIÓN BASCULANTE</b>                              | Revisión: 0 |

#### RIESGOS

Atropello de personas (entrada, salida, etc.).

Choques contra otros vehículos.

Vuelco del camión.

Caída (al subir o bajar de la caja).



### MEDIDAS PREVENTIVAS

Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa, el vehículo quedará frenado y parado por topes.

Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante para prevenir los riesgos de sobrecarga. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de polietileno

Ropa de trabajo

Calzado de seguridad

Topes de seguridad

Orden y limpieza

Extintores

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>CAMIÓN GRÚA</b>                                    | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Vuelco del camión

Atrapamientos

Caidas al subir (o bajar) a la zona de mandos

Atropello de personas

Desplome de la carga

Golpes de la carga

Golpes por la carga de paramentos (verticales u horizontales)

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores.

Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por especialistas, en prevención de riesgos por maniobras incorrectas.

Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.

No se sobrepasará la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión.

El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán dirigidas por un señalista.

Se prohíbe estacionar o circular con el camión a distancias inferiores a 2 m de corte de terreno.

No realizar nunca arrastres de carga o tirones sesgados.

Se prohíbe la permanencia de personas entorno al camión a distancias inferiores a 5 m.

No permanecerá nadie bajo las cargas en suspensión.

No dar marcha atrás sin la ayuda del señalista.

No se abandonará nunca el camión con una carga suspendida.

Ninguna persona ajena al operador accederá a la cabina o manejará los mandos.

Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos poseerán pestillo de seguridad.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de polietileno

Ropa de trabajo

Calzado de seguridad

Topes de seguridad

Orden y limpieza

Extintores

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>HORMIGONERA</b>                                    | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Atropello de personas.

Colisión con otras máquinas (movimiento de tierras, camiones, etc.).

Vuelco del camión.



Golpes por el manejo de las canaletas o cubilote.

Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o de limpieza.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

El recorrido de los camiones-hormigonera en el interior de la obra se efectuará según se indique.

Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelcos de los camiones-hormigonera.

La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.

Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones hormigonera sobrepasen 2 metros (como norma general) del borde.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de polietileno

Ropa de trabajo

Guantes de P.V.C. o goma

Guantes de cuero

Botas de seguridad

Impermeables para tiempo lluvioso

Orden y limpieza

Topes para los vehículos

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MINIDUMPER</b>                                     | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Vuelco de la máquina durante el vertido

Vuelco de la máquina en tránsito

Atropello de personas

Choque por falta de visibilidad

Caída de personas transportadas

Los derivados de la vibración constante durante la conducción

Polvo ambiental

Golpes con la manivela de puesta en marcha

Vibraciones

Ruido

Los derivados de respirar monóxido de carbono (trabajos en locales cerrados o mal ventilados)

Caída del vehículo durante maniobras en carga en marcha de retroceso

## MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta obra, el personal encargado de la conducción del dumper será especialista en el manejo de este vehículo. Preferiblemente estarán en posesión del carnet de conducir (Clase B).

Los caminos de circulación interna serán los utilizados para el desplazamiento de los dumpers en prevención de riesgos por circulación por lugares inseguros.

Se instalarán topes final de recorrido de los dumpers ente los taludes de vertido.

Se prohíbe expresamente los "colmos" del cubilete de los dumpers que impidan la visibilidad frontal.

En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tabloneros y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper, de forma desordenada y sin atar.

Se prohíbe expresamente conducir los dumpers a velocidades superiores a 20 km/h.

Los dumpers a utilizar llevarán en el cubilote un letrero en el que se diga cuál es la carga máxima admisible.

Los dumpers que se dediquen en esta obra para el transporte de masas poseerán en el interior del cubilote una señal que indique el llenado máximo admisible para evitar los accidentes por sobrecarga de la máquina.

Se prohíbe expresamente el transporte de personas sobre los dumpers de la obra.

Los dumpers de esta obra estarán dotados de faros de marcha adelante y de retroceso.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de polietileno

Cinturón elástico antivibratorio

Calzado de seguridad

Botas de seguridad impermeables (zonas embarradas)

Trajes para tiempo lluvioso

Orden y limpieza

Extintores



|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>CAMIÓN DE TRANSPORTE</b>                           | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Se consideran exclusivamente los comprendidos desde el acceso a la salida de la obra:

Atropello de personas.

Choque contra otros vehículos.

Vuelco del camión.

Caídas (al subir o bajar de la caja).

Atrapamientos (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas).

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El acceso y circulación internos de camiones en la obra se efectuará tal y como se describa.

Las operaciones de carga y descarga de los camiones se efectuarán en los lugares señalados.

Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.

Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición (salida) del camión serán dirigidas por un señalista.

El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerillas metálicas.

Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.

Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado será gobernada desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no habrá nunca personas, en previsión de lesiones por descontrol durante el descenso.

El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme, compensando los pesos, repartida de la manera más uniforme posible.

El gancho de la grúa auxiliar estará dotado de pestillo de seguridad.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Casco de polietileno.

Cinturón de seguridad clase A o C.

Botas de seguridad.

Ropa de trabajo.

Manoplas de cuero.

Guantes de cuero.

Salva hombros y cara de cuero (transporte de cargas a hombro).

Orden y limpieza

Extintores

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>ZANJADORA</b>                                      | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Vuelco por causas humanas o mecánicas

Atropellos o choques contra vehículos u objetos

Riesgos derivados de la marcha de la máquina fuera de control

Golpes y atrapamientos entre las partes móviles

Exposición a vibraciones

Ruido

Carga mental: monotonía y continuidad del trabajo

Condiciones meteorológicas adversas

Quemaduras o contactos térmicos en tareas de mantenimiento

Incendio por cortocircuito

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Las maniobras de la maquinaria, estarán dirigidas por persona distinta al conductor (señalista), si se trabaja en calzadas o en zonas próximas a éstas.

Deberá ser utilizada exclusivamente por personal capacitado y autorizado, conociendo las particularidades de la obra

Diariamente, antes del comienzo de la jornada, se inspeccionará el buen funcionamiento del motor, sistema hidráulico, mandos, neumáticos...

La zanjadora se utilizará exclusivamente para el trabajo para el que está diseñado. Evitar el trabajo en pendientes pronunciadas



## PROTECCIONES PERSONALES

Calzado de seguridad

Guantes de protección

Gafas antiproyecciones

Mascarilla antipolvo

Cascos de seguridad.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>DESBROZADORA</b>                                   | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Proyecciones de fragmentos o partículas

Incendios o explosión

Golpes o contactos con elementos móviles

Atrapamiento por o entre objetos

Caída de objetos en manipulación

Golpes cortes por objetos o herramientas

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El protector del útil del corte, siempre estará puesto durante el trabajo, según recomendación del fabricante.

Evitar los rebotes y el contacto del útil metálico de corte con las piedras.

No cortar con la zona cortante comprendida entre las 12 y 15 h (comparando éste con la esfera del reloj)

No moverse con la máquina en marcha más de 10 metros. Comprobar el estado del útil cada día, si tiene alguna fisura, se desechará.

Para arrancar la desbrozadora asegurarse que la hoja no esté en contacto con el suelo.

Ante la posibilidad de proyecciones a las extremidades inferiores, se utilizarán espinilleras o pantalón reforzado.

Se utilizarán, asimismo, pantalla de protección.

Durante el trabajo, la desbrozadora deberá estar suspendida siempre del arnés.

Si se acumulasen ramillas o ramas entre la hoja y su protección, se parará el motor y se solucionará el problema.

Cuando no se esté desbrozando, y se tenga el motor en marcha, se alejará el dedo del acelerador.

La tarea se realizará por personas conocedoras de la técnica.

Para llamar la atención del trabajador que esté con la desbrozadora, acercarse siempre por la parte frontal, para que pueda vernos. No aproximarse hasta que no haya interrumpido la tarea.

No se trabajará bajo circunstancias que disminuyan sensiblemente las condiciones físicas del operario.

Antes de hacer cualquier giro con la máquina, asegúrese de que nadie está próximo y no hay obstáculos.

Se guardará la distancia de seguridad respecto a los compañeros (2 – 3 metros).

El cambio del útil de corte deberá realizarse según las especificaciones del fabricante.

No afilar ni tocar útil cortante con el motor en marcha.

Para su manipulación usar siempre guantes.

El útil tiene que estar completamente parada cuando no se accione el acelerador.

#### PROTECCIONES PERSONALES

Botas de seguridad

Ropa de protección

Guantes

Protector auditivo

Casco de seguridad con pantalla antiproyecciones

#### 1.4.2.2.- HERRAMIENTAS

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL</b>               | Revisión: <b>0</b> |

En este apartado se consideran globalmente los riesgos y prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

#### RIESGOS

Cortes

Quemaduras

Golpes

Proyecciones de fragmentos

Caída de objetos

Contacto con la energía eléctrica

Vibraciones

Ruido



### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.

Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.

Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica dispuesta de tal forma que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.

Las máquinas en situación de avería o semiavería se entregarán al Encargado o Vigilante de Seguridad para su reparación.

Las máquinas-herramientas con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.

Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.

Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo o en marcha, aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de polietileno

Ropa de trabajo

Guantes de seguridad

Guantes de goma o P.V.C.

Botas de goma o P.V.C.

Botas de seguridad

Gafas de seguridad antiproyecciones

Protectores auditivos

Mascarilla filtrante

Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>HERRAMIENTAS MANUALES</b>                          | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Golpes en las manos y en los pies

Cortes en las manos

Proyecciones de partículas

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

## NORMAS PREVENTIVAS

Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.

Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.

Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.

Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

Durante su uso, se evitará su depósito arbitrario por los suelos.

Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

Cascos

Botas de seguridad

Guantes de cuero o P.V.C.

Ropa de trabajo

Gafas contra proyección de partículas

Cinturones de seguridad

|  |             |
|--|-------------|
| Capítulo: NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA | Fecha:      |
| Apartado: HERRAMIENTAS DE CORTE                          | Revisión: 0 |

#### TIPOS

Cizalla corta cables

Cizalla de armaduras

Cizalla de chapa

Cizalla de piezas de panot

Cizalla de terrazos y losetas de cemento de compresión

Cortadora de diamante

Cortadora de tubos



Cuchillas

Pelacables

Sierra de arco para metales

Sierra de arco y serrucho para PVC

Sierra de metales

Tenacillas

Tenazas, martillos y alicates

Tijeras

Bolsa portaherramientas

### RIESGOS

Rebabas en la cabeza de golpeo de la herramienta

Rebabas en el filo de corte de la herramienta

Extremo poco afilado

Sujetar inadecuadamente la herramienta o material a talar o cercenar

Mal estado de la herramienta

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las herramientas de corte presentan un filo peligroso.

La cabeza no debe presentar rebabas.

Los dientes de las sierras deberán estar bien afilados y triscados. La hoja deberá estar bien templada (sin recalentamiento) y correctamente tensada.

Al cortar las maderas con nudos se deben extremar las precauciones.

Cada tipo de sierra sólo se empleará en la aplicación específica para la que ha sido diseñada.

En el empleo de alicates y tenazas, y para cortar alambre, se girará la herramienta en plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los lados y no imprimiendo movimientos laterales.

No emplear este tipo de herramienta para golpear.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

En trabajos de corte en que los recortes sean pequeños es obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas.

Si la pieza a cortar es de gran volumen, se deberá planificar el corte de forma que el abatimiento no alcance al operario o sus compañeros.

En el afilado de estas herramientas se usarán guantes y gafas de seguridad.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MARTILLO NEUMÁTICO</b>                             | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Vibraciones en miembros y órganos internos del cuerpo

Ruido puntual

Ruido ambiental

Polvo ambiental

Sobreesfuerzo

Rotura de manguera bajo presión

Contactos con la energía eléctrica (líneas enterradas)

Proyección de objetos y/o partículas

Los derivados de la ubicación del puesto de trabajo:

- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre otros lugares
- Derrumbamiento del objeto (o terreno) que se trata con el martillo

Los derivados de los trabajos y maquinaria de su entorno. Consulte el índice para completar.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

El personal que deba utilizar martillos será especialista en el uso de esta máquina.

Antes de desarmar un martillo se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera.

Mantener los martillos cuidados y engrasados. Asimismo, se verificará el estado de las mangueras, comprobando las fugas de aire que puedan producirse.

No apoyar todo el peso del cuerpo sobre el martillo, puede deslizarse y caer.

Hay que asegurarse el buen acoplamiento de la herramienta de ataque en el martillo.

No hacer esfuerzos de palanca con el martillo en marcha.

Se prohíbe dejar los martillos neumáticos abandonados, hincados en los materiales a romper.

Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el terreno (o elementos estructurales) para detectar la posibilidad de desprendimiento por la vibración transmitida.

La circulación de viandantes en las proximidades del tajo de los martillos se encauzará por el lugar más alejado posible.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de protección

Casco de seguridad

Guantes de cuero

Gafas de protección contra impactos



Ropa de trabajo

Protectores auditivos

Cinturón antivibratorio

Mascarillas antipolvo

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>MARTILLO PICADOR</b>                               | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Proyección de fragmentos volantes

Reventones de las mangueras

Golpes con la manguera al soltarse un acoplamiento

Caídas del martillo sobre los pies

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Las mangueras se deben llevar alineadas. Si es inevitable el paso de vehículos por encima de ellas en algún punto, se protegerán con tuberías de acero.

Los empalmes deben estar hechos con racores de unión evitando, en todo caso, los casquillos simplemente embutidos o cogidos con alambres.

Es necesario mantener un ajuste perfecto de los empalmes y una vigilancia continua para tratar de localizar cortes, fisuras, etc.

Nunca deben operar los trabajadores a distinto nivel si sus áreas de trabajo están en la misma vertical.

Si hay riesgos de caídas de altura, el personal afectado utilizará arnés de seguridad en caso de no poder instalar un sistema de protección colectiva a tal efecto.

Antes de desarmar un martillo neumático, se cerrará el paso del aire.

Uso del equipo de protección individual necesario en función de los riesgos.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de protección

Casco de seguridad

Guantes de cuero

Gafas de protección contra impactos

Ropa de trabajo

Protectores auditivos

Cinturón antivibratorio

Mascarillas antipolvo

|  |             |
|--|-------------|
| Capítulo: NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA | Fecha:      |
| Apartado: COMPRESOR                                      | Revisión: 0 |

#### RIESGOS

Caidas al mismo y a distinto nivel

Vuelco del compresor

Caída del compresor sobre personas

Atrapamientos

Riesgos derivados de movimientos incontrolados del compresor

Ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Antes de la puesta en marcha, revisar las mangueras, uniones y manómetros, sustituyéndose las que no estén en buen estado.

Con el calderín, ya despresurizado, se purgará periódicamente el agua de condensación que se acumula en el mismo.

Se extenderán las mangueras procurando no interferir en los pasos.

No se interrumpirá el suministro de aire doblando la manguera, deberán ponerse en el circuito de aire las llaves necesarias.

No se utilizará el aire a presión para la limpieza de personas o de vestimentas.

En el caso de producir ruido con niveles superiores a los que establece la ley (90 dB), utilizarán protectores auditivos todo el personal que tenga que permanecer en su proximidad. Al terminar el trabajo, se recogerán las mangueras y se dejará todo el circuito sin presión.

En los lugares cerrados se conducirán los humos de escape al exterior o se realizará ventilación forzada o se dotará al tubo de escape con un filtro contra emanaciones de CO<sub>2</sub>.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>GRUPO ELÉCTROGENO</b>                              | Revisión: <b>0</b> |

Se consideran los riesgos derivados del uso y mantenimiento de los compresores y grupos electrógenos.

### RIESGOS

Atrapamientos por piezas

Golpes por mangueras

Caídas al mismo nivel



Proyección de fragmentos y líquidos a presión

Incendios

Quemaduras

Electrocución

Esfuerzos

### NORMAS PREVENTIVAS

Tanto los compresores como los grupos electrógenos serán estacionados en los lugares más llanos posible, frenados, calzados y separados de zonas de movimiento y maniobra de maquinaria o caídas de materiales que puedan ocasionarles daños.

El mecanismo de puesta en marcha se encontrará dentro de un armario dotado de llave y cerradura que quedará cerrado al final de la jornada laboral para impedir su puesta en marcha por personas ajenas al encargado.

En ambos casos debe tratarse de máquinas con bajo nivel sonoro.

Atención a posibles recalentamientos por falta de refrigeración o mal funcionamiento para evitar riesgos de incendios. No obstante, en sus proximidades deberá existir un extintor de 6 kg de polvo seco polivalente.

Revisar el estado de las mangueras, así como los manguitos de conexión que deben ser normalizados, quedando prohibido el uso de alambre para sujetarlas o empalmarlas.

Al final de la jornada laboral el calderín debe quedar sin presión.

Todo el grupo electrógeno debe estar provisto de toma de tierra y sus bornes de salida protegidos y en un armario provisto de cerradura.

Al final de la jornada debe quedar cerrado con llave el armario donde se encuentra la puesta en marcha y retirada la llave de contacto.

Las mangueras de salida del grupo deben encontrarse protegidas contra daños de máquinas o materiales, debiendo ir colgadas o enterradas.

Todas las operaciones de reparación o mantenimiento deben realizarse con el motor parado y los circuitos de presión, en caso de existir, descargados.

Todo trabajo de limpieza o perforación con aire a presión requiere el uso de gafas o pantallas de protección contra proyección de partículas.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Válvulas de sobrepresión

Calzos en bloqueo ruedas

Toma de tierra en grupo

Armario de mando con cerradura

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>AHOYADORA</b>                                      | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Riesgo de Atrapamientos por o entre objetos

Riesgo de Golpes y cortes por objetos o herramientas

Riesgo de Caída de personas al mismo nivel

Riesgo de Atrapamiento por vuelco de maquinaria y vehículos

Riesgo de Atropellos o golpes con vehículos

Riesgo de Proyección de fragmentos o partículas

Riesgo de Exposición a temperaturas extremas

### MEDIDAS PREVENTIVAS

#### Antes de comenzar la tarea:

Control visual del estado de la máquina y la hermeticidad.

Verificar que el acelerador y el bloqueo del acelerador se mueve con facilidad. El acelerador deberá retroceder automáticamente a la posición de ralenti.

Limpiar el filtro de aire

Comprobar la marcha impecable del motor de funcionamiento en ralenti; al soltar el acelerador, la herramienta de perforación no deberá moverse.

Verificar el estado de la barrena.

*Durante la tarea:*

Asegúrese de que no se encuentren otras personas ajenas en la cercanía.

Nunca arrancar la ahoyadora sosteniéndola con la mano

Apoyarla en el suelo, afianzarla con el pie y mano izquierda y tirar con la mano derecha.

Inspeccionar el terreno antes de iniciar el trabajo, y asegurarse que no existen cables subterráneos.

Al trabajar estar de pie en situación estable y con los pies ligeramente separados.

Nunca tocar el silenciador. Peligro de quemaduras

No dejar funcionar la ahoyadora innecesariamente en ralenti y acelerar el motor únicamente al perforar.

En zonas de pedrizas o con raíces, avance con poca presión.

Nunca ladear la máquina al perforar.

Tapar y asegurar los agujeros de perforación.

*Al finalizar el trabajo:*

Limpiar la máquina.

Sustituir las barrenas deterioradas.

Controlar la hermeticidad de la tapa de cierre del depósito.

Controlar el estado del silenciador



Verificar el estado del cable de bujía.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Ropa ceñida al cuerpo, preferiblemente traje de seguridad.

Botas de seguridad con puntera de acero y antideslizantes.

Protectores oculares

Casco de protección, si existe peligro de desprendimiento de objetos.

Guantes de protección

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>CORTADORA DE PAVIMENTOS</b>                        | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Caída de objetos por manipulación

Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina

Golpes por objetos o herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Sobreesfuerzos

Contactos térmicos

Contactos eléctricos

Exposición al polvo

Exposición al ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Utilizar cortadoras de pavimento con el marcado CE o adaptadas al R.D. 1215/1997

El personal debe estar formado para el uso del equipo

Seguir las instrucciones del fabricante

Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas

Evitar o minimizar posturas forzadas y sobreesfuerzos

Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir

Cargar el combustible y cambiar accesorios con el motor parado

Comprobar diariamente el estado de los discos de corte

No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco

Protectores auditivos

Gafas

Mascarilla

Guantes contra agresiones mecánicas

Calzado de seguridad

Ropa de trabajo

Antes de poner en funcionamiento el equipo asegurarse que están montadas todas las tapas y los armazones protectores

En su uso verificar la ausencia de personas en el radio de afección de las partículas que se desprenden del corte

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>BOTELLA OXIACETILENO</b>                           | Revisión: <b>0</b> |

Las botellas de oxiacetileno no se colocarán en lugares de paso. Se fijarán bien para evitar su vuelco.

Nunca se dejarán bajo la vertical de la zona de trabajo.

Nunca se tensarán las mangueras. Las caperuzas protectoras de las válvulas de las botellas no deben quitarse.

No deben emplearse sopletes que no dispongan de conexiones normalizadas. Se desechará el uso de manómetros rotos. Todas las uniones de las mangueras deben estar fijadas mediante abrazaderas para evitar la desconexión accidental.

Nunca se dejarán las botellas en sótanos o lugares confinados. No se debe estrangular las mangueras para interrumpir el paso del gas.

En el caso de que fuese preciso la elevación de las botellas, se hará conjuntamente con su porta botellas o en jaulas adecuadas.

Las botellas no se dejarán caer ni se permitirá que choquen violentamente entre sí ni contra otras superficies.

Se evitará el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal. Estos equipos deberán estar manipulados por personal especializado e instruido al efecto.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>EQUIPO DE SOLDADURA OXICETILÉNICA-OXICORTE</b>     | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Exposición a sustancias nocivas (inhalación de vapores metálicos).



Quemaduras.

Explosión (retroceso de llama).

Incendio.

Proyección de partículas.

Sobreesfuerzos

Atropamiento por o entre objetos.

Golpes y cortes por objetos o herramientas.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.

Las botellas independientemente del gas que contengan, o si están llenas o vacías, deben permanecer siempre en posición vertical.

El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros porta botellas de seguridad.

Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.

Las botellas de gases se almacenarán siempre en posición vertical, en lugares a resguardo de contactos eléctricos, separadas de fuentes de calor y protegidas de los rayos del sol.

El suministro y transporte interno de obra de las botellas (o bombonas de gases licuados) se efectuará según las siguientes condiciones:

- Estarán las válvulas de corte cerradas y protegidas por la correspondiente caperuza protectora.
- No se mezclarán botellas de gases distintos.
- Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.

- Los puntos anteriores se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

Las botellas sólo pueden contener el gas para el que se han fabricado.

Las botellas de acetileno llenas deben estar un mínimo de 12 horas en posición vertical antes de utilizarse.

Durante la manipulación de las botellas evitar colocarse frente a los grifos.

Deben cerrarse los grifos después de cada uso, incluso cuando se supone que la botella está vacía, pues siempre queda algo de gas.

El grifo de la botella debe abrirse lentamente. No forzar los grifos de las botellas, ni modificarlos. En caso de que fallen devolver las botellas al suministrador, sin tratar de arreglarlo en obra.

Mantener limpios de grasas combustibles los grifos y manorreductores de las botellas.

Verificar el correcto estado de manómetros, manorreductores, grifos, mangueras,... Para detectar posibles fugas utilizar agua jabonosa.

Los mecheros para soldadura mediante gases licuados, estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama, en prevención del riesgo de explosión.

No se utilizará mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración ayudará a controlar la situación.

No se utilizará acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre, se puede producir una reacción química y formarse un compuesto explosivo, acetiluro de cobre.

Si se nota olor a acetileno se debe ventilar inmediatamente el lugar. No hacerlo utilizando el oxígeno porque aumenta el riesgo de incendio.

Las mangueras no deberán atravesar vías de circulación, para que no sean pisadas por vehículos. Si no se puede evitar colocar protecciones adecuadas que impidan la compresión de las mismas. No deben estar sobre superficies calientes, charcos, bordes afilados,... y evitar que las chispas caigan sobre ellas. Procurar que estén extendidas. Así se asegura el buen mantenimiento de las mismas.

No colgar nunca el soplete de las botellas, ni aún estando apagados.

Es preciso aplicar la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar.

Para el encendido del mechero: abrir ligeramente la válvula de oxígeno, y luego la de acetileno, encender la mezcla (usando un encendedor de chispa, no se debe utilizar uno de llama pues se puede ocasionar graves quemaduras) y regularla.

Para apagarlo cerrar primero el acetileno y después el oxígeno.

No trabajar con la ropa manchada de grasa, disolvente o cualquier sustancia que pueda inflamarse.

Es conveniente lavar las piezas antes de soldar para eliminar disolventes y desengrasantes, que durante el proceso de soldadura pueden producir fosgeno (gas asfixiante).

Los lugares donde se suelde deben estar adecuadamente ventilados.

Para trabajos de soldadura en recintos cerrados se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Eliminar por aspiración los gases y humos que se producen.
- Prever una adecuada ventilación.
- Está prohibido usar el oxígeno para ventilar, pues aumenta el riesgo de incendio.
- Si no se puede realizar ventilación, se debe prever el uso de equipos de respiración.
- Usar ropa de protección de tejidos difícilmente inflamables.
- Estos trabajos no deben realizarse en solitario, habrá un trabajador en el exterior con contacto permanente con el soldador en el interior y con los medios adecuados (el soldador con arnés y cuerda) para auxiliarle en caso necesario.
- Prever extintores en el interior.
- El equipo de soldadura se ubicará fuera del recinto en el que se esté soldando.
- En depósitos que hayan contenido materiales inflamables y volátiles antes del inicio de los trabajos se deben limpiar y realizar mediciones con un explosímetro para comprobar la ausencia de gases.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



Casco de seguridad.

Pantalla de soldadura.

Gafas de protección (para el ayudante).

Guantes de cuero.

Manguitos de cuero.

Polainas de cuero.

Mandil de cuero.

Calzado de seguridad.

Ropa de trabajo.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>EQUIPO SOLDADURA ELÉCTRICA</b>                     | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Proyección de partículas.

Quemaduras.

Contactos eléctricos.

Radiaciones.

Producción de gases y vapores de toxicidad variable.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Protección de la vista contra impactos de partículas, por medio de gafas especiales o pantallas de soldador.

Utilización de prendas ignífugas, guantes de cuero con remate. La cabeza, cuello, parte del tórax y la mano izquierda, incluso el antebrazo, van protegidas directamente por la pantalla de mano. Conviene, sin embargo, llevar un peto de cuero para cuando no se usa la careta normal.

Utilización de guantes secos y aislantes, en perfecto estado de conservación. Los mangos de los portaelectrodos deben estar perfectamente aislados y conservarse en buen estado.

Se debería disponer de un dispositivo que permita desconectar automáticamente el equipo de la red, cuando está trabajando en vacío.

Puesta a tierra correcta y robusta de la máquina y también del conductor activo que va conectado a la pieza de soldar.

Los conductores han de encontrarse en perfecto estado, evitándose largos látigos que podrían pelarse y establecer cortocircuitos.

No se deben dejar los grupos bajo tensión, si se va a realizar una parada relativamente larga.

No se deben dejar las pinzas sobre sitios metálicos, sino sobre aislantes.

Tener cuidado con la tensión de marcha en vacío que puede alcanzar 80 V. y no cebar el arco sin protección.

Utilizar máscara con cristal inactínico contra las radiaciones.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Gafas o pantallas de soldador.

Guantes, mandil y polainas de soldador.

Calzado de seguridad.

Casco de polietileno.

Chaleco reflectante.

Botas de seguridad.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>SIERRA CIRCULAR DE MESA</b>                        | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Cortes

Golpes por objetos

Abrasiones

Atrapamientos

Emisión de partículas



Sobreesfuerzos (corte de tablonos)

Emisión de polvo

Ruido ambiental

Contacto con la energía eléctrica

Los derivados de los lugares de ubicación (caídas, intoxicación, desprendidos, etc.)

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:

- Carcasa de cubrición del disco
- Cuchillo divisor del corte
- Empujador de la pieza a cortar y guía
- Carcasa de protección de las transmisiones por poleas
- Interruptor estanco
- Toma de tierra

Se ubicarán en los lugares señalados (alejadas de zonas con riesgo de caída en altura, encharcamientos y embarrados, batido de cargas, ...).

Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.

La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.

Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Se manejará por personal autorizado expresamente.

Zona acotada para la máquina instalada en lugar libre de circulación.

Extintor manual de polvo antibrasa, junto el puesto de trabajo.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad

Guantes de cuero

Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera

Calzado de seguridad

Mascarilla antipolvo

Faja elástica (corte de tablonés)

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>SIERRA DE DISCO</b>                                | Revisión: <b>0</b> |

Se consideran los riesgos derivados del uso de la sierra de disco eléctrica utilizada en el corte de madera y material cerámico y la radial utilizada en el corte o refino de elementos metálicos.

### RIESGOS

Cortes y punturas

Proyección de fragmentos

Electrocución

Caídas al mismo nivel

### NORMAS PREVENTIVAS

Tendrán protección por toma de tierra y disyuntor diferencial contra riesgos eléctricos.

Los discos de corte tendrán carcasas metálicas de protección que no deberán ser retiradas.

No se deben llevar prendas sueltas o las mangas colgando ante el peligro de ser atrapadas por el disco, con el consiguiente riesgo de accidente.

Deben utilizarse gafas o pantallas de protección contra posibles proyecciones de los materiales cortados.

Se considera falta muy grave la utilización de este tipo de máquinas para otro tipo de trabajos distintos a los que fueron concebidas.

La acometida eléctrica se realizará mediante un conector hembra protegido, nunca el conector macho se hallará colocado en la parte de llegada de la corriente.

Se planificará, en lo posible, la centralización de todas las máquinas de corte y la protección de las acometidas contra daños.

La utilización de una radial requiere que se realice en zonas donde no haya personas o, en su defecto, se orientará el corte de forma que las proyecciones o en caso de rotura del disco no afecte a otros trabajadores.

Solo pueden ser manejadas por personas que tengan la categoría laboral adecuada y conozcan su manejo.

Se utilizarán útiles adecuados para el corte de elementos de dimensiones pequeñas tales como cuñas o empujadores.

Todas las maderas que vayan a ser cortadas estarán limpias de restos de hormigón y clavos.

Atención a la existencia de nudos en la madera o maderas muy húmedas que pueden ocasionar movimientos de tirón imprevistos y ocasionar accidentes por cortes o proyección.

Las operaciones de mantenimiento y/o cambio de disco se realizarán estando desconectada la toma de corriente y retirados los fusibles, para evitar la conexión fortuita.

La radial, una vez que deje de ser utilizada, deberá tener recogido el cable de la acometida y retirada a zonas sin humedad y protegidas contra daños por máquinas o materiales.

Es necesario mantener una limpieza de los restos de materiales cerca de estas máquinas para evitar tropiezos y riesgos.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Gafas o pantallas de protección



Mascarilla respiratoria si se produce polvo

Guantes de cuero con radial

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Toma de tierra

Disyuntor diferencial

Carcasa de protección en disco

Fusibles y enchufes protegidos

Orden y limpieza de la zona de trabajo

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>SOPLETE DE BUTANO O PROPANO</b>                    | Revisión: <b>0</b> |

Cuando se utilicen equipos de soldadura de butano o propano, se comprobará que todos los equipos disponen de los siguientes elementos de seguridad:

#### Filtro:

Dispositivo que evita el paso de impurezas extrañas que puede arrastrar el gas. Este filtro deberá estar situado a la entrada del gas en cada uno de los dispositivos de seguridad

#### Válvula antirretroceso de llama:

Dispositivo que evita el paso del gas en sentido contrario al flujo normal

#### Válvula de cierre de gas:

Dispositivo que se coloca sobre la empuñadura y que detiene automáticamente la circulación del gas al dejar de presionar la palanca.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>TALADRADORA</b>                                    | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Cortes cortes o contactos con elementos móviles

Golpes por objetos o herramientas

Proyección de partículas

Ruido

Caídas de objetos desprendidos

Caídas a distinto nivel

Caídas de objeto por desplome

Caídas de objetos en manipulación

Golpes contra objetos inmóviles

Contactos eléctricos

## NORMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Cuidar que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto

Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina y siempre estará provista de protección diferencial.

Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.

Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada a la corriente.

Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24v como máximo o mediante transformadores separados de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso y conocer las presentes normas.

Utilizar gafas antipactos o pantalla facial.

La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.

En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo fino, utilizar mascarilla con filtro mecánico (pueden utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).

Para fijar la broca al portabrocas, utilizar la llave específica para tal uso.

No frenar el taladro con la mano.

No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.

No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero; se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.

En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, ésta estará apoyada y sujeta.

Al terminar el trabajo, retirar la broca de la máquina.

### PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad

Botas de seguridad con puntera y suela antideslizante.

Guantes de seguridad.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>VIBRADOR</b>                                       | Revisión: <b>0</b> |



## RIESGOS

Electrocución (si es eléctrico)

Salpicaduras

Golpes

Explosiones o incendios

## NORMAS PREVENTIVAS

La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.

La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida. Se cuidará de su perfecto estado a fin de que no pierda aislamiento.

En evitación de descargas eléctricas el vibrador tendrá toma de tierra.

No se dejará funcionar en vacío, ni se moverá tirando de los cables.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco

Calzado de seguridad

Botas de goma (clase III)

Guantes dieléctricos (en vibradores eléctricos)

Gafas de protección contra salpicaduras

### 1.4.3.- MEDIOS AUXILIARES

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>ANDAMIOS BORRIQUETAS</b>                           | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Caídas a distinto nivel

Caídas al mismo nivel

Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje

Los derivados del uso de tablonos y madera de pequeña sección o en mal estado (roturas, fallos, cimbreos, etc.)

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.

Las borriquetas de madera estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y roturas para eliminar los riesgos por fallo, rotura espontánea y cimbreo.

Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.

Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.

La separación entre ejes de borriquetas no será mayor de 2,5 m para evitar las grandes flechas indeseables para las plataformas de trabajo, ya que aumentan los riesgos al cimbra.

Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe expresamente la sustitución de éstas, o alguna de ellas, por bidones, pilas de materiales y asimilables para evitar situaciones inestables.

Sobre los andamios sobre borriquetas sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablonos.

Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera estarán dotadas de cadenas limitadores de la apertura máxima, tales que garanticen su perfecta estabilidad.

Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 cm (3 tablones trabados entre sí) y el grosor del tablón será como mínimo de 5 cm.

Los andamios sobre borriquetas, a partir de los 2 m de altura, estarán recercados de barandillas sólidas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Las borriquetas metálicas para sustentar las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura se arriostrarán entre sí, mediante "cruces de San Andrés", para evitar los movimientos oscilatorios que hagan el conjunto inseguro.

Los trabajos en andamios sobre borriquetas en los balcones tendrán que ser protegidos del riesgo de caída desde altura.

Se prohíbe formar andamios sobre borriquetas metálicas simples, cuyas plataformas de trabajo deban ubicarse a 6 o más metros de altura.

Se prohíbe trabajar sobre escaleras o plataformas sustentadas en borriquetas, apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

La madera a emplear será sana, sin defectos ni nudos a la vista, para evitar los riesgos por rotura de los tablones que forman una superficie de trabajo.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco

Guantes de cuero

Calzado antideslizante

Ropa de trabajo

Cinturón de seguridad (clase A o C)

|  |             |
|--|-------------|
| Capítulo: NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA | Fecha:      |
| Apartado: ANDAMIOS TUBULARES METÁLICOS                   | Revisión: 0 |



## RIESGOS

Caídas a distinto nivel

Caídas al mismo nivel

Atrapamientos durante el montaje

Caída de objetos

Golpes de objetos

Sobreesfuerzos

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares, se tendrán presentes las siguientes especificaciones preventivas:

No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad (cruces de San Andrés y arriostramientos).

La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidada será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el fiador del cinturón de seguridad.

Las barras, módulos tubulares y tablonos se izarán mediante sogas de cáñamo de Manila atadas con nudos de marinero (o mediante eslingas normalizadas).

Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos o los arriostramientos correspondientes.

Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas y pasadores previstos según los modelos comercializados.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura.

Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente por un rodapié de 15 cm.

Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 90 cm de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.

Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de las bases niveladas sobre tornillos sin fin (husillos de nivelación), con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.

Los módulos de base de los andamios tubulares se apoyarán sobre los tablones de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.

Los módulos de base de diseño especial para el paso de peatones se complementarán con entablados y viseras seguras a nivel del techo en prevención de golpes a terceros.

La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas (elemento auxiliar del propio andamio)

Se prohíbe expresamente en esta obra el apoyo de los andamios tubulares sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales diversos, torretas de maderas diversas y asimilables.

Las plataformas de apoyo de los tornillos sin fin (husillos de nivelación) de base de los andamios tubulares dispuestos sobre tablones de reparto se clavarán a éstos con clavos de acero, hincados a fondo y sin doblar.

Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 90 cm de altura por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

Todos los componentes de los andamios deberán mantenerse en buen estado de conservación, desechándose aquellos que presenten defectos, golpes o acusada oxidación.

Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con éste hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.

Se prohíbe en esta obra el uso de andamios sobre borriquetas (pequeñas borriquetas), apoyadas sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares, excepto si se está protegido del riesgo de caída desde altura.

Los andamios tubulares se montarán a una distancia igual o inferior a 30 cm del paramento vertical en el que se trabaja.

Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos sólidamente a los puntos fuertes de seguridad previstos en fachadas o paramentos.

Las cargas se izarán hasta las plataformas de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio tubular.

Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.

Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes por sobrecargas innecesarias.

Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón ubicado a media altura en la parte posterior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie de la plataforma.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de polietileno, preferiblemente con barbuquejo

Ropa de trabajo

Calzado antideslizante

Cinturón de seguridad clase C

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>CONTENEDORES DE ESCOMBRO</b>                       | Revisión: <b>0</b> |

#### RIESGOS

Golpes o aprisionamiento durante la utilización.

Erosiones en las manos.



Sobre esfuerzos.

Caída de objetos mal apilados.

Caída de la carga por colmo.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Durante la colocación y utilización del contenedor de escombros se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones preventivas:

- El Encargado de la maniobra, controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.
- Se subirá y bajará del camión por los lugares establecidos por el fabricante para este fin, para evitar los accidentes por caída.
- Queda prohibido saltar desde la plataforma de transporte al suelo.
- Se subirá a la plataforma como se ha indicado solamente si es necesario para soltar las mordazas de inmovilización del contenedor.
- La orden de inicio de la maniobra de descarga se dará desde un lugar seguro y apartado. Sólo entonces, el contenedor quedará depositado sobre el suelo.
- La maniobra de colocación del contenedor en el lugar adecuado para su función, se realizará instalando un Tractel amarrado por un extremo a un punto fuerte y por el otro al contenedor, eludiendo empujes humanos directos sobre el contenedor para evitar riesgos de sobre esfuerzos.
- El contenedor se cargará sin colmo, enrasando la carga y se cubrirá con una lona para evitar los vertidos accidentales de la carga durante la retirada.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Lona para evitar levantamiento de polvo.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Botas de seguridad.

Ropa de trabajo.

Apartado: ENCOFRADOS METÁLICOS

Revisión: 0

## RIESGOS

Caídas de altura.

Caídas al mismo nivel.

Atrapamientos entre piezas.

Caída de materiales y herramientas.

Esfuerzos.

Golpes contra objetos.

Proyección de fragmentos.

Causticaciones.

Cortes y punturas.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Disponer de eslingas con terminal por casquillo de presión o entrelazado. No realizar gazas con perrillos salvo que se realicen según normas y sólo se utilicen para cargas pequeñas.

Planificar la colocación de los acopios de piezas y su colocación definitiva para que no se produzcan interferencias entre los equipos.

Es importante mantener el orden y limpieza en el tajo.

Debe disponerse de escaleras metálicas de longitud suficiente para acceder a los encofrados cuando éstos no dispongan de escaleras propias.

En los paneles de 2 ó más metros de altura deberá colocarse una plataforma de trabajo dotada de doble barandilla y rodapié. El acceso a esta plataforma se realizará o con escalera

metálica incorporada al mismo panel o mediante escalera metálica portátil de longitud adecuada.

Es obligatorio utilizar cinturón de seguridad en trabajos de montaje, mantenimiento o limpieza desde zonas sin plataforma de trabajo situadas a 2 ó más metros de altura.

No permanecer bajo cargas suspendidas ni pasar bajo zonas de trabajo.

Dirigir la colocación de paneles con cuerdas guía

Con fuerte viento no deben moverse paneles de encofrado de gran superficie (superior a 5 m<sup>2</sup>).

Toda operación de movimiento y colocación de paneles debe ser dirigida por una sola persona.

Durante la retirada y traslado de paneles no puede permanecer ningún elemento suelto en la plataforma de trabajo.

Está prohibido subir por los paneles de encofrado.

La limpieza de paneles con radial requiere la utilización de gafas o pantallas de protección contra proyecciones.

Deben revisarse detenidamente los puntos previstos para enganche de las piezas y comprobar su resistencia.

Retirar los restos de chapas, hierros, perfiles, etc. fuera de las zonas de paso habituales.

Los acopios de piezas deben mantenerse ordenados y no con altura excesiva que pueda dificultar su manejo o comprometer su estabilidad.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de protección.

Ropa de trabajo.

Calzado protegido.

Guantes de cuero o lona.



Gafas o pantallas contra proyecciones en limpieza.

Guantes de neopreno con desenganchadores.

#### EQUIPOS DE PROTECCIONES COLECTIVAS

Plataformas de trabajo a más de 2 m de altura.

Doble barandilla y rodapié en plataformas de trabajo.

Escalera de acceso.

Solidez de los enganches.

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>ESCALERA DE MANO</b>                               | Revisión: <b>0</b> |

## RIESGOS

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.)

Vuelco lateral por apoyo irregular

Rotura por defectos ocultos

Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para al altura a salvar, etc.)

## MEDIDAS PREVENTIVAS

De aplicación al uso de escaleras de madera:

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán siempre ensamblados
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes para que no oculten sus posibles defectos

De aplicación al uso de escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie

- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra no estarán suplementadas con uniones soldadas

De aplicación al uso de escaleras de tijera:

- Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados anteriores para las calidades "madera o metal"
- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura de cadenilla (o de cable de acero) de limitación de apertura máxima
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad
- Las escaleras de tijera en posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo
- Las escaleras de tijera no se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los tres últimos peldaños
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales

Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra estarán firmemente amarradas en su extremo superior o estructura al que dan acceso
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra sobrepasarán en 1 m la altura a salvar
- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior  $\frac{1}{4}$  la longitud del larguero entre apoyos



- Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 kgs sobre las escaleras de mano
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar
- El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios
- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra se efectuará frontalmente; es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de polietileno

Botas de seguridad

Calzado antideslizante

Cinturón de seguridad clase A o C

|   |                    |
|---|--------------------|
| Capítulo: <b>NORMAS DE SEGURIDAD EXTENSIBLES A TODA LA OBRA</b> | Fecha:             |
| Apartado: <b>PUNTALES</b>                                       | Revisión: <b>0</b> |

### RIESGOS

Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.

Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.

Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.

Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.

Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).

Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.

Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga.

Rotura del puntal por fatiga del material.

Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).

Deslizamiento del puntal por falta de acúñamiento o de clavazón.

Desplome de encofrados por causas de la disposición de puntales.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.

La estabilidad de las torretas de acopio de puntales se asegurará mediante la hinca de "pies derechos" de limitación general.

Se prohíbe expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.

Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.

Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.

Se prohíbe expresamente en esta obra la carga al hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.

Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.

Los tabloncillos durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acúñarán. Los puntales siempre se apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.

Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda para conseguir una mayor estabilidad.

El reparto de la carga sobre superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas en los puntales.

Normas preventivas para el uso de puntales de madera:

- Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
- Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- Se acuñarán con doble cuña de madera superpuesta en la base, clavándose entre sí.
- Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.
- Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables) de los puntales de madera.
- Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

Normas preventivas para el uso de puntales metálicos:

- Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.
- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
- Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

#### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

Ropa de trabajo.

Guantes de cuero.

Cinturón de seguridad.

Botas de seguridad.



Las propias del trabajo específico en el que empleen puntales.

### 1.5.- PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

Las obras se realizan en las instalaciones propiedad del Canal de Isabel II, en la E.D.A.R. de Meco. Las posibles interferencias serán con el personal de estas instalaciones.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de vehículos y de limitación de velocidad en carretera y zonas de acceso a las distancias reglamentarias del entronque con las mismas, de acuerdo con la normativa vigente y arbitrándose las medidas de seguridad contenidas en las instrucciones, que cada caso requiera.
- Se señalizarán los accesos naturales de la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos adecuados.
- Las excavaciones practicadas en zonas donde existe posibilidad de tráfico peatonal y/o rodado, se señalizarán con cinta, banderolas, etc., y luces por la noche, manteniéndose y revisándose dicha señalización.
- Aquellas zonas de obra no vigiladas, contarán con las protecciones, vallas, etc., que garanticen la seguridad necesaria.
- Asimismo, se señalizarán y protegerán las instalaciones provisionales de personal, independizándolas de los tajos de obra y estableciendo rutas o accesos para los trabajadores desde los mismos a estas instalaciones.
- Se establecerán medidas de control de entrada, vallados y limitaciones de recintos, general de la obra y por áreas.
- Se extremará la señalización global de la obra mediante carteles que definan claramente los mensajes y órdenes, así como las prohibiciones expresas.

### Vertidos y Residuos

La gestión de los residuos generados en las obras comprenderá el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino más adecuado desde el punto de vista medioambiental, de acuerdo con sus características e incluirá las operaciones de recogida, almacenamiento, transporte, valorización y eliminación.

Los principios que regirán la gestión de los residuos y vertidos que se pueden producir, coincidirán con los establecidos por la Unión Europea en esta materia, los cuales se indican por orden jerárquico:

- Prevención y minimización en origen, reduciendo la producción y la nocividad.
- Incentivación de la reutilización, reciclado y cualquier otra forma de valorización y cierre de ciclos.
- Eliminación adecuada de los residuos que no puedan valorizarse e implantación de los medios necesarios para su correcta gestión.

En cualquier caso, se adoptarán las siguientes medidas de control:

- Se prohíbe terminantemente el vertido de sólidos y fluido en alcantarillados. Entre ellos, productos de excavaciones y demoliciones, rocas, tierras, lodos, restos de fábrica, hormigón, madera, perfiles metálicos, chatarra, despuntes de armaduras, caucho y materiales plásticos, áridos productos naturales o sintéticos y prefabricados y vidrios.
- Así mismo, se prohíbe el vertido de restos y lavados de plantas o vehículos de transporte de hormigones y asfaltos, o productos bituminosos y sus posibles aditivos, detergentes y otros productos químicos usados en construcción, pinturas, disolventes y aceites y basuras.
- Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto de la Junta de Residuos de la Administración Autonómica, que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archive en obra.

## **Polvo**

Los principios básicos para el control definitivo de polvo serán:

- Reducir generación de polvo en el desarrollo de la tarea.
- Controlar y eliminar el polvo generado lo más cerca posibles del punto de origen, evitando su paso al ambiente.
- Control del polvo suspendido en el ambiente.
- Consolidación del polvo sedimentado.

## **Humos**

Se prohibirá quemar materiales en la obra, por lo cual solo puede producirse humo, por escapes de máquinas y vehículos. Hoy sabe todo el mundo, que es antieconómico retrasar



el cambio de filtro y puesta a punto de un vehículo, por su pérdida de potencia y aumento del consumo de combustible, circunstancias que aumentan la producción de humos.

#### **Ruidos**

Se cuidará que las máquinas de la obra productoras de ruido, como pueden ser compresores, grupos electrógenos, tractores, etc., mantengan sus carcasas atenuadoras en su posición, y se evitará en todo lo posible su trabajo nocturno.

#### **Basuras**

Se colocarán contenedores (tipo bidón con tapa), junto al comedor de obra.

#### **Barro**

En toda obra de movimiento de tierras, es fácil encontrar barro tras un día de lluvia.

Teniendo en cuenta el riesgo de pérdida de control de un vehículo al pasar sobre barro es muy importante su eliminación, y sobre todo, contemplando la posibilidad de que vehículos de la obra, trasladen en sus neumáticos el barro a los viales públicos. Se adoptarán las medidas oportunas para eliminar este riesgo.

### **1.6.- INSTALACIONES PARA EL PERSONAL DE OBRA**

Se dispondrá de los módulos necesarios para comedores, vestuarios y aseos para cubrir el número mínimo de trabajadores, teniendo en cuenta un mínimo de 2 m<sup>2</sup> de espacio para cada trabajador.

Los módulos tendrán la iluminación natural y artificial adecuada y dispondrán de ventilación suficiente. Además estarán provistos de todo el mobiliario necesario.

### **1.7.- BOTIQUÍN**

Se dispondrá de un botiquín equipado con material sanitario imprescindible para poder atender pequeñas curas.

#### **ASISTENCIA A ACCIDENTADOS**



Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos Asistenciales (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, Hospitales, etc.) donde deberá trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento:

**Centro de salud:** Camino de la Virgen de la Cabeza, 6, 28880 Meco, Madrid. Teléfono: 918 86 12 90. Horario: 8:00 – 21:00 horas



**Hospital:** Carretera Alcalá-Meco, s/n, 28805 Alcalá de Henares, Madrid. Teléfono: 918 87 81 00. Horario: 24 horas



Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

### RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que le será repetido en el período de un año.

Se realizarán reconocimientos específicos al reincorporarse al trabajo después de accidentes y enfermedades de larga duración

## **1.8.- ORGANIZACIÓN PREVENTIVA**

### **1.8.1.- DELEGADOS DE PREVENCIÓN Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD**

Según lo establecido en el artículo 18 de la ley 31/1995 de PRL:

“El empresario deberá consultar a los trabajadores, y permitir su participación, en el marco de todas las cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V de la presente Ley. Los trabajadores tendrán derecho a



efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos de participación y presentación previstos en esta Ley, dirigidas a la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud en la empresa.”

La empresa contratista encargada de las obras cumplirá estos requisitos a través de los comités de empresa de seguridad y salud y de los delegados de prevención.

Se creará un Comité de Seguridad y Salud en la obra objeto del futuro plan de seguridad y salud, en el caso que así se estipule en el Convenio Colectivo Provincial, o así lo requieran los representantes de los trabajadores, si no se producen las circunstancias anteriores se formará una Comisión. En dicha comisión estarán representados los trabajadores de la empresa contratista., de las distintas subcontratas y/o los trabajadores autónomos

Además:

“El empresario debe garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.”

La empresa contratista será la encargada de canalizar y gestionar dicha formación a través de planes de formación o bien a través de las propuestas por los jefes de obra o los técnicos de prevención, tras detectar necesidades o carencias.

El control sobre la formación de los trabajadores pertenecientes a las subcontratas se realizará a través de la revisión documental de forma previa a la realización de los trabajos.

#### **1.8.2.- CONTROL SOBRE LOS TRABAJOS DE OBRA: RECURSOS PREVENTIVOS**

La figura del “Recurso preventivo” ha sido introducida con carácter general en los centros de trabajo por la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales haciéndose extensiva la presencia de dicha figura en las obras de construcción mediante su Disposición adicional decimocuarta y por el R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, que en su artículo 1, apartado 8 incluye un el artículo 22 bis en el RD 39/1997 que regula la presencia de recursos preventivos en los centros de trabajo.



La presencia de los recursos preventivos en las obras de construcción será preceptiva en los siguientes casos:

a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

La presencia de recursos preventivos de cada contratista será necesario cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales, tal y como se definen en el Real Decreto 1627/97.

b) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales como son:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
- Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.
- Trabajos en espacios confinados. A estos efectos, se entiende por espacio confinado el recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o puede haber una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para su ocupación continuada por los trabajadores.
- Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión, salvo lo dispuesto en el apartado 8.a) de este artículo, referido a los trabajos en inmersión con equipo subacuático.

c) Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

El recurso preventivo estará informado y formado respecto a los riesgos que hay en cada una de las actividades de la obra y se encargará de supervisar las operaciones según el procedimiento de la obra.

La presencia del Recurso Preventivo es una medida preventiva complementaria que tiene como finalidad vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas en relación con los riesgos derivados de la situación que determine su necesidad para conseguir un adecuado control de dichos riesgos.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en la planificación, así como de la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia:

- Harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas.
- Deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación de la planificación de la actividad preventiva y, en su caso, de la evaluación de riesgos laborales.

Se consideran recursos preventivos a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:

- a) Uno o varios trabajadores designados de la empresa.



- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

La Ley 54/2003 no hace referencia a ninguna titulación específica o cualificación profesional necesaria para ejercer las funciones como recurso preventivo, limitándose a indicar en términos generales el perfil profesional, pero indica que el recurso preventivo ha de contar con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Durante la ejecución de la obra, durante la ejecución de los trabajos siempre habrá en la misma la presencia de un recurso preventivo, vigilando la ejecución de los trabajos en obra.

### **1.8.3.- SERVICIO DE PREVENCIÓN:**

La obra contará con asesoramiento en temas de Prevención, siendo preceptiva y complementaria la colaboración con los servicios médicos de las Mutuas y los técnicos de las empresas intervinientes en las distintas fases de la obra, con la presencia de los Técnicos se pretende integrar la seguridad dentro del proceso de producción y tendrán las siguientes funciones:

- Control de obra de forma periódica con informe de estado de la misma.
- Formación de los trabajadores.
- Investigación de Accidentes e Incidentes.

Con el auxilio de las Mutuas de Accidentes de Trabajo, y su red asistencial para cubrir los apartados sanitarios, accidentes y enfermedades profesionales, y prevencionistas, reconocimientos previos y periódicos o vigilancia de la Salud.



### **1.9.- TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES. OPERACIONES QUE PUEDAN DAR LUGAR A PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA.**

#### Trabajos con riesgo eléctrico:

Se realizarán trabajos con riesgo eléctrico en la puesta en marcha de los puntos eléctricos de las cubetas.

#### Trabajos con riesgo de hundimiento y sepultamiento:

Se realizarán trabajos en el interior de las zanjas para la colocación de tubos. Se entibarán aquellas zanjas cuyo terreno no sea estable.

#### Trabajos con riesgo de caídas en altura

En los trabajos de apertura de zanjas y colocación de tubos, con riesgo de caída de altura de más 2,00 metros, la protección de un trabajador no puede ser asegurada totalmente sino mediante la utilización de un Equipo de Protección Individual (EPI), contra el referido riesgo (arnés, etc.).

### **1.10.- PLAN DE EMERGENCIA**

Las actuaciones en caso de emergencia definen la secuencia de acciones para el control inicial de las situaciones de Emergencia que pueden producirse, planificando los medios humanos y materiales disponibles, así como el tipo de actividad desarrollada.



#### 1.10.1.- DEFINICIÓN DE LAS POSIBLES EMERGENCIAS

Es el accidente que únicamente afecta a la zona de obra, provocado por un incendio parcial, pudiendo existir tres tipos de emergencia:

- Conato de emergencia: Incendio que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios existentes en la obra: extintores y mangueras de agua (camión cisterna).
- Emergencia parcial: Es el incendio que solo afecta a la obra, pero no puede ser controlado por el personal de la misma. Esta para ser dominado requiere la adecuación de Equipos Especiales de Extinción (en el final de este capítulo se anexiona al directorio Telefónico para las distintas emergencias). En este caso se evacuará al personal de la obra.
- Emergencia general: Es el incendio que no solo puede afectar a la zona de obra sino a otros sectores y a terceras personas. Se evacuará inmediatamente la obra,

se comunicará a los responsables de la obra y se precisará de Servicios de Ayuda Externos.

### 1.10.2.- MEDIDAS A ADOPTAR DURANTE LAS SITUACIONES DE EMERGENCIA

#### Actuaciones en caso de emergencia con líneas eléctricas aéreas:

Se pueden presentar las siguientes emergencias:

- Caída de línea:

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que está sin tensión.

No se deben tocar a las personas en contacto con una línea eléctrica. En el caso de estar seguro de tratarse de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

- Accidente con máquinas.

En el caso de contacto de una línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc., deben observarse las siguientes normas:

El conductor o maquinista

- Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución. Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- Advertirá a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que esta no se encuentre a una distancia segura. Si desciende antes, el conductor entra en circuito línea aérea-máquina suelo y está expuesto a electrocutarse.
- Si es imposible separar la máquina y, en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar esta.

Normas generales de actuación



- No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
- Advertir a otras personas amenazadas que no toquen la máquina o la línea, y que no efectúen actos imprudentes.
- Advertir a las personas que se encuentren fuera de la zona peligrosa que no se acercarse a la máquina.
- Hasta que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina, y se abandone la zona peligrosa, no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.

Actuaciones en caso de contacto con línea eléctrica enterrada:

En caso de contacto con una línea eléctrica enterrada, las normas de actuación serán las mismas que las indicadas en el caso de líneas aéreas.

Actuaciones en caso de fuga de gas, con riesgo de incendio o explosión:

En caso de escape incontrolado de gas, con riesgo de incendio o explosión, todo el personal evacuará la zona afectada, acotando la zona, y no se permitirá acercarse a nadie a dicha zona, que no sea el personal de la compañía instaladora.

Tras la rotura de la tubería del gas, o apreciación de escape de gas, se avisará de forma inmediata a la Compañía Suministradora.

Actuación en caso de rotura o fuga en canalizaciones de agua:

Comunicación inmediata a la Compañía Instaladora, paralizando los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

Cuando sea necesario se acotará la zona.

Actuación en caso de rotura de línea telefónica enterrada o aérea:

Comunicación inmediata a la Compañía Suministradora, para su reparación.

### 1.10.3.- PROCESO DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

Se dispondrá en obra de un botiquín portátil, conteniendo el material necesario, revisándose mensualmente, y reponiéndose inmediatamente lo consumido.

Se tiene previsto informar a todo el personal de obra de los diferentes centros médicos (Servicios Médicos, Mutualidad Laboral y Ambulatorios) dónde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Está prevista la disposición en sitios bien visibles del Directorio Telefónico, que se anexiona, y de los Centros asignados para urgencias.

Se dará formación en materia de primeros auxilios y técnicas de asistencia de accidentados a los encargados, capataces, delegados de personal y a los operarios designados.

Normas generales de actuación en caso de accidente:

- Si las lesiones no provocan al accidentado la pérdida de conocimiento y movilidad, y no se aprecian inicialmente lesiones graves, se evacuará mediante vehículo de obra, al Centro Hospitalario más cercano. En caso necesario previamente se le practicará una primera cura, haciendo uso de los medios del botiquín.
- En los accidentes donde haya pérdida de conocimiento del accidentado, o se sospeche que haya daños internos, se procederá del modo siguiente:
  - “No se moverá el accidentado” salvo que pueda peligrar su vida; fuego, asfixias, etc.
  - Comprobar que puede respirar espontáneamente, en caso contrario, aplicar técnicas de respiración artificial, y si fuese necesario masaje cardíaco (técnicas de reanimación).
  - Solicitar ayuda inmediatamente (teléfonos de urgencias) y preparar accesos y evacuación, indicando la aproximación al lugar.
  - No abandonar al lesionado. Siempre debe permanecer junto al accidentado una persona, o personas con conocimiento de primeros auxilios.
  - Cubrir al accidentado con una manta para evitar enfriamientos y posibles shock.
  - Impedir que los compañeros lo atiendan simultáneamente y que lo muevan.
  - Acompañar al accidentado, por al menos una persona, al centro de asistencia, para interesarse por el diagnóstico y facilitar los datos precisos.
  - Comunicación del hecho a la Dirección Facultativa y a la Jefatura de Obras, para que sigan el procedimiento de comunicación, indicado en el organigrama que se anexiona.

#### **1.10.4.- ORGANIZACIÓN DE RECURSOS EXISTENTES Y FUNCIONES**



Dado el escaso número de trabajadores en el centro de trabajo, se designará únicamente un Jefe de Emergencia cuyas funciones se describen a continuación. El resto del personal, en caso de emergencia, seguirá las pautas recogidas anteriormente para cada tipo de emergencia que pueda producirse.

- **Funciones del Jefe de Emergencia**

Es el máximo responsable del centro de trabajo en situaciones de emergencia. Su función es coordinar la actuación del personal.

Deberá adoptar las decisiones relativas a la evacuación del centro de trabajo y realizar la petición de ayuda a los servicios exteriores de intervención, para lo cual deberá valorar la situación de emergencia.

Además, será su misión:

- Garantizar la implantación del presente Plan de Emergencia.
- Determinar el momento en que se dé por terminada la situación de emergencia y la actividad laboral pueda restablecerse con normalidad.

- **Designación:**

Se designará al Encargado de la obra como Jefe de Emergencia. En caso de no hallarse presente el mismo será sustituido por un trabajador con responsabilidades dentro del centro de trabajo designado por él.

## **1.11.- COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES**

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales marca en su Art. 24 que cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal efecto, el empresario titular del centro de trabajo, adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo, estén informados de las medidas de protección y prevención correspondientes, así como las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado a sus respectivos trabajadores. Para facilitar la cooperación entre empresas, el contratista designará a la persona que se encargará de la coordinación empresarial cuyas obligaciones están marcadas en el RD 171/2004, de 30 de enero.



Entre los cuales se encuentra el intercambio de información sobre riesgos y medidas preventivas, que generados por una empresa puedan afectar a los trabajadores de otras, y no hayan sido contemplados en el presente Plan de Medidas Preventivas. El intercambio de información será previo al inicio de los trabajos y se realizará vía Contratista Principal y comisión de seguridad y salud, informando al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Asimismo, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios para la protección y prevención de riesgos y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, conforme el RD 171/04, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales y demás disposiciones vigentes. Los medios de coordinación previstos para la presente obra serán los siguientes:

- a) El intercambio de información y de comunicaciones entre las empresas concurrentes, a través del jefe de obra principalmente.
- b) La impartición de instrucciones. En función del contenido de las mismas, los responsables pueden cambiar.
- c) La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de las empresas concurrentes.

En este sentido cada empresario que participe en las obras nombrará expresamente a su "recurso preventivo" conforme la Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, debiendo estar presente en la obra mientras su empresa desarrolle trabajos con riesgo grave en la misma.

Además, facilitará al Contratista la organización preventiva que vaya a aportar a la obra, reflejando una operativa de gestión de la vigilancia de sus trabajadores, y de las medidas coercitivas o sancionadoras a aplicar al que incumpla sus obligaciones en materia de prevención.

A su vez el Contratista registrará los incumplimientos de los trabajadores en materia de prevención, para reclamar al empresario afectado la adopción de las medidas sancionadoras previstas en caso necesario y sin cuyo cumplimiento, el trabajador afectado no podrá permanecer en las obras.

Ningún empresario podrá subcontratar a otros que no hayan hecho por medio de sus servicios de prevención la evaluación de riesgos laborales para las tareas que les sean encomendadas en la obra, extremo que se deberá acreditar por escrito, siendo archivada la documentación acreditativa en el archivo general de documentación de seguridad y salud y base de datos informática del Contratista mencionados más arriba.

Además, las empresas que contraten o subcontraten con otras la realización de las obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquellas y que se desarrollen en los centros de trabajo donde los primeros desarrollen su actividad deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales y en especial la ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales y el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

SICE deberá asegurarse de que todos los empresarios y trabajadores autónomos están bien informados de los riesgos relacionados con sus labores específicas y reciben la formación adecuada sobre las precauciones que deben adoptarse para evitar accidentes o enfermedades y medidas en caso de emergencia.

Se recabará de los empresarios, acreditación de que a su vez éstos han informado al respecto a todos sus trabajadores.

Madrid, a junio de 2017

EL AUTOR DEL PROYECTO  
(Técnico Competente)



Fdo. José Antonio Casella Torres  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 15.018

## DOCUMENTO Nº 2. PLANOS



## ÍNDICE

### ANEJO Nº 16. SEGURIDAD Y SALUD

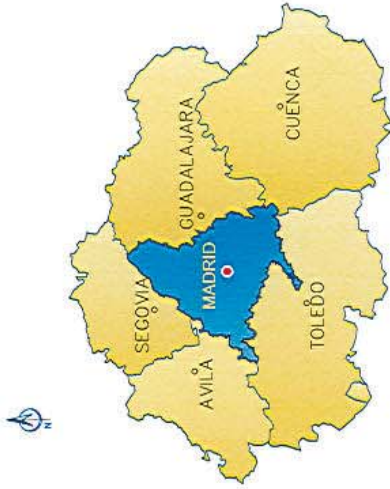
|                             |   |
|-----------------------------|---|
| DOCUMENTO Nº 2. PLANOS..... | 1 |
| 2.- PLANOS.....             | 1 |

## 2.- PLANOS

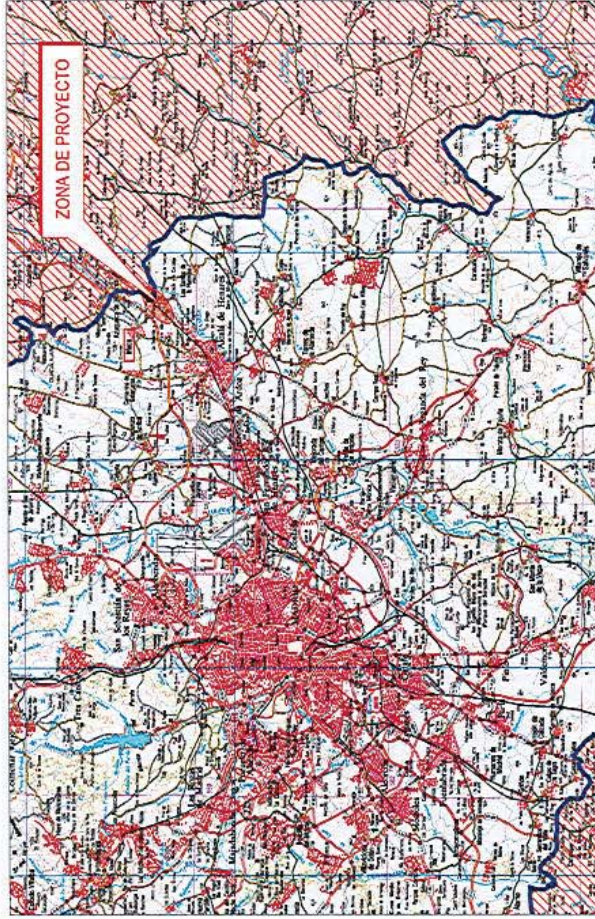
Los planos que contiene este documento son los siguientes

- A16\_01. Situación y planta general
- A16\_02. Zona de Instalaciones de Higiene y Bienestar y acopios
- A16\_03. Señalización I
- A16\_04. Señalización II
- A16\_05. Señalización III
- A16\_06. Señalización IV
- A16\_07. Señales de maniobra
- A16\_08. Panel informativo
- A16\_09. Equipos de protección individual
- A16\_10. Elementos de izado
- A16\_11. Elementos de sujeción
- A16\_12. Protección eléctrica
- A16\_13. Bombonas de oxígeno y acetileno
- A16\_14. Protecciones colectivas
- A16\_15. Zanjas I
- A16\_16. Zanjas II
- A16\_17. Zanjas III
- A16\_18. Esquema Tablestacas
- A16\_19. Hormigonado zanjas. Maquinaria de obra
- A16\_20. Trabajos de excavación
- A16\_21. Zanjas y excavaciones
- A16\_22. Barandillas y andamios
- A16\_23. Barandillas
- A16\_24. Instalaciones de Higiene y Bienestar
- A16\_25. Escaleras de mano





COMUNIDAD DE MADRID  
Sin escala



PROVINCIA DE MADRID  
Escala 1:500.000



EDAR DE MECO  
Escala 1:3.000



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

PLANO DE SITUACIÓN

|                |                |               |                |               |                |        |           |
|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|--------|-----------|
| FECHA:         | AÑO 2023       | ESCALA:       | 1:3000         | PROYECTO:     | W0048          | HOJA:  | 16 DE 1   |
| ELABORADO POR: | ALFONSO GARCÍA | REVISADO POR: | ALFONSO GARCÍA | APROBADO POR: | ALFONSO GARCÍA | FECHA: | 16 JUL 23 |





PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE  
ZONA INSTALACIONES HIGIENE Y BIENESTAR  
ZONA DE ACOPIOS

|          |  |             |  |
|----------|--|-------------|--|
| FECHA    | 11/10/2017   | Nº DE PLANO | A16_02   |
| PROYECTO | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | PROYECTO    | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE |
| PROYECTO | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | PROYECTO    | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE |
| PROYECTO | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | PROYECTO    | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE |

# SEÑALIZACIÓN

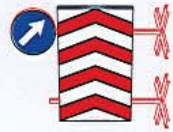
## SEÑALES DE PELIGRO

(Dimensiones mínimas 400mm)

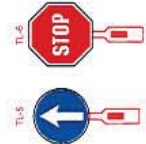
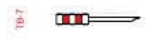


## SEÑALES INDICADORAS

(Dimensiones mínimas 400mm)



## BALIZAMIENTO

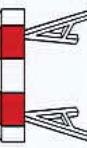


PANEL DE DIRECCIÓN DE OBRAS 1.15 x 0.95

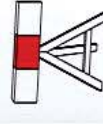
PANEL DE DIRECCIÓN DE OBRAS 1.15 x 0.95

PICUETAS

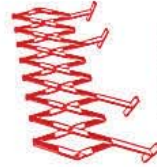
DISCOS MANUALES



VALLA DE OBRAS DE 2.40 x 0.90



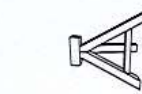
VALLA DE OBRAS DE 0.90 x 0.90



VALLA EXTENSIBLE

## SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN

(Dimensiones mínimas 600mm)



TRIPODE SUELTO



TRIPODE O GIGANTE DE OBRAS (1.3m DE LUJO)



CONOS DE OBRAS NO DEFORMABLES 75cm DE ALTURA



VALLA PEATONAL



BOYAS INTERMITENTES



BANDA Y CINTA DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE



PORTALÁMPARAS DE PLÁSTICO

## SEÑALES DE PRECAUCIÓN (NORMALES Y REFLECTANTES)

TAMANOS RECOMENDADOS: MIN. 130mm DE LUJO - TAMANOS NORMALES: MIN. 400mm DE LUJO



PELIGRO ELÉCTRICO

PELIGRO DE EXPLOSIÓN

PELIGRO DE OBJETOS SUSPENDIDOS

PELIGRO DE CARGAS SUSPENDIDAS



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

SEÑALIZACIÓN I

FECHA: 14/01/2017

SE: A16-03

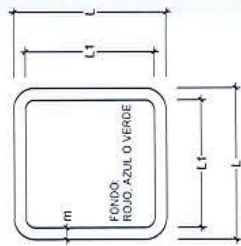
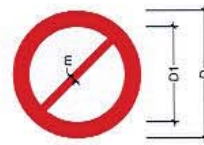
FECHA: 14/01/2017



## SEÑALES DE PROHIBICIÓN



| DIMENSIONES EN mm |     |    |
|-------------------|-----|----|
| D                 | D1  | m  |
| 554               | 420 | 44 |
| 420               | 297 | 31 |
| 297               | 210 | 17 |
| 210               | 148 | 16 |
| 148               | 105 | 11 |
| 105               | 54  | 8  |



| DIMENSIONES EN mm |     |    |
|-------------------|-----|----|
| L                 | L1  | m  |
| 594               | 534 | 30 |
| 420               | 378 | 21 |
| 297               | 287 | 15 |
| 210               | 188 | 11 |
| 148               | 132 | 8  |
| 105               | 55  | 5  |



## SEÑALES DE PRESCRIPCION IMPERATIVAS Y DE PELIGRO



| DIMENSIONES EN mm |     |    |
|-------------------|-----|----|
| D                 | D1  | m  |
| 594               | 534 | 30 |
| 420               | 378 | 21 |
| 297               | 287 | 15 |
| 210               | 188 | 11 |
| 148               | 132 | 8  |
| 105               | 55  | 5  |

## SEÑALES SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE EXTINCION



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

FECHA: 14/07/2017  
AUTOR: J. L. GARCÍA  
REVISOR: J. L. GARCÍA  
DISEÑADOR: J. L. GARCÍA  
DIBUJANTE: J. L. GARCÍA  
VERIFICADOR: J. L. GARCÍA  
APROBADOR: J. L. GARCÍA



| SEÑALES DE SEGURIDAD                             |         |             |              |              |                    |
|--|---------|-------------|--------------|--------------|--------------------|
| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL                          | SIMBOLO | COLORES     |              |              | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|  |         | DEL SIMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE |                    |
| PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS |         | BLANCO      | AZUL         | BLANCO       |                    |
| PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA              |         | BLANCO      | AZUL         | BLANCO       |                    |
| PROTECCION OBLIGATORIA DEL OÍDO                  |         | BLANCO      | AZUL         | BLANCO       |                    |
| PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA               |         | BLANCO      | AZUL         | BLANCO       |                    |
| PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS              |         | BLANCO      | AZUL         | BLANCO       |                    |
| PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES               |         | BLANCO      | AZUL         | BLANCO       |                    |

## SEÑALES DE OBLIGACION

| SEÑALES DE PROHIBICION            |         |             |              |              |
|-----------------------------------|---------|-------------|--------------|--------------|
| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL           | SIMBOLO | COLORES     |              |              |
|                                   |         | DEL SIMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE |
| PROHIBIDO FUMAR                   |         | NEGRO       | ROJO         | BLANCO       |
| PROHIBIDO APAGAR CON AGUA         |         | NEGRO       | ROJO         | BLANCO       |
| PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAR DESNUDOS |         | NEGRO       | ROJO         | BLANCO       |
| AGUA NO POTABLE                   |         | NEGRO       | ROJO         | BLANCO       |
| PROHIBIDO PASAR PENTONES          |         | NEGRO       | ROJO         | BLANCO       |













## SEÑALES DE PROHIBICION

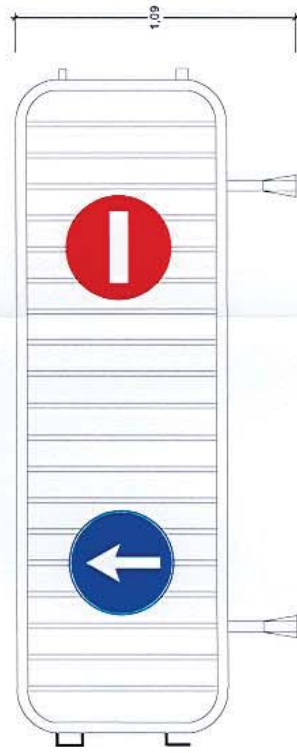
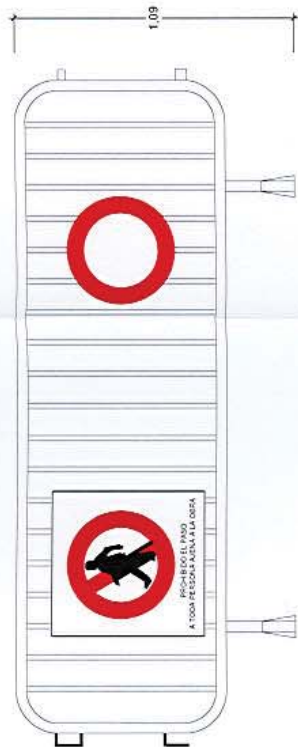
Canal de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

SEÑALIZACIÓN III

|                     |   |    |        |
|---------------------|---|----|--------|
| FECHA               | 14/05/2014  | SE | A16-05 |
| PROYECTO            | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | SE |        |
| FECHA DE EMISIÓN    | 14/05/2014  | SE |        |
| FECHA DE REVISIÓN   | 14/05/2014  | SE |        |
| FECHA DE APROBACIÓN | 14/05/2014  | SE |        |

| SEÑALES DE ADVERTENCIA                        |   |             |              |              |   |
|---|---|-------------|--------------|--------------|---|
| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL                       | SIMBOLO   | COLORES     |              |              | SEÑAL DE SEGURIDAD  |
|   |   | DEL SIMBOLO | DE SEGURIDAD | DE CONTRASTE |   |
| RIESGO DE INCENDIO<br>MATERIALES INFLAMABLES  |    | NEGRO       | AMARILLO     | NEGRO        |    |
| RIESGO DE EXPLOSION<br>MATERIALES EXPLOSIVOS  |    | NEGRO       | AMARILLO     | NEGRO        |    |
| RIESGO DE RADIACION<br>MATERIALES RADIACTIVOS |    | NEGRO       | AMARILLO     | NEGRO        |    |
| RIESGO DE CARGA<br>SUSPENDIDA                 |    | NEGRO       | AMARILLO     | NEGRO        |    |
| RIESGO DE INTOXICACION<br>SUSTANCIAS NOXIVAS  |   | NEGRO       | AMARILLO     | NEGRO        |   |
| RIESGO DE CORROSION<br>SUSTANCIAS CORROSIVAS  |  | NEGRO       | AMARILLO     | NEGRO        |  |



VALLA DE CIERRE  
COMO AUXILIAR DE SEÑALIZACION



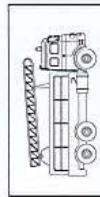


TELEFONOS

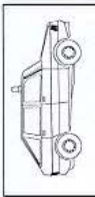
DE

EMERGENCIA

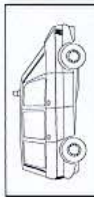
DIRECCION DE LA OBRA



BOMBEROS



POLICIA  
NACIONAL



GUARDIA  
CIVIL



SERVICIO MEDICO

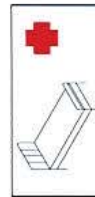
Dr. \_\_\_\_\_

MEDICO ASISTENCIAL  
PARA LA OBRA

Dr. \_\_\_\_\_



AMBULANCIAS



HOSPITALES



OBLIGATORIO

EL USO

DEL CASCO

PROHIBIDO EL

PASO A TODA

PERSONA AJENA

A ESTA OBRA

Canal  
de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

PANEL INFORMATIVO

FECHA

JAN 2022

ESPAÑA

SE

A16-08

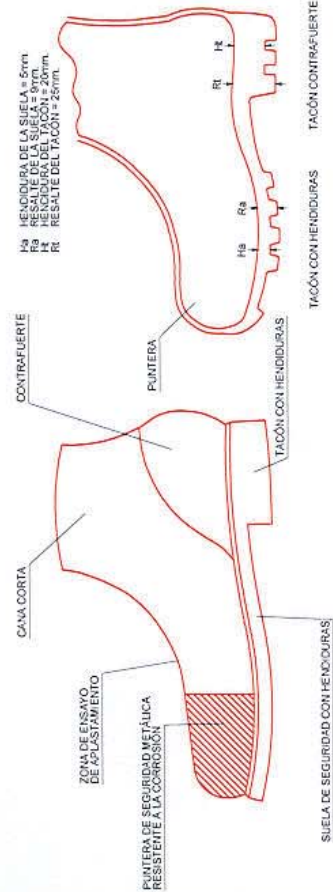
FECHA DE ELABORACIÓN

FECHA DE ACTUALIZACIÓN

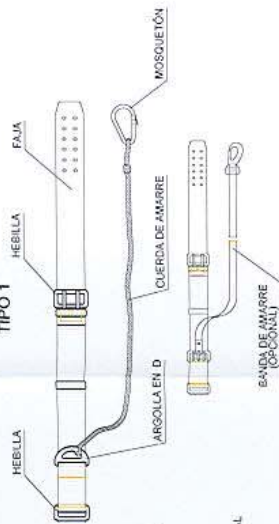
FECHA DE VALIDACIÓN

FECHA DE CANCELACIÓN

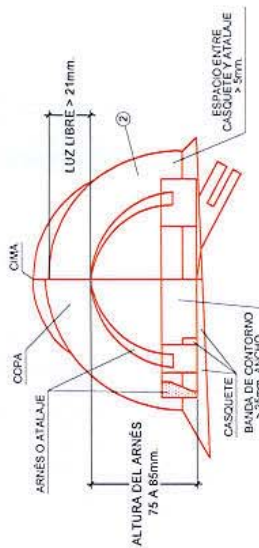
## PROTECCIÓN ADICIONAL



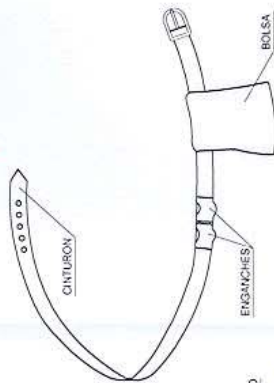
## TIP 1



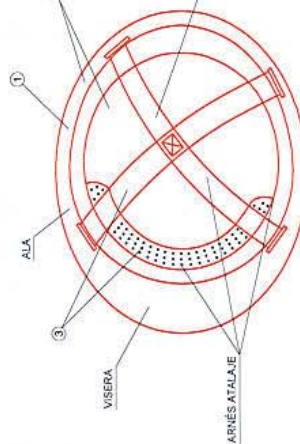
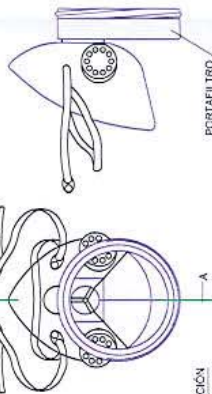
## PORTAHERRAMIENTAS



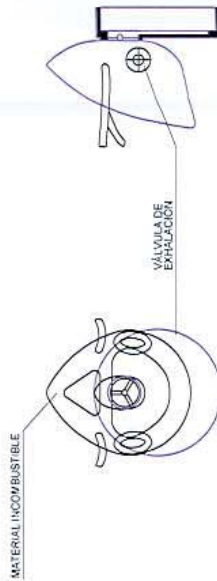
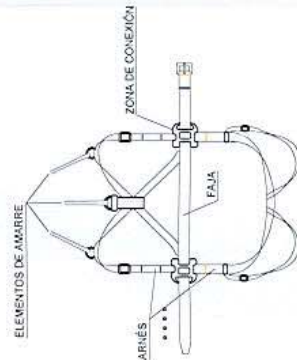
## BOTA DE SEGURIDAD



## VALVULA DE INHALACIÓN



- 1 MATERIAL INCOMBUSTIBLE RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- 2 CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25.000 V.
- 3 MATERIAL NO RÍGIDO HIDRÓFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.

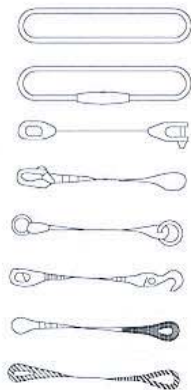


CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO

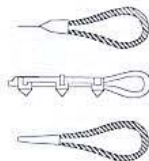
SEGÚN R.D. 773/1.997  
Y R.D. 1407/1.992



ESQUEMAS DE LOS DIVERSOS TIPOS DE ESLINGAS



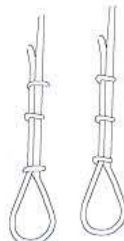
ESQUEMAS DE LOS DIVERSOS TIPOS DE GAZAS



FORMA CORRECTA DE MONTAR UNA GAZA CON PERRILLOS



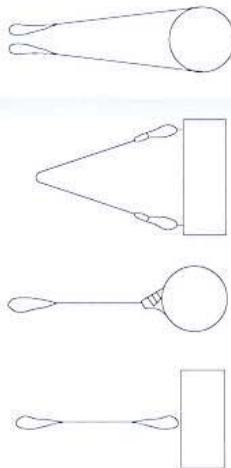
FORMAS INCORRECTAS DE MONTAR UNA GAZA CON PERRILLOS



ELEMENTOS AUXILIARES DE IZADO

| DIAMETRO DEL CABLE | NÚMEROS DE PERRILLOS | DISTANCIA ENTRE PERRILLOS |
|--------------------|----------------------|---------------------------|
| HASTA 12 mm        | 3                    | 8 DIAMETROS               |
| 12 mm A 20 mm      | 4                    | 8 DIAMETROS               |
| 20 mm A 25 mm      | 5                    | 8 DIAMETROS               |
| 25 mm A 35 mm      | 6                    | 8 DIAMETROS               |

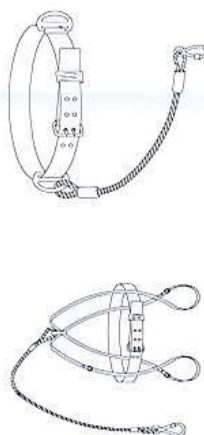
DIFERENTES FORMAS DE UTILIZACION DE ESLINGAS



CONSIDERACIONES GENERALES:

- CORRECTO ASENTAMIENTO DE LAS ESLINGAS
- EVITAR QUE AL UTILIZAR VARIAS ESLINGAS ESTAS SE MOVIENTEN O CRUZEN
- ELEGIR TERMINALES ADECUADOS (ANILAS, GRILLETES, GANCHOS, ETC.)
- TENER EN CUENTA QUE CUANDO MAYOR ES EL ÁNGULO DE TRABAJO DE LA ESLINGA MENOR CAPACIDAD DE CARGA TIENDE.
- SEGUN EL APARTADO ANTERIOR Y COMO NORMA GENERAL EL ÁNGULO DE TRABAJO EN NINGUN CASO SUPERARÁ LOS 90°.

CINTURONES DE SEGURIDAD



CINTURON DE CADA

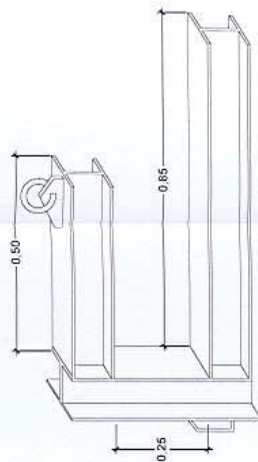
CAMPO DE APLICACION: TRABAJOS CON POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE

CINTURON DE SUECION

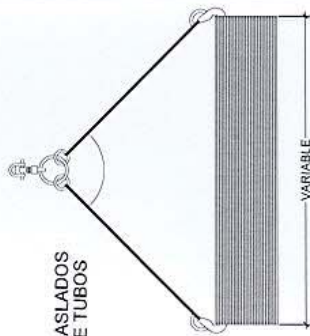
CAMPO DE APLICACION: PARA IMPEDIR LA CAIDA LIBRE CON EL ELEMENTO DE AMARRE SIEMPRE TENSO. TRABAJOS EN CUBIERTAS, CANTERAS, ANDAMIOS, ESCALERAS, POSTES, ETC.

CINTURON DE SUSPENSION

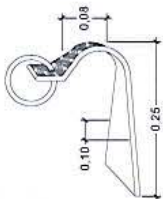
CAMPO DE APLICACION: OPERACIONES EN QUE EL USUARIO QUEDA SUSPENDIDO EN LA CADA, ELEVACION Y DESCENSO



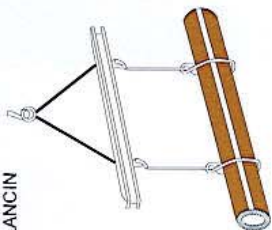
TRASLADOS DE TUBOS



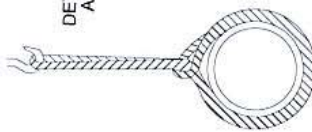
GANCHO



COLOCACION CON BALANCIN

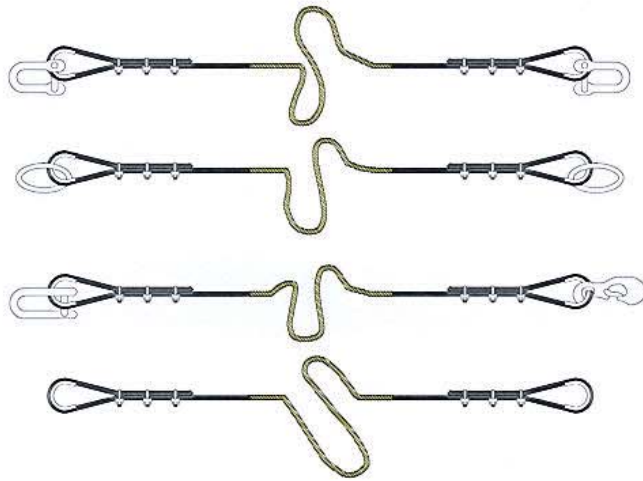


DETALLE DE AMARRE

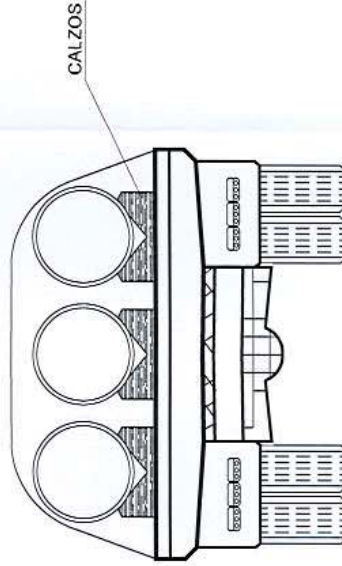
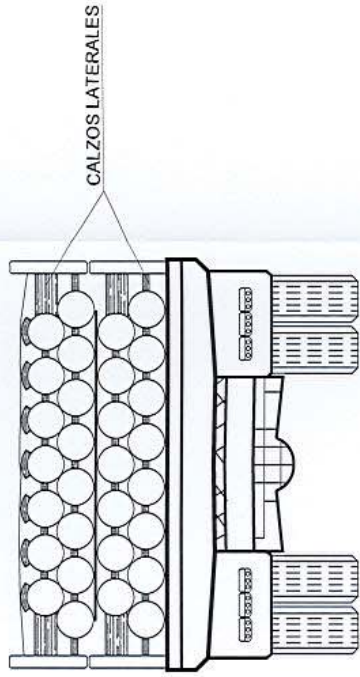


ESTROBOS, CABLES, CADENAS Y GANCHOS.





| FORMACION DE ESLINGAS  |                            |  |
|--|----------------------------|--|
| DISTANCIA ENTRE APRIETOS=4.0 SIGROSOR CABLE  |                            |  |
| Ø DEL CABLE  | N° RECOMENDADO DE APRIETOS |  |
| HASTA 12 mm  | 3.827 a 6 DIAMETROS        |  |
| 12 mm A 20 mm  | 4.827 a 6 DIAMETROS        |  |
| 20 mm A 25 mm  | 5.827 a 6 DIAMETROS        |  |
| 25 mm A 35 mm  | 6.827 a 6 DIAMETROS        |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- CABLES DE ACERO</li><li>- LAZOS PROTEGIDOS CON FORNILLO GUARDA-CABOS</li><li>- PUEDEN SUSTITUIRSE LOS APRIETOS POR CASQUILLOS SOLDADOS</li></ul> |                            |  |

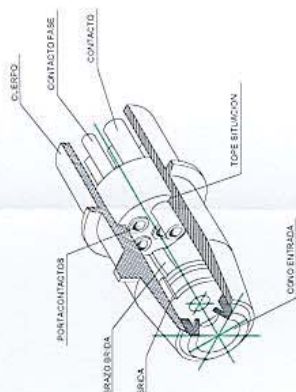


## FORMACION DE ESLINGAS

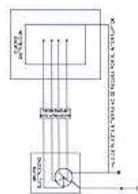
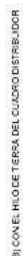
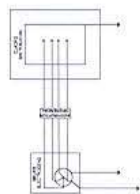
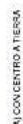
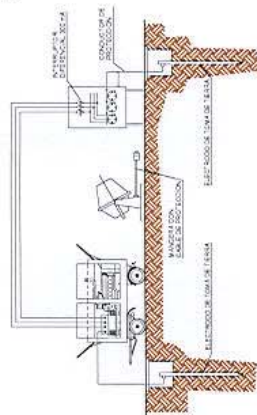
## TRANSPORTE DE TUBERIAS

## ONLINE JOURNAL OF THE ILM

|      |   |
|------|---|
| 16 A | 20/28 V<br>40/50 V<br>110/130 V<br>220/240 V<br>380/415 V<br>500 V<br>750 V |
| 32 A | 20/28 V<br>40/50 V<br>110/130 V<br>220/240 V<br>380/415 V<br>500 V<br>750 V |



ESQUEMA DE UNA INSTALACION CONECTADA A UN GRUPO ELECTROGENO EN ESTRELLA



DOI: 10.1002/jbm.b

— B. N. 790 117114 CONECTIVO A 1" PARA AN" 18 CO. CONFINCA

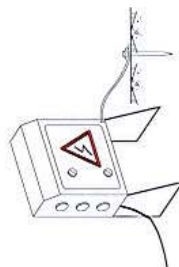
LA CAYENA 26, 08, 00, 11, 00, 12, 00, 13, 00, 14, 00, 15, 00, 16, 00, 17, 00, 18, 00, 19, 00, 20, 00, 21, 00, 22, 00, 23, 00, 24, 00, 25, 00, 26, 00, 27, 00, 28, 00, 29, 00, 30, 00, 31, 00, 32, 00, 33, 00, 34, 00, 35, 00, 36, 00, 37, 00, 38, 00, 39, 00, 40, 00, 41, 00, 42, 00, 43, 00, 44, 00, 45, 00, 46, 00, 47, 00, 48, 00, 49, 00, 50, 00, 51, 00, 52, 00, 53, 00, 54, 00, 55, 00, 56, 00, 57, 00, 58, 00, 59, 00, 60, 00, 61, 00, 62, 00, 63, 00, 64, 00, 65, 00, 66, 00, 67, 00, 68, 00, 69, 00, 70, 00, 71, 00, 72, 00, 73, 00, 74, 00, 75, 00, 76, 00, 77, 00, 78, 00, 79, 00, 80, 00, 81, 00, 82, 00, 83, 00, 84, 00, 85, 00, 86, 00, 87, 00, 88, 00, 89, 00, 90, 00, 91, 00, 92, 00, 93, 00, 94, 00, 95, 00, 96, 00, 97, 00, 98, 00, 99, 00, 100, 00, 101, 00, 102, 00, 103, 00, 104, 00, 105, 00, 106, 00, 107, 00, 108, 00, 109, 00, 110, 00, 111, 00, 112, 00, 113, 00, 114, 00, 115, 00, 116, 00, 117, 00, 118, 00, 119, 00, 120, 00, 121, 00, 122, 00, 123, 00, 124, 00, 125, 00, 126, 00, 127, 00, 128, 00, 129, 00, 130, 00, 131, 00, 132, 00, 133, 00, 134, 00, 135, 00, 136, 00, 137, 00, 138, 00, 139, 00, 140, 00, 141, 00, 142, 00, 143, 00, 144, 00, 145, 00, 146, 00, 147, 00, 148, 00, 149, 00, 150, 00, 151, 00, 152, 00, 153, 00, 154, 00, 155, 00, 156, 00, 157, 00, 158, 00, 159, 00, 160, 00, 161, 00, 162, 00, 163, 00, 164, 00, 165, 00, 166, 00, 167, 00, 168, 00, 169, 00, 170, 00, 171, 00, 172, 00, 173, 00, 174, 00, 175, 00, 176, 00, 177, 00, 178, 00, 179, 00, 180, 00, 181, 00, 182, 00, 183, 00, 184, 00, 185, 00, 186, 00, 187, 00, 188, 00, 189, 00, 190, 00, 191, 00, 192, 00, 193, 00, 194, 00, 195, 00, 196, 00, 197, 00, 198, 00, 199, 00, 200, 00, 201, 00, 202, 00, 203, 00, 204, 00, 205, 00, 206, 00, 207, 00, 208, 00, 209, 00, 210, 00, 211, 00, 212, 00, 213, 00, 214, 00, 215, 00, 216, 00, 217, 00, 218, 00, 219, 00, 220, 00, 221, 00, 222, 00, 223, 00, 224, 00, 225, 00, 226, 00, 227, 00, 228, 00, 229, 00, 230, 00, 231, 00, 232, 00, 233, 00, 234, 00, 235, 00, 236, 00, 237, 00, 238, 00, 239, 00, 240, 00, 241, 00, 242, 00, 243, 00, 244, 00, 245, 00, 246, 00, 247, 00, 248, 00, 249, 00, 250, 00, 251, 00, 252, 00, 253, 00, 254, 00, 255, 00, 256, 00, 257, 00, 258, 00, 259, 00, 260, 00, 261, 00, 262, 00, 263, 00, 264, 00, 265, 00, 266, 00, 267, 00, 268, 00, 269, 00, 270, 00, 271, 00, 272, 00, 273, 00, 274, 00, 275, 00, 276, 00, 277, 00, 278, 00, 279, 00, 280, 00, 281, 00, 282, 00, 283, 00, 284, 00, 285, 00, 286, 00, 287, 00, 288, 00, 289, 00, 290, 00, 291, 00, 292, 00, 293, 00, 294, 00, 295, 00, 296, 00, 297, 00, 298, 00, 299, 00, 300, 00, 301, 00, 302, 00, 303, 00, 304, 00, 305, 00, 306, 00, 307, 00, 308, 00, 309, 00, 310, 00, 311, 00, 312, 00, 313, 00, 314, 00, 315, 00, 316, 00, 317, 00, 318, 00, 319, 00, 320, 00, 321, 00, 322, 00, 323, 00, 324, 00, 325, 00, 326, 00, 327, 00, 328, 00, 329, 00, 330, 00, 331, 00, 332, 00, 333, 00, 334, 00, 335, 00, 336, 00, 337, 00, 338, 00, 339, 00, 340, 00, 341, 00, 342, 00, 343, 00, 344, 00, 345, 00, 346, 00, 347, 00, 348, 00, 349, 00, 350, 00, 351, 00, 352, 00, 353, 00, 354, 00, 355, 00, 356, 00, 357, 00, 358, 00, 359, 00, 360, 00, 361, 00, 362, 00, 363, 00, 364, 00, 365, 00, 366, 00, 367, 00, 368, 00, 369, 00, 370, 00, 371, 00, 372, 00, 373, 00, 374, 00, 375, 00, 376, 00, 377, 00, 378, 00, 379, 00, 380, 00, 381, 00, 382, 00, 383, 00, 384, 00, 385, 00, 386, 00, 387, 00, 388, 00, 389, 00, 390, 00, 391, 00, 392, 00, 393, 00, 394, 00, 395, 00, 396, 00, 397, 00, 398, 00, 399, 00, 400, 00, 401, 00, 402, 00, 403, 00, 404, 00, 405, 00, 406, 00, 407, 00, 408, 00, 409, 00, 410, 00, 411, 00, 412, 00, 413, 00, 414, 00, 415, 00, 416, 00, 417, 00, 418, 00, 419, 00, 420, 00, 421, 00, 422, 00, 423, 00, 424, 00, 425, 00, 426, 00, 427, 00, 428, 00, 429, 00, 430, 00, 431, 00, 432, 00, 433, 00, 434, 00, 435, 00, 436, 00, 437, 00, 438, 00, 439, 00, 440, 00, 441, 00, 442, 00, 443, 00, 444, 00, 445, 00, 446, 00, 447, 00, 448, 00, 449, 00, 450, 00, 451, 00, 452, 00, 453, 00, 454, 00, 455, 00, 456, 00, 457, 00, 458, 00, 459, 00, 460, 00, 461, 00, 462, 00, 463, 00, 464, 00, 465, 00, 466, 00, 467, 00, 468, 00, 469, 00, 470, 00, 471, 00, 472, 00, 473, 00,

DEPARTMENT OF THE ARMY, WASHINGTON, D. C. 20315

CONTRIBUTOR: JACQUES CHASSAGNE

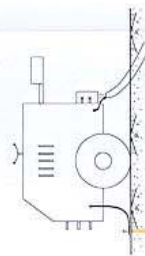
PROTECCIONES ELECTRICAS  
(NORMAS GENERALES)

## EN CUADRO GENERAL PORTATIL



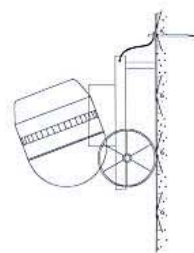
**NOTA:**  
IMPRESIONABLE PERMANEZCAN CERRADOS BAJO LLAVE  
Y DOTADOS DE TOMA DE TIERRA

EN GRUPO ELECTROGENO

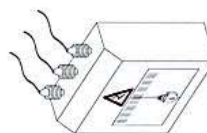


**NOTA:**  
 IMPRESIONABLE INSTALAR TOMA DE TIERRA  
 Y CABLE DE MASA  
 EVITAR ZONAS HUMEDAS

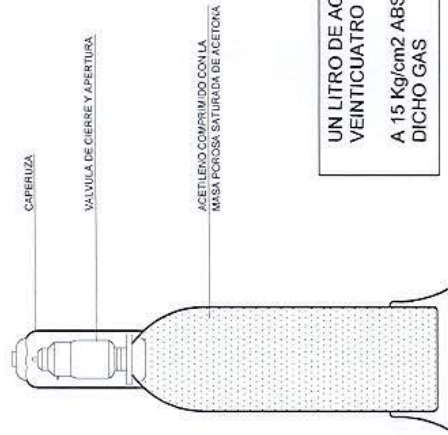
## EN MAQUINARIA ELECTRICA



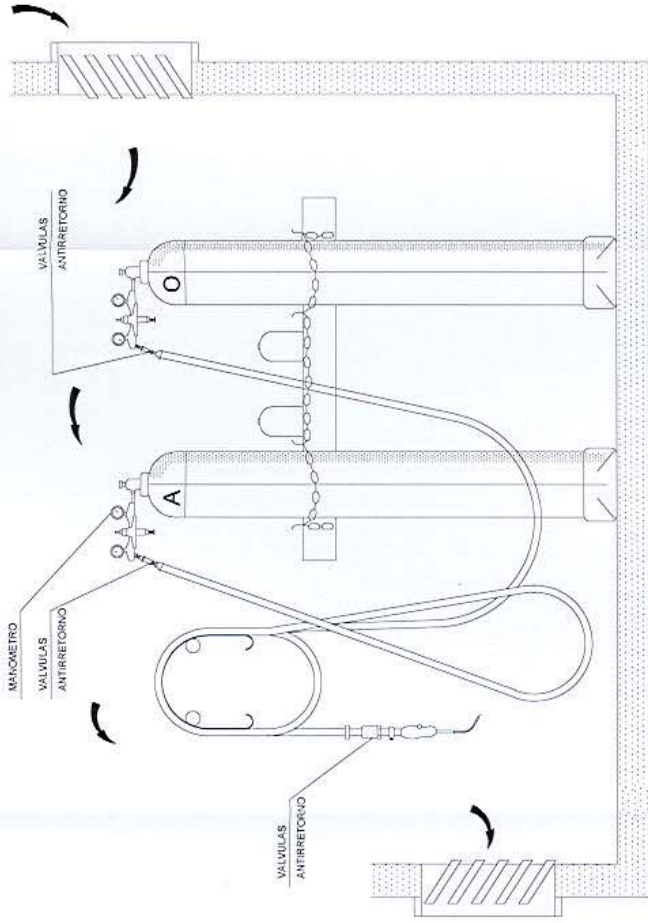
EN CUADRO GENERAL FIJO



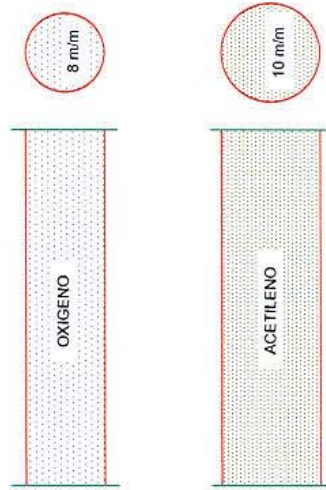
# INSTALACION DE BOMBAS DE OXIGENO Y ACETILENO



UN LITRO DE ACETONA ABSORBE VEINTICUATRO LITROS DE ACETILENO  
A 15 Kg/cm<sup>2</sup> ABSORBE 360 LITROS DE DICHO GAS



MANGUERAS

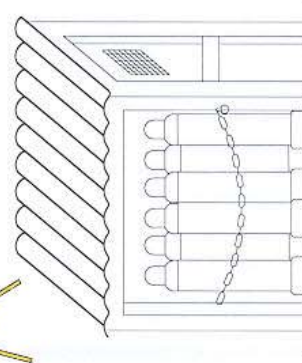


RESISTENCIA A LA PRESION

HASTA 15 Kg/cm<sup>2</sup>  
CUANDO LA PRESION DE CONDUCCION DE LOS GASES SEA INFERIOR A 1 Kg/cm<sup>2</sup>

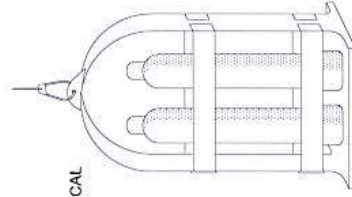
HASTA 25 Kg/cm<sup>2</sup>  
PARA PRESIONES SUPERIORES A 1 Kg/cm<sup>2</sup>

ALMACEN

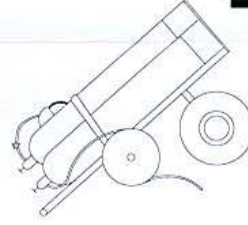


TRANSPORTE

VERTICAL



HORIZONTAL



Canal de Isabel II

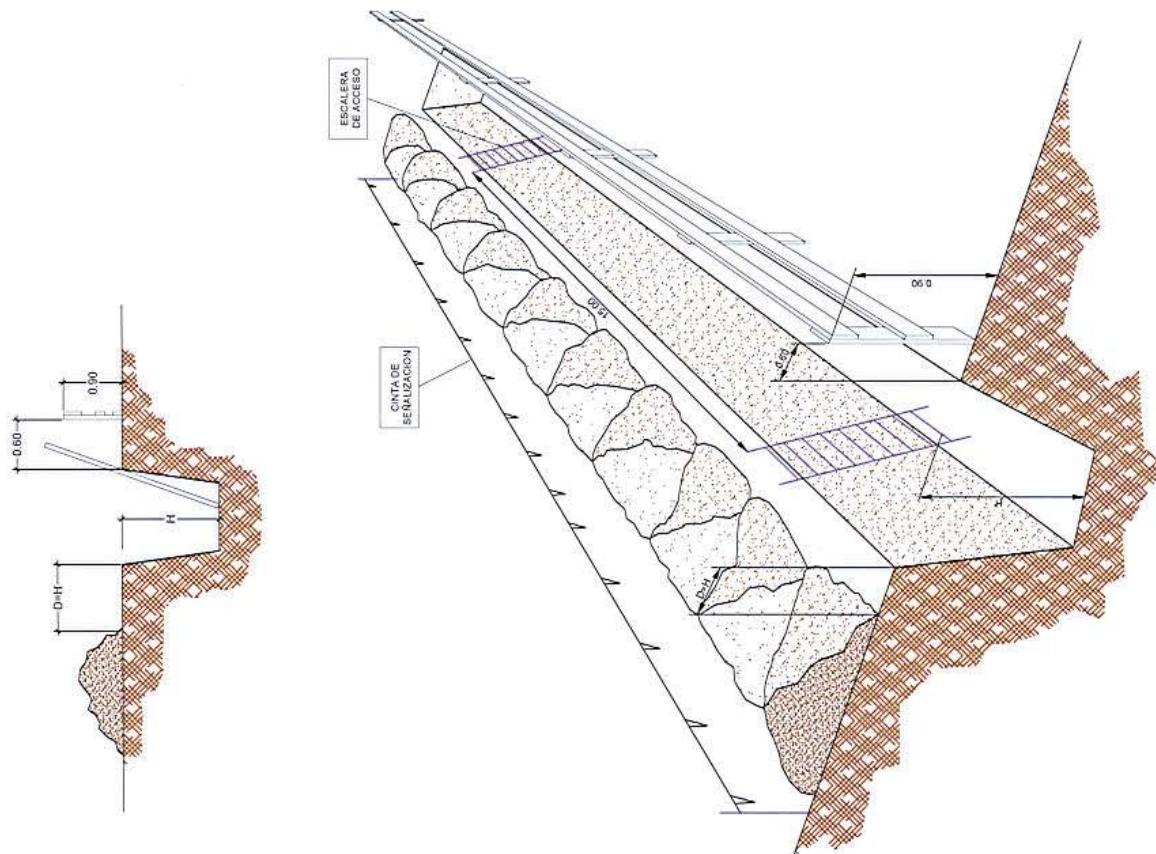
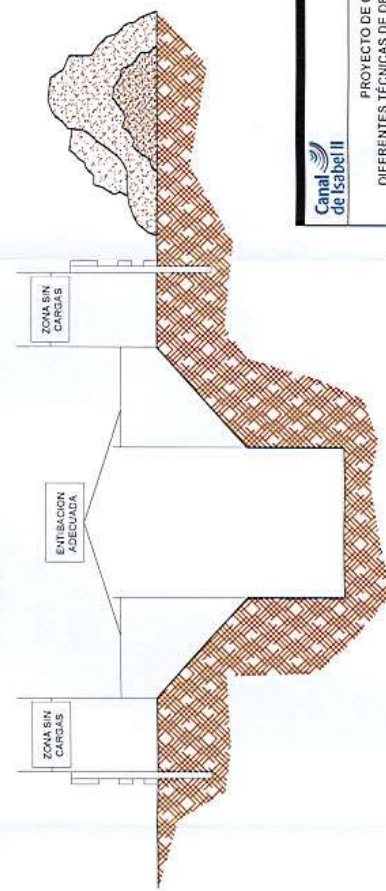
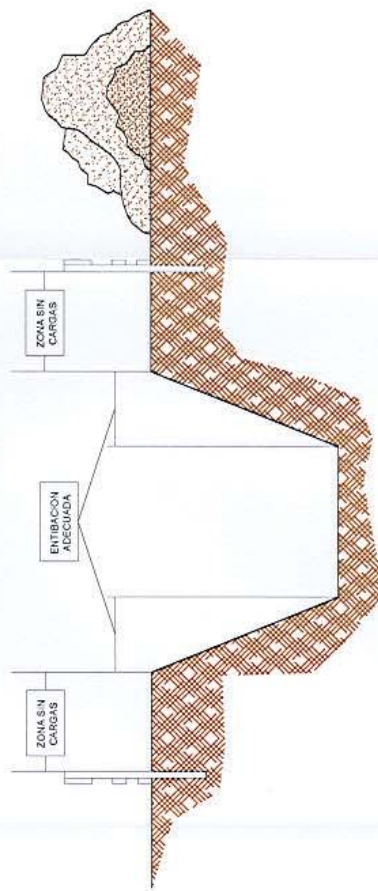
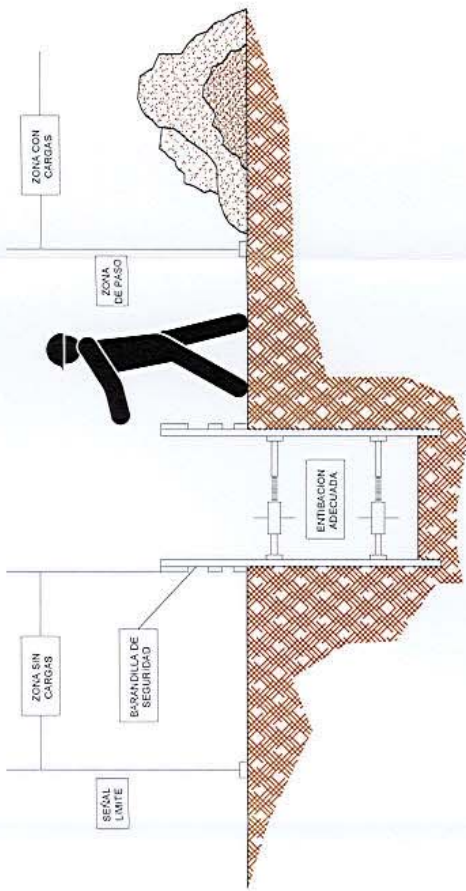
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

BOMBAS DE OXIGENO Y ACETILENO

|               |  |                     |                     |           |
|---------------|--|---------------------|---------------------|-----------|
| FECHA         | JUNIO 2017   | ESCA                | 5:5                 | VER PLANO |
| PROYECTO      | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE ISABEL II | FECHA DE EMISIÓN    | 13 DE JUNIO DE 2017 | A16_13    |
| ELABORADO POR | ALBA   | REVISADO POR        | ALBA                |           |
| APROBADO POR  | ALBA   | FECHA DE APROBACIÓN | 13 DE JUNIO DE 2017 |           |







PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

ZONA 1

|          |   |    |            |
|----------|---|----|------------|
| FECHA    | 15/05/2017  | SE | 15/05/2017 |
| PROYECTO | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | SE | 15/05/2017 |
| PROYECTO | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | SE | 15/05/2017 |
| PROYECTO | PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE | SE | 15/05/2017 |

A16\_15

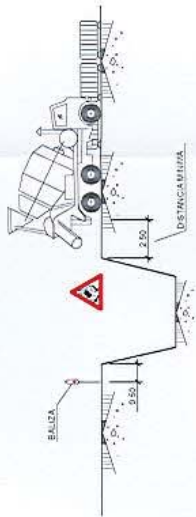
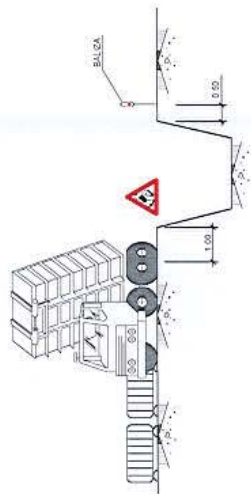
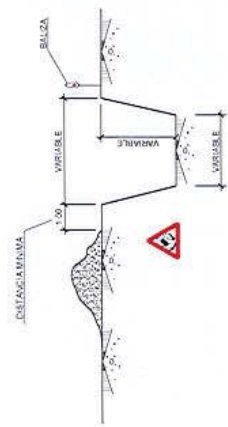
15/05/2017



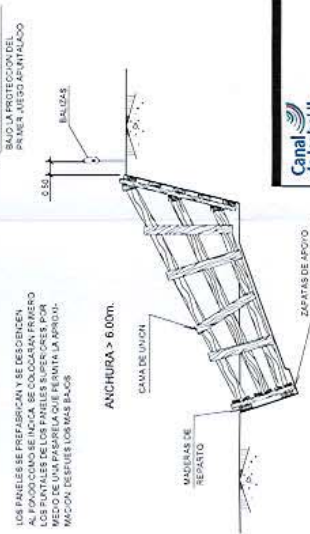
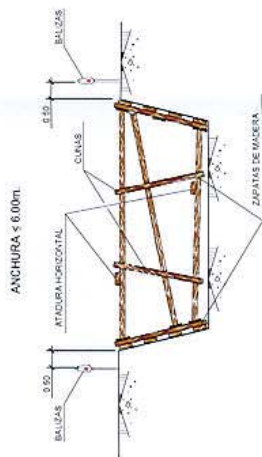
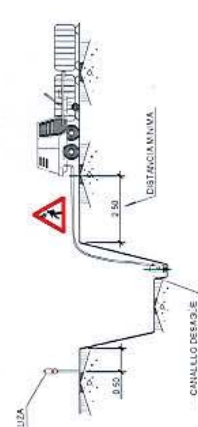
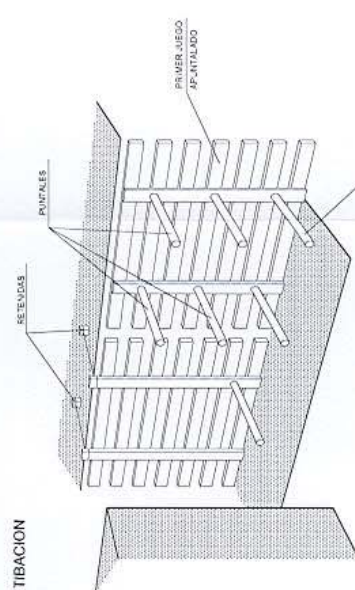
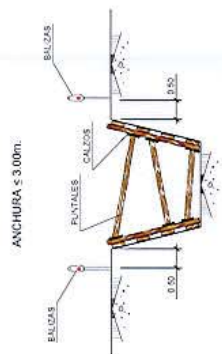
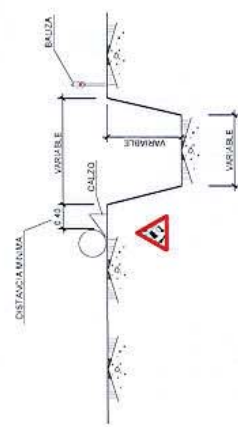
CARGA Y DESCARGA



## ELEMENTOS VIBRATORIOS

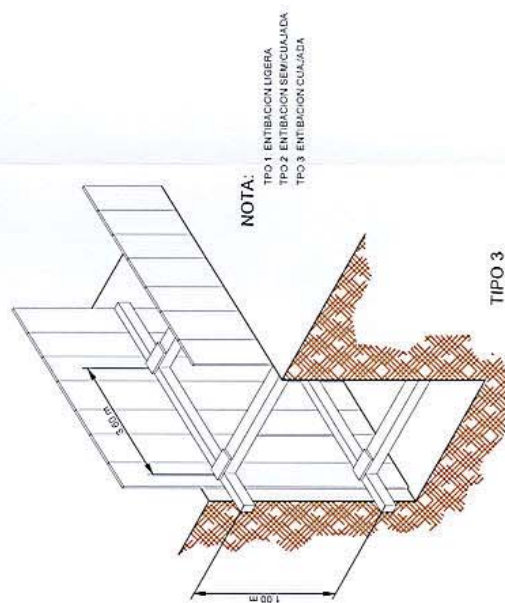
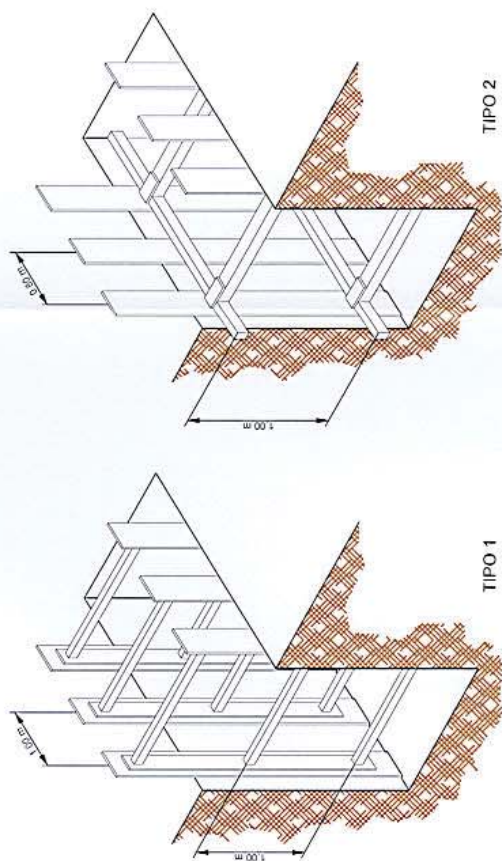


## POSIBLES TIPOS DE ENTIBACION

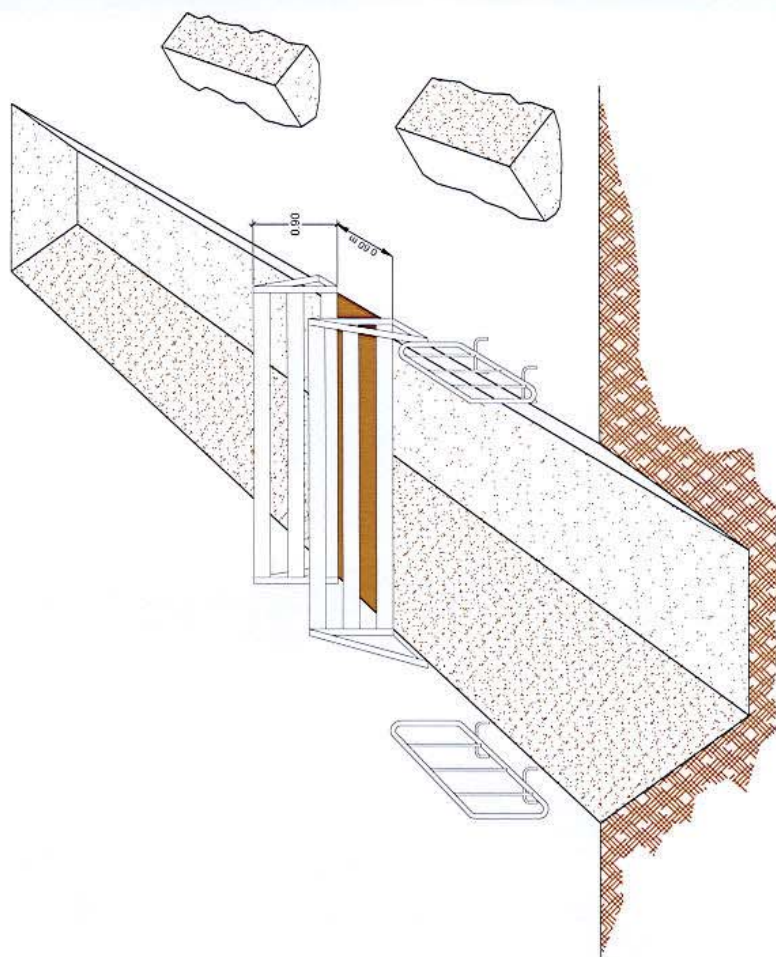


**NOTA**  
SE ENTENDEN LOS VALORES QUE SEAN NECESARIOS CONSIDERANDO LA EXISTENCIA DE AGUA.  
LOS PRECIOS DE ENTREGA Y AGOTAMIENTO ESTÁN INCLUIDOS EN LAS UNIDADES DE OBRAS CORRESPONDIENTES POR LOS POSIBLES DESEMPEÑOS DE TIERRAS SE EXTENDIENDO LAS PRECAUCIONES A LA RETIRADA DE LAS ENTUBACIONES.





## PASARELAS DE PASO SOBRE ZANJAS



## ENTIBACIONES DE MADERA EN ZANJAS

Canal  
de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN  
DIFERENTES TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

FECHA: 14/05/2017

PROYECTO: ZANJAS III

FECHA: 14/05/2017

PROYECTO: ZANJAS III

FECHA: 14/05/2017

PROYECTO: ZANJAS III

FECHA: 14/05/2017

PROYECTO: ZANJAS III

V. 16\_17

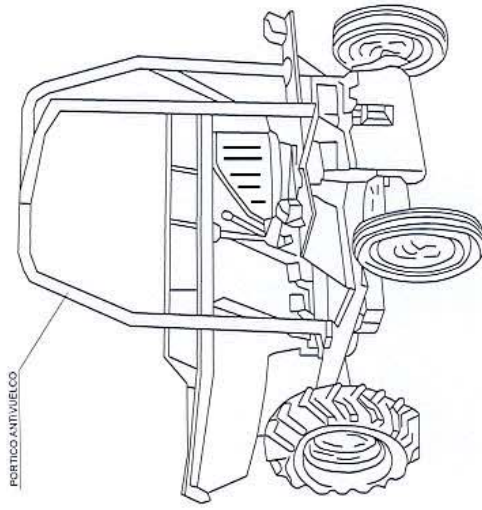
FECHA: 14/05/2017

PROYECTO: ZANJAS III

FECHA: 14/05/2017

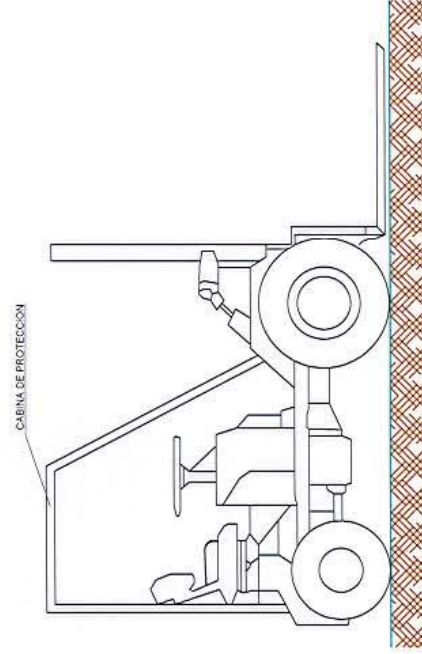
PROYECTO: ZANJAS III





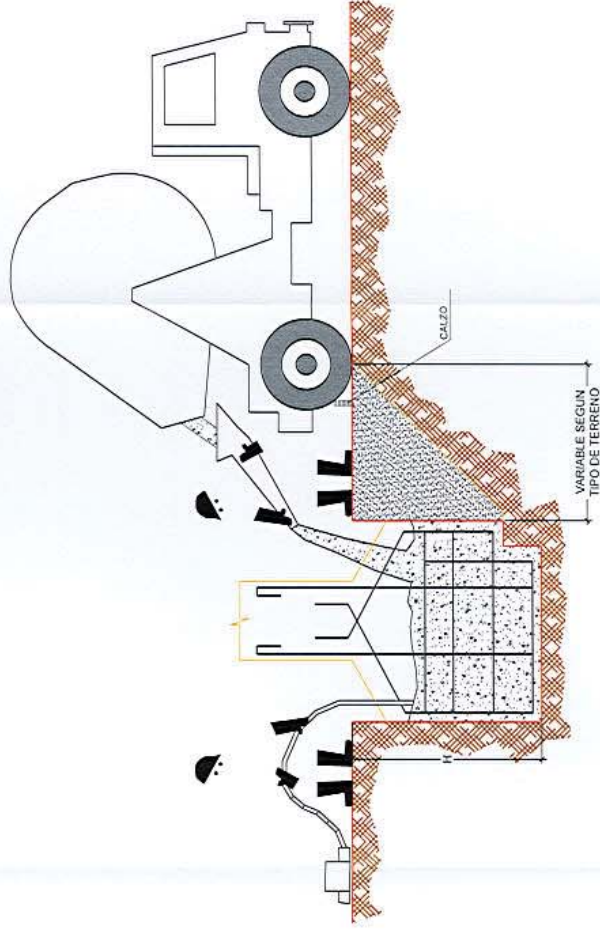
ESTOS VEHICULOS QUE NO TENGAN CABINAS QUE ERITAS PARA EL CONDUCTOR  
DEBERAN SER PROVISTOS DE PORTICOS DE SEGURIDAD PARA CASO DE VUELCO.

#### MINIDUMPER ANTIVOLQUETE.

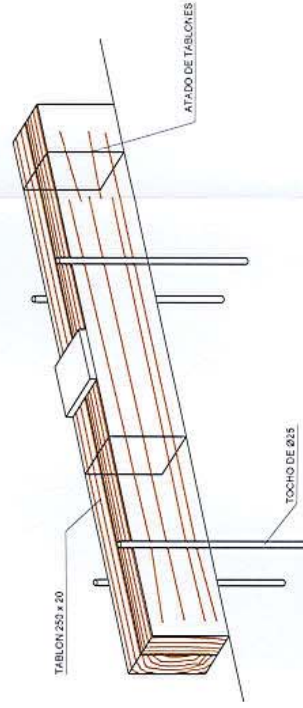


ESTOS VEHICULOS QUE NO TENGAN CABINAS CUBIERTAS PARA EL CONDUCTOR  
DEBERAN SER PROVISTOS DE PORTICOS DE SEGURIDAD PARA CASO DE VUELCO.

#### CARRETILLA PORTAPALETS.



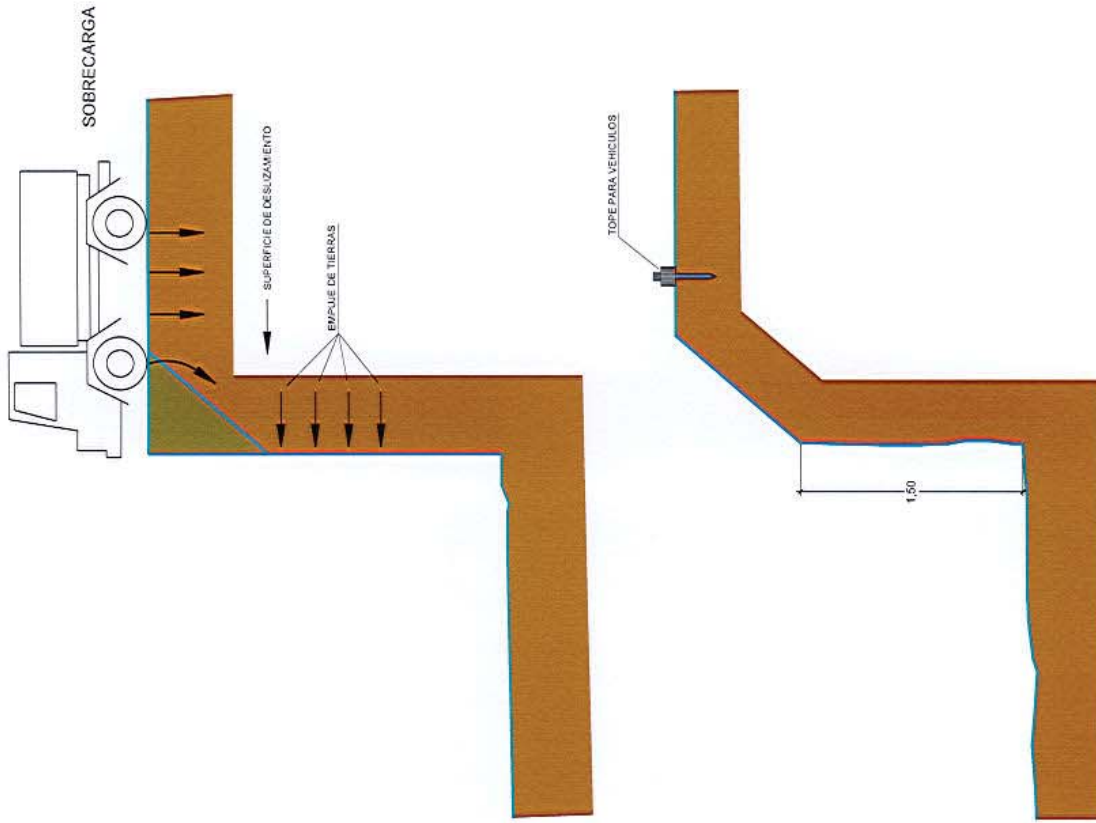
#### CONJUNTO



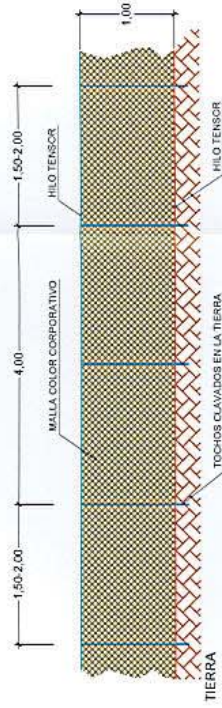
#### DETALLE DE CALZO

#### HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN ZANJAS O CIMENTOS.

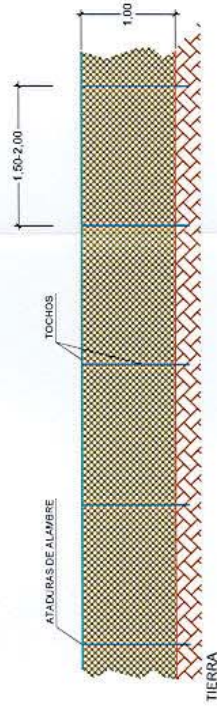




DESMOCHADO DE TALUDES



MALLA DE SEÑALIZACIÓN BICOLOR  
SUJETAS A TOCHOS VERTICALES (Ø 10-12)



MALLA DE SEÑALIZACIÓN BICOLOR  
SUJETAS A TOCHOS VERTICALES Y HORIZONTALES (Ø 10-12)

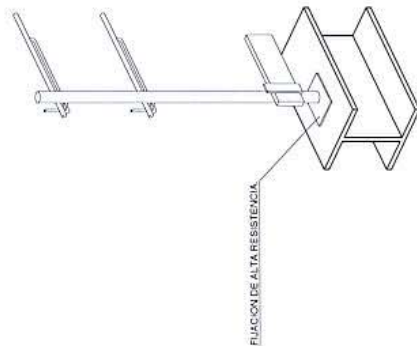
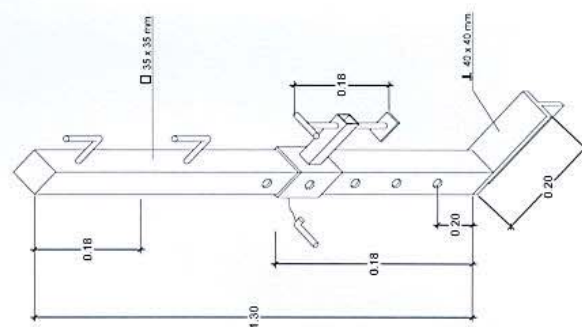
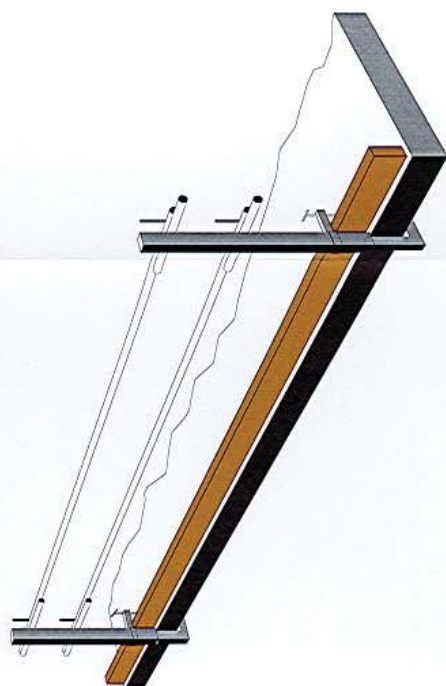
MALLA DE POLIPROPILENO MONOCOLOR CON HILO TENSOR  
SUPERIOR E INFERIOR DE 1.00 m. DE ALTURA.

## RED DE SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN EN BORDE DE EXCAVACIÓN

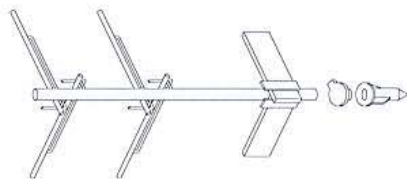




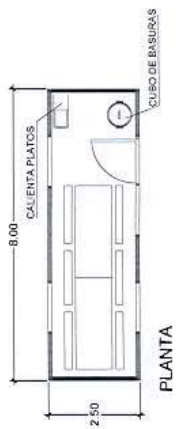




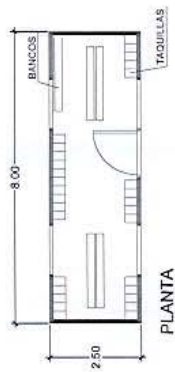
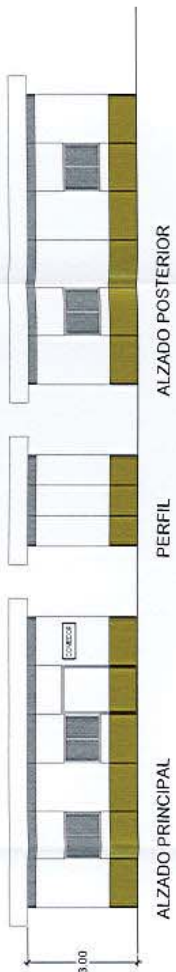
## EN ESTRUCTURA METALICA



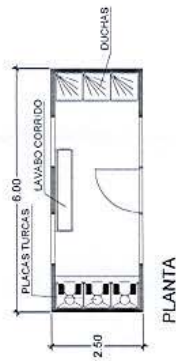
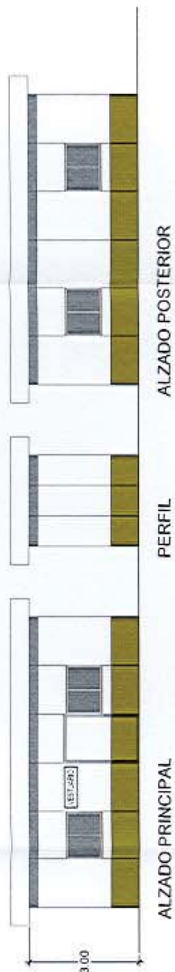
BARANDILLAS TIPO SARGENTO: CON BARANDILLA METALICA.



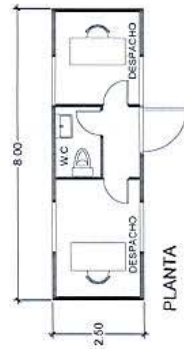
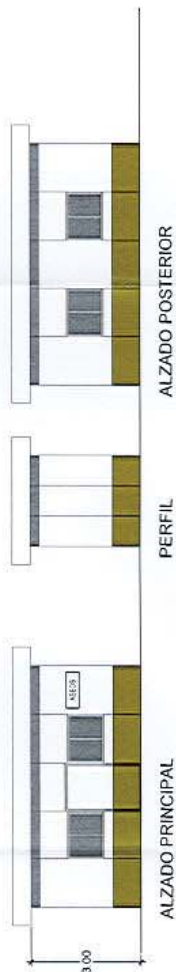
COMEDOR  
SIN ESCALA



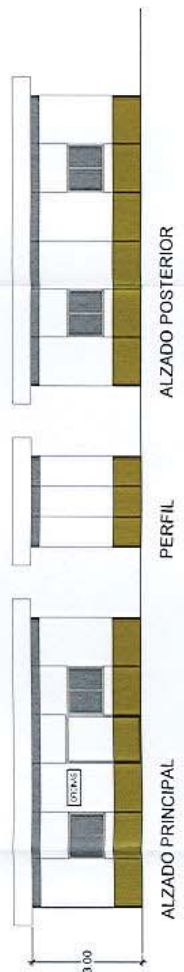
VESTUARIO  
SIN ESCALA



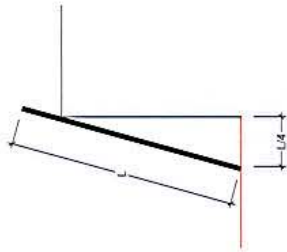
ASEOS  
SIN ESCALA



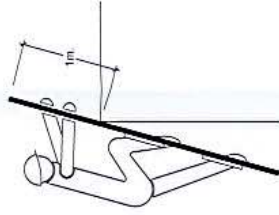
OFICINAS  
SIN ESCALA



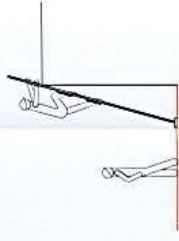
## ESCALERAS DE MANO



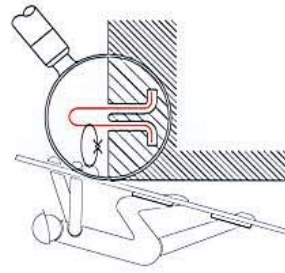
INCLINACIÓN RECOMENDADA



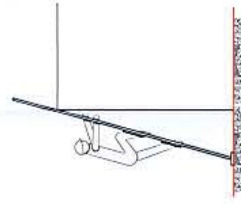
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



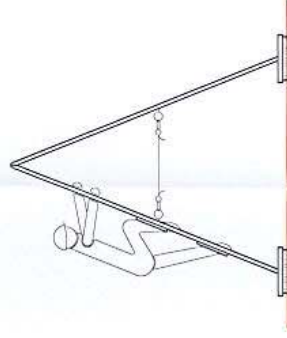
UN SOLO USUARIO A LA VEZ



FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



LAS ESCALERAS DE TIJERAS DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



## DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

### ANEJO Nº 18. SEGURIDAD Y SALUD

#### DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES

|  |    |
|--|----|
| 3.- PLIEGO DE CONDICIONES.....   | 1  |
| 3.1.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN .....                                | 1  |
| 3.2.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN .....                            | 3  |
| 3.2.1.- PROTECCIONES PERSONALES .....  | 3  |
| 3.2.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS .....  | 8  |
| 3.2.3.- MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES DE OBRA .....                        | 12 |
| 3.3.- ACCIDENTES .....   | 14 |
| 3.3.1.- PARTE OFICIAL DE ACCIDENTES .....                                      | 14 |
| 3.3.2.- ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES .....  | 16 |
| 3.4.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD .....  | 19 |
| 3.5.- COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... | 19 |
| 3.6.- RESPONSABILIDADES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....    | 21 |
| 3.6.1.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....                                     | 22 |
| 3.6.2.- OBLIGACIONES DE LOS SUBCONTRATISTAS .....                              | 22 |
| 3.6.3.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS .....                       | 23 |
| 3.7.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....                         | 23 |
| 3.8.- LIBRO DE INCIDENCIAS.....  | 29 |
| 3.9.- LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN.....  | 29 |

### **3.- PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN**

La ejecución de la obra estará regulada por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95).
- RD 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de actividades empresariales
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre (BOE del 25-10-97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. del 31-1-1997).
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, de modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. 1-5-1998).
- Orden de 27 de junio de 1997 por el que se desarrolla el R.D. 39/1997 de 17 de enero, en relación con las condiciones de acreditación
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, por la que se reforma el marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006 Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción, de 18 de octubre de 2006.
- R.D. 604/2006 de 19 de mayo, por el que se modifican el RD 39/1997 y el RD 1627/1997
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- R.D. 337/2010 de 19 de marzo, por el que se modifican el RD 39/1997; RD 1109/2007 y el RD 1627/1997
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan, así como todas las subsiguientes publicadas, que afecten a materia de seguridad en el trabajo.
- RD 1311/2005 de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente a riesgos derivados de vibraciones mecánicas.



- RD 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre (B.O.E. del 28-12-1992).
- Condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección personal; modificada por:
- Orden Ministerial del 16 de mayo de 1995 (B.O.E. del 1-6-1995).
- Real Decreto 159/1995, del 3 de febrero (B.O.E. 8-3-1995).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (B.O.E. del 23-4-1997).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (exc. Construcción) (B.O.E. del 23-4-1997).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de carga que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (B.O.E. del 23-4-1997).
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (B.O.E. del 12-6-1997).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores del equipo de trabajo (B.O.E. del 7-8-1997).
- Real Decreto 2177/2004 por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997 en materia de trabajos temporales en altura.
- La Ordenanza de Trabajo de Construcción, Vidrio y Cerámica, de 28 de agosto de 1970, regula las características y condiciones de los andamios en los artículos 196 a 245.
- Directiva 89/392/CEE modificada por la 91/368/CEE para la elevación de cargas y por la 93/44/CEE para la elevación de personas sobre andamios suspendidos.
- Orden 2988/1998 de la Comunidad de Madrid, sobre requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción.
- Las protecciones colectivas requieren de una vigilancia en su mantenimiento que garantice la idoneidad de su funcionamiento para el fin que fueron instaladas. Esta tarea debe de ser realizada por el Delegado de Prevención, apartado -d-, artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que revisará la situación de

estos elementos con la periodicidad que se determine en cada caso y que como pauta general se indica a continuación:

- Código de Circulación
- Instrucción de Carreteras 8.3-IC.
- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos a presión y Órdenes 6/10/1980 y 17/3/1981, por las que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-AP2 y MIE-AP1.
- R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Convenio colectivo general del sector de la construcción.
- Ley 20/2007, de 11 de Julio, del Estatuto del Trabajador Autónomo
- Ordenanza reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías Públicas por Realización de Obras y Trabajos del Ayuntamiento de Madrid
- Real decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### **3.2.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN**

#### **3.2.1.- PROTECCIONES PERSONALES**

La regulación de los equipos de protección individual, deberá cumplir con lo establecido en el Real Decreto 773/97, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud con respecto a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En cumplimiento del Anexo III del R.D. 773/97, de 30 de mayo, en la obra serán de aplicación los siguientes equipos de protección individual:

- Cascos protectores.
- Calzado de protección y de seguridad.
- Protección ocular y facial.



- Equipos de protección respiratoria.
- Protectores del oído.
- Protección del tronco, brazos y manos.
- Ropa de protección para el mal tiempo.
- Ropa y prendas de seguridad. Señalización.
- Dispositivos de presión del cuerpo y equipos de protección anticaídas (arneses de seguridad, cinturones anticaída, equipos varios anticaídas y equipos con freno absorbente de energía cinética).

En cuanto a los riesgos que deben cubrirse y a los riesgos debidos al equipo o a su mala utilización se estará a lo dispuesto en el Anexo IV del Real Decreto 773/97.

En cuanto a la seguridad de los equipos se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación en los países de la CE de los equipos de protección individual, debiendo atenerse al examen CE de tipo y el correspondiente marcado de productos:

*Equipos de Categoría 1:* Requieren "Marca CE" y la "Declaración de Conformidad CE" del fabricante.

*Equipos de Categoría 2:* Deberán ser sometidos, previo a su comercialización, al examen "CE de tipo", en un organismo de Certificación Europeo, además requieren "Marca CE" y la "Declaración de Conformidad CE" del fabricante.

*Equipos de Categoría 3:* Además de los requisitos exigidos para los de Categoría 2, se les exige el "Sistema de garantía de calidad CE".

### MANTENIMIENTO

Todo equipo utilizado requiere un mantenimiento adecuado para garantizar un correcto funcionamiento; esto debe ser tenido en cuenta en los equipos de protección individual, que deben ser revisados, limpiados, reparados y renovados cuando sea necesario. Este control y limpieza de equipos debe encargarse a un servicio organizado o a los mismos operarios previamente formados en estas labores.

### UTILIZACIÓN



Los problemas de utilización no suelen ser objeto de cuestión, considerando que no darán problemas, siendo éste el origen del problema. La empresa debe elaborar normas específicas sobre el uso de los EPIs, así como llamar la atención sobre el riesgo frente al cual actúa, y la necesidad de su utilización para mantener la integridad física y la salud.

Como recapitulación se acompaña una relación de los EPIs según su categoría, elaborada por ASEPAL (Asociación de Empresas de Equipos de Protección Individual).

| NOMBRE DEL EPI  |   | Categoría de certificación |            |
|---|---|----------------------------|------------|
| <b>1. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN AUDITIVA</b>                   |   |                            |            |
| 1.1.  | Todos los equipos que protejan el oído (colocados en el oído o sobre la oreja)  | II                         |            |
| <b>2. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN OCULAR</b>                     |   |                            |            |
| 2.1.  | Todos los protectores oculares y los filtros  | II                         |            |
| salvo:  |   |                            |            |
| 2.2   | Filtros o protectores oculares diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión   | III                        |            |
| 2.3   | Filtros o protectores oculares diseñados y fabricados para proteger contra las radiaciones ionizantes   | III                        |            |
| 2.4   | Filtros o protectores oculares diseñados y fabricados para proteger contra el riesgo eléctrico  | III                        |            |
| 2.5   | Gafas y caretas de natación y buceo   | I                          |            |
| 2.6   | Filtros y protectores oculares diseñados y fabricados para proteger exclusivamente contra los efectos del sol, gafas de sol sin propiedades correctoras de la vista, para uso privado y profesional   | I                          |            |
| 2.7   | Gafas protectoras de esquí de todos los tipos, salvo las gafas correctoras  | I                          |            |
| 2.8   | Gafas correctoras, incluidas las gafas de sol correctoras. Advertencia: si las gafas correctoras poseen otras características de protección contra los efectos del sol (por ejemplo, contra los golpes, las proyecciones abrasivas, etc.), se clasifican como equipos de protección individual de la categoría correspondiente a los riesgos considerados única y exclusivamente en relación con esas características de protección   | 0                          |            |
| 2.9   | Viseras integradas en cascos diseñados y fabricados para utilizarse en vehículos de motor de dos o tres ruedas  | 0                          |            |
| <b>3. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS</b>              |   |                            |            |
| 3.1   | Todos los dispositivos de protección diseñados y fabricados para proteger contra las caídas, para uso privado o profesional (trabajos en altura, caída desde un buque, alpinismo, escalada libre, espeleología, etc.)<br>Esta categoría incluye también los equipos que permiten trabajar en altura y con apoyo (arneses, cinturones de asiento, etc.)<br>Advertencia:<br>Estos dispositivos incluyen los arneses (cinturones de asiento, cinturones de escalada, etc.) y todos los accesorios que sirvan para enganchar a la persona en la estructura, con excepción de los puntos de anclaje (si forman parte integrante de la estructura o de la montaña).<br>* Ejemplos para uso profesional: cabestros, protección móvil contra caídas, mosquetones, amortiguadores de energía, etc.<br>* Ejemplos para alpinismo, escalada libre o espeleología: cuerdas de anclaje (cordinos) y cuerdas de rápel, correas, mosquetones de escalada, empotradores, arnelas, anclajes para hielo, garfios de escalada artificial, etc. | III                        |            |
| salvo:  |   |                            |            |
| 3.2   | Equipos que posibiliten el acceso a posiciones en altura o el abandono de las mismas (siletes instalados en un cabestrante, descensores desprovistos de sistema autorregulador de velocidad incorporado, etc.)  | 0                          | No son EPI |
| 3.3   | Equipos de asistencia a la escalada, escalada libre, espeleología, etc. (piqueas, martillos, descensores provistos de sistema autorregulador de velocidad incorporado, equipos de ascensión con cuerda, etc.)   | 0                          | No son EPI |
| 3.4   | Equipos de mantenimiento (arneses, etc.) diseñados y fabricados para utilizarse con paracaidas, parapentes, alas delta, etc. y que no pueden utilizarse para usos distintos de aquellos para los que se han diseñado  | 0                          | No son EPI |
| <b>4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE LA CABEZA</b>                            |   |                            |            |
| 4.1   | Todos los cascos, incluidos los utilizados en la práctica de deportes   | II                         |            |
| salvo:  |   |                            |            |
| 4.2   | Cascos diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión   | III                        |            |
| 4.3   | Cascos diseñados y fabricados para proteger contra el riesgo eléctrico  | III                        |            |
| 4.4   | Gorros ligeros diseñados y fabricados para proteger el cuero cabelludo  | I                          |            |
| 4.5   | Cascos diseñados y fabricados para ser utilizados en vehículos de motor de dos o tres ruedas, incluidos los de competición  | 0                          |            |
| 4.6   | Cascos diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público   | 0                          |            |
| <b>5. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL ROSTRO</b> |   |                            |            |
| 5.1   | Todos los equipos   | II                         |            |
| salvo:  |   |                            |            |
| 5.2   | Equipos diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión  | III                        |            |
| 5.3   | Equipos diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o inferior a -50°C   | III                        |            |
| 5.4   | Equipos diseñados y fabricados para proteger contra el riesgo eléctrico   | III                        |            |
| 5.5   | Viseras diseñadas y fabricadas para integrarse en cascos utilizados en vehículos de motor de dos o tres ruedas, incluso para competición  | 0                          |            |



| 6. INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN   |  |     |            |
|---|--|-----|------------|
| 6.1   | Toda indumentaria y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada para garantizar una protección específica  | II  |            |
| salvo:  |  |     |            |
| 6.2   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para proteger contra el riesgo eléctrico  | III |            |
| 6.3   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o superior a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión   | III |            |
| 6.4   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire igual o inferior a -50°C  | III |            |
| 6.5   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para ofrecer únicamente una protección limitada en el tiempo (1) contra las agresiones químicas o contra las radiaciones ionizantes<br>(1) El fabricante debe indicar los productos contra los que se protege y el tiempo de protección   | III |            |
| 6.6   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para aislar completamente de la atmósfera a quien los lleva   | III |            |
| 6.7   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) para su uso profesional, diseñada y fabricada para proteger contra condiciones atmosféricas que no sean ni excepcionales ni extremas   | I   |            |
| 6.8   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para proteger contra agresiones mecánicas de efectos superficiales  | I   |            |
| 6.9   | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada para proteger contra los riesgos posibles durante la manipulación de piezas calientes que no expongan a una temperatura superior a 50°C, ni a golpes peligrosos   | I   |            |
| 6.10  | Ropa y/o accesorios (desmontables o no) diseñada y fabricada específicamente para las fuerzas armadas o del orden público, incluidos los equipos o chalecos antibalas y la ropa de protección biológica o contra radiaciones ionizantes  | 0   |            |
| 6.11  | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) para su uso particular, diseñada y fabricada para proteger contra condiciones atmosféricas que no sean ni excepcionales ni extremas  | 0   |            |
| 6.12  | Ropa y/o sus accesorios (desmontables o no) común o deportiva (sin protección específica), incluidos los uniformes   | 0   |            |
| 7. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN RESPIRATORIA                                |  |     |            |
| 7.1   | Todos los equipos de protección respiratoria y fabricados para proteger contra los aerosoles sólidos y líquidos o contra los gases (2).<br>todos los equipos de protección respiratoria diseñados y fabricados para aislar completamente de la atmósfera;<br>todos los equipos de protección respiratoria diseñados y fabricados para utilizarse en la inmersión<br>(2) El fabricante debe mencionar las características principales de protección del equipo, así como el tiempo durante el que pueda utilizarse, o incluir alguna indicación que permita al usuario saber con toda seguridad | III |            |
| salvo:  |  |     |            |
| 7.2   | Todos los equipos de protección respiratoria diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público  | 0   |            |
| 7.3   | Mascarillas higiénicas (3) de uso clínico<br>(3) Si su función es proteger al usuario de las infecciones bacterianas, víricas, etc., pertenece a la categoría de certificación III (la protección individual prevalece sobre su uso clínico)   | 0   |            |
| 7.4   | Mascarillas "de confort", sin función protectora   | 0   | No son EPI |
| 8. EQUIPOS DE PROTECCIÓN DE LA PIERNA Y DEL PIE Y DE PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTOS |  |     |            |
| 8.1   | Todos los equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para asumir una función de protección específica del pie y/o de la pierna, así como de prevención de deslizamientos  | II  |            |
| salvo:  |  |     |            |
| 8.2   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para proteger contra los riesgos eléctricos en trabajos bajo tensión peligrosa o los utilizados como aislantes contra la alta tensión  | III |            |
| 8.3   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire superior o igual a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión  | III |            |
| 8.4   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire inferior o igual a -50°C   | III |            |
| 8.5   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para ofrecer únicamente una protección limitada en el tiempo (4) contra agresiones químicas o radiaciones ionizantes<br>(4) El fabricante debe indicar los productos contra los que se protege y el tiempo de protección   | III |            |
| 8.6   | Equipos deportivos (en particular zapatos) y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para proteger contra los golpes procedentes del exterior  | I   |            |
| 8.7   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) de uso profesional diseñados y fabricados para proteger contra condiciones atmosféricas que no sean ni excepcionales ni extremas  | I   |            |
| 8.8   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) de uso particular y/o deportivo diseñados y fabricados para proteger contra las condiciones atmosféricas  | 0   |            |
| 8.9   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público incluidos los equipos de protección biológica o contra las radiaciones ionizantes  | 0   |            |
| 8.10  | Algún tipo de calzado, en particular deportivo, ya equipado con elementos destinados a amortiguar los golpes debidos a la marcha, la carrera, etc. o a proporcionar adherencia o estabilidad (5); tales elementos deben pertenecer a esta categoría fundamentalmente las botas de fútbol y de rugby, el calzado con clavos para la carrera, etc.   | 0   | No son EPI |



| 9. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN DE LAS MANOS Y LOS BRAZOS          |  |     |             |
|--|--|-----|-------------|
| 9.1  | Todos los equipos (6) y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para asumir una función de protección específica de las manos y/o de los brazos<br>(6) Estos equipos incluyen todos los protectores de la mano o de una de sus partes, incluidos los guantes, los mitones, las mamples, los protectores únicamente de los dedos, la palma de la mano, etc.                               | II  |             |
| salvo:   |  |     |             |
| 9.2  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para proteger contra los riesgos eléctricos en trabajos bajo tensión peligrosa o los utilizados como aislantes contra la alta tensión  | III |             |
| 9.3  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes calurosos de efectos comparables a los de una temperatura del aire superior o igual a 100°C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión, incluidos los equipos de bomberos   | III |             |
| 9.4  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para permitir la intervención en ambientes fríos de efectos comparables a los de una temperatura del aire inferior o igual a -50°C   | III |             |
| 9.5  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para ofrecer únicamente una protección limitada en el tiempo (7) contra agresiones químicas o radiaciones ionizantes<br>(7) El fabricante debe indicar los productos contra los que se protege y el tiempo de protección   | III |             |
| 9.6  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) de uso profesional y fabricados para proteger contra productos de limpieza poco nocivos (detergentes, limpiadores, etc.)  | I   |             |
| 9.7  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados para proteger contra agresiones mecánicas de efectos superficiales (pinchazos debidos a la costura, trabajos de jardinería, trabajos que ensucian, deportes, etc.)   | I   |             |
| 9.8  | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) de uso profesional diseñados y fabricados para proteger del calor contra los riesgos posibles durante la manipulación de piezas calientes que no expongan a una temperatura superior a 50°C ni a golpes peligrosos, y contra un frío exterior no extremo  | I   |             |
| 9.9  | Guantes y dedos de uso clínico utilizados en el entorno del paciente   | 0   | Uso clínico |
| 9.10   | Guantes de uso particular diseñados y fabricados para proteger de la humedad, el calor o el frío no extremo  | 0   | 2.3         |
| 9.11   | Equipos y/o sus accesorios (desmontables o no) diseñados y fabricados específicamente para las fuerzas armadas o de orden público incluidos los equipos de protección biológica o contra las radiaciones ionizantes  | 0   | 2.1         |
| 10. EQUIPOS DE PREVENCIÓN DEL AHOGAMIENTO Y/O DE AYUDA A LA FLOTABILIDAD |  |     |             |
| 10.1   | Todos los equipos diseñados y fabricados para proteger contra el ahogamiento o para ayudar a flotar, incluidos los accesorios de asistencia al aprendizaje de la natación y los salvavidas hinchables que no se consideren juguetes (uso exclusivo en aguas poco profundas)  | II  |             |
| salvo:   |  |     |             |
| 10.2   | Las boyas y chalecos salvavidas que no lleven permanentemente las personas embarcadas a bordo de aeronaves y buques (8)<br>(8) Los buques y aeronaves aquí considerados son los que embarcan pasajeros, así como los buques marítimos sujetos a los convenios internacionales de la OMI. Las embarcaciones de recreo de motor o vela y los barcos de pesca y trabajo, etc., no se incluyen en esta categoría | 0   |             |
| 11. EQUIPOS DESTINADOS A LA PROTECCIÓN CONTRA EL RIESGO ELÉCTRICO        |  |     |             |
| 11.1   | Hay que recordar que estos equipos se incluyen en las distintas categorías ya mencionadas. Advertencia: las operaciones bajo tensión peligrosa son las efectuadas bajo tensión igual o superior a 50 V en corriente alterna y 75 V en corriente continua   | III |             |
| salvo:   |  |     |             |
| 11.2   | Herramientas aislantes manuales  | 0   | No son EPI  |

### 3.2.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS

#### DE APLICACIÓN GENERAL

Tienen presencia durante toda la obra: Señalización, extintores, iluminación, instalación eléctrica, limpieza, circulación horizontal y vertical.

Los equipos de protección colectiva a emplear protegerán los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra.

Todos ellos, estarán en acopio disponible para su uso inmediato antes del momento decidido para su montaje.

Antes de ser necesario su uso, estarán en acopio real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación.

Serán instalados previamente al inicio de cualquier trabajo que requiera su montaje. Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera equipos de protección colectiva, hasta que éstos estén montados por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.

Serán desmontados de inmediato, los equipos de protección colectiva en uso en las que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar el equipo de protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.

Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación del equipo de protección colectiva prevista en el plan de seguridad y salud aprobado. Si ello supone variación al contenido del plan de seguridad y salud, se representará en planos, para concretar exactamente la nueva disposición o forma de montaje. Estos planos deberán ser aprobados por la dirección Facultativa a propuesta del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Siempre que sea posible, se dará prioridad a la utilización de los equipos de protección colectiva frente a la utilización de equipos de protección individual.

#### DE APLICACIÓN ESPECÍFICA

Andamios, barandillas, redes, vallas, viseras, marquesinas, plataformas, escaleras de mano, cables de sujeción, topes de desplazamiento de vehículos, barreras, etc.

#### ESTABILIDAD Y SALIDA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

Los puntos de trabajo fijos o móviles situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables en función de:

- El número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar y su distribución.
- Los factores externos que pudieran afectarlos.

Deberá verificarse adecuadamente su estabilidad y solidez.



### CAÍDAS DE OBJETOS

Las redes, marquesinas, plintos, viseras, etc., garantizarán en cuanto a sus características y utilización, la función protectora para la que están previstas.

### CAÍDAS DE ALTURA

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan para los trabajadores un riesgo de caída, de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas o sistema equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm. y dispondrán de un rodapié de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan la caída de los trabajadores, y la caída de objetos.

La estabilidad y solidez de los elementos deberá verificarse previamente a su uso y posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodos de no utilización o cualquier otra circunstancia.

### ANDAMIOS Y ESCALERAS

Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen, derrumben o vuelquen accidentalmente.

Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios, deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. Las medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlas.

Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente y de acuerdo con la legislación vigente:

- Antes de su puesta en servicio.
- Periódicamente.
- Después de cualquier modificación o circunstancia que pueda afectar a su resistencia o estabilidad.

Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios y las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señalados en



el RD 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los centros de trabajo.

#### ENCOFRADOS, SOPORTES TEMPORALES Y APUNTALAMIENTOS

Deben proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

#### SEÑALIZACIÓN

Cumplirán lo establecido en la normativa específica sobre señalización de los lugares de trabajo y señalización del tráfico.

#### VALLAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN DE PEATONES

Se colocarán en los bordes de las zanjas, perímetros de excavaciones y en todas aquellas zonas donde exista riesgo de caída de personas o necesidad de limitar el acceso de personal.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes.

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

#### INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA. y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

#### EXTINTORES

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

#### LIMPIEZA

Las áreas de trabajo y los caminos interiores y exteriores de obra, permanecerán en buen estado en cuanto a limpieza y libres de obstáculos.

## ILUMINACIÓN

Las zonas de trabajo y las zonas de influencia para el tráfico de personas y vehículos estarán suficientemente iluminadas y señalizadas.

### 3.2.3.- MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES DE OBRA

#### REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS

En el caso de máquinas son aplicables el R.D. 1644/08, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en Máquinas y el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Si se trata de máquinas de segunda mano tendremos que aplicar en este caso la Orden de 8 de abril por la que se aprueba la ITC MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados.

El Reglamento de Seguridad en Máquinas, se extiende a todas aquellas máquinas, fabricadas o importadas a partir de la entrada en vigor del presente R.D. (01-01-1995), con capacidad potencial de producir daño a las personas y/o bienes. El Reglamento incluye un Anexo en el cual se recogen las máquinas a las cuales les es aplicable este R.D.

El R.D. 1215/97 define como equipo de trabajo, cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo. Este R.D. entró en vigor el 27-08-97 y establece un período de un año para adaptar los equipos de trabajo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud.

En cuanto a la fabricación de maquinaria es de aplicación el R.D. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva de Consejo 89/392/CEE, relativas a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas. Este R.D. fija los requisitos esenciales de seguridad y salud para las máquinas de nueva construcción. Es obligatorio para las máquinas fabricadas a partir del 01-01-95 y para las fabricadas entre el 01-01-93 y 31-12-94 su aplicación no era obligatoria.



La Normativa Aplicable para estos equipos es el R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, y la Orden de 30 de julio de 1974, por la que se determinan las condiciones que deben reunir los aparatos elevadores de propulsión hidráulica y las normas para la aprobación de sus equipos impulsores.

Las Instrucciones Técnicas Complementarias incluidas en el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención son las siguientes:

- ITC-MIE-AEM-1. Referente a las Normas de Seguridad para la Construcción e Instalación de Ascensores electromagnéticos.
- ITC-MIE-AEM-2. Referente a Grúas Torre Desmontables para Obras.
- ITC-MIE-AEM-4. Referente a Grúas Móviles Autopropulsadas Usadas.

La ITC-MIE-AEM-1 se aplica a los aparatos elevadores movidos eléctricamente, instalados de forma permanente, que sirvan niveles definidos, provistos de una cabina destinada al transporte de personas y objetos, suspendida por cables o cadenas, que se desplaza, al menos parcialmente, a lo largo de vías verticales y cuya inclinación, sobre la vertical es inferior a 15 grados.

Quedan excluidos ascensores para fines militares, para transporte de objetos y los ascensores y montacargas no accionados por un motor eléctrico.

La ITC-MIE-AEM-2 se refiere a las condiciones de seguridad exigibles en la construcción, montaje y utilización de grúas torres desmontables para obras.

La ITC-MIE-AEM-4 se aplica a las grúas móviles autopropulsadas usadas y cuya fecha de comercialización sea anterior a 1995, salvo las comercializadas entre 1992 y 1995 y que hayan sido fabricadas según lo indicado en la Directiva 89/392/CEE.

#### REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Reglamentos que tratan de aspectos técnicos:

- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento de Centrales, Subestaciones y Centros de Transformación.



- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

No existe un Reglamento para Líneas Subterráneas de Alta Tensión.

### REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Nos referimos al R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios. Establece y define las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento.

El cumplimiento por parte de los equipos, aparatos, sistemas o sus componentes, se realizará de acuerdo a normas mediante la certificación de un Organismo de Control, lo cual posibilitará la colocación de la correspondiente marca de conformidad a normas.

No será necesaria la marca de conformidad de aparatos, equipos u otros componentes, cuando estos se fabriquen y diseñen como modelo único para una instalación determinada.

## **3.3.- ACCIDENTES**

### **3.3.1.- PARTE OFICIAL DE ACCIDENTES**

El parte oficial de accidente de Trabajo deberá cumplimentarse en aquellos accidentes o recaídas que conllevan la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día -salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente-, previa baja médica.

El modelo se ajustará al modelo oficial emitido por la Orden de 16 de Diciembre de 1987 y que entró en vigor el día 1 de enero de 1988.

Se confeccionará según las instrucciones que vienen al dorso del modelo oficial.

- NECESITA: (para su confección)
  - La información contenida en el impreso parte notificación e investigación del accidente o en su defecto la contenida en el impreso parte de accidente que confecciona el Mando Directo.
  - Datos que facilitarán las oficinas administrativas y de personal de obra.

- SE ENVÍA: (Por la oficina administrativa y de personal)
  - El original y cuatro copias se presentan a la Entidad Gestora, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.
  - La Entidad Gestora archiva el original y envía la primera y segunda copia sellada, respectivamente a la Dirección General de Informática y Estadística del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y a la Autoridad Laboral. La tercera y cuarta copia, igualmente selladas, las devuelve a la Empresa y al trabajador accidentado respectivamente.

El parte de accidente de trabajo sin baja médica se cumplimentará mensualmente en todas las obras.

El modelo se ajustará al modelo oficial emitido por la Orden de 16 de Diciembre de 1987 y que entró en vigor el día 1 de Enero de 1988.

Se confeccionará según las instrucciones que vienen al dorso del modelo oficial.

- NECESITA: (Para su confección)
  - La información contenida en el parte de accidente realizada por el Mando Directo.
  - La notificación de los Servicios Médicos o Botiquín sobre la calificación de accidente sin baja.
  - Datos que facilitan las oficinas administrativas y de personal de obra.
- SE ENVÍA: (Por la oficina administrativa y de personal)
  - El original y cuatro copias se envían a la Entidad Gestora en los 5 primeros días hábiles del siguiente al que se refieren los datos.
  - La Entidad Gestora archiva y envía la Primera y segunda copia sellada, respectivamente a la Dirección General de Informática y Estadística del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, y a la Autoridad Laboral. La tercera y cuarta copia, igualmente selladas, las devuelve a la Empresa y al trabajador respectivamente.

La relación de altas o fallecimientos de accidentados deberá cumplimentarse mensualmente, relacionándose aquellos trabajadores para los que se hubieran recibido los correspondientes partes médicos de alta.

El modelo se ajustará al modelo oficial emitido por la Orden de 16 de Diciembre de 1987 y que entró en vigor el día 1 de enero de 1988.

- SE NECESITA: (Para su confección)
  - El parte médico de alta exponiendo la causa de dicha alta.
  - Datos que facilitan las oficinas administrativas y de personal de obra.
- SE ENVÍA:
  - Será remitido mensualmente a la Entidad Gestora o Colaboradora antes del día 10 del mes siguiente al de referencia de los datos, para que a continuación dicha Entidad Gestora lo envíe a la Dirección General de Informática y Estadística del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

### 3.3.2.- ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES

Se empleará este impreso como resumen estadístico de los accidentes ocurridos en cada Obra o Centro de Trabajo.

Se confeccionará mensualmente, rellenando los datos en el mes y acumulados a origen de año y a origen de obra.

Deberán ir fechados y firmados por la persona que confecciona los datos y visado por el Jefe de Obra.

#### DESARROLLO:

*I - Número de trabajadores medio.*

Para el mes se toma la media del número de trabajadores al iniciar y al finalizar el mes.

Para el año y a origen de obra, se hará la media con los meses anteriores.

*II - Número de horas trabajadas reales.*

No se tienen en cuenta permisos, bajas, faltas, etc.

*III - Número de accidentes de trabajo con baja.*



No se cuentan las recaídas como nuevos accidentes. Tampoco se cuentan los accidentes "In itinere", por tratarse de una investigación de la accidentabilidad propia del Centro de Trabajo.

#### *IV. Jornadas perdidas reales.*

Son las jornadas perdidas en el mes por accidente de trabajo, independientemente de la fecha en la que se produjo el accidente. Al igual que en el punto III, y por los mismos motivos, no se cuentan las jornadas perdidas por accidente "in itinere", que aparecen en el punto X.

Para su cómputo hace falta el Certificado Médico de Baja y Alta, y se incluirán los días perdidos en el mes desde el día siguiente a la Baja y la fecha del Certificado Médico de Alta, ambas fechas inclusive. Es decir, si el Certificado médico de Baja de un productor tiene fecha del 24 de Julio y el Alta fecha de 10 de septiembre, las jornadas pérdidas por el mismo durante los meses que ha durado la Baja por accidente serán:

- Durante el mes de julio, hasta el último día del mes: 7 días.
- Durante el mes de agosto: 31 días.
- Durante el mes de septiembre: 10 días.

No se tendrán en cuenta los días perdidos por accidentes "In Itinere".

ÍNDICES DE CONTROL (Se llevarán obligatoriamente los índices siguientes:)

#### *V - Índice de incidencia:*

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores

$$\text{Cálc. I.I.} = \frac{\text{nº accidentes con baja}}{\text{nº de trabajadores}} \times 10^2$$

#### *VI- Índice de Frecuencia*

Definición: Número de siniestros con baja acaecidos por cada millón de horas trabajadas

$$\text{Cálculo I.F.} = \frac{\text{nº accidentes con baja}}{\text{nº horas trabajadas}} \times 10^6$$

#### VII - Índice de Gravedad

Definición: Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

$$\text{Cálculo I.G} = \frac{\text{nº de jornadas perdidas por accidente con baja}}{\text{nº de horas trabajadas}} \times 10^3$$

#### VIII - Duración media de incapacidad

Definición: Número de jornadas perdidas por cada accidente con baja.

$$\text{Cálculo DMI} = \frac{\text{nº jornadas perdidas por accidente con baja}}{\text{nº accidentes con baja}}$$

#### IX - Número de Accidentes sin Baja

Aparece también en el Parte mensual de actividad laboral.

X y XI - Número de Accidentes "In Itinere" y nº de jornadas perdidas por Accidentes "In Itinere" o sus recaídas.

Ya comentados al tratar los puntos III y IV.

En cuanto a Subcontratistas, es preciso disponer de una información solvente sobre los accidentes que afectan al personal de los mismos, para de este modo establecer el control de los índices de Frecuencia y Gravedad, así como las medidas adecuadas en aras de la mejora que pretendemos de la Seguridad.

Para el seguimiento se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El responsable de la empresa subcontratista deberá entregar, cumplimentados y con el visto bueno del Jefe de Obra, dentro de los primeros 5 días siguientes al mes de que se trate, los impresos correspondientes, así como, en su caso, fotocopia de los partes de accidentes respectivos ocurridos en la obra.
- La entrega de dichos documentos se efectuará al responsable administrativo de la obra.

Se confeccionará este impreso por el Técnico de Seguridad de la obra.

### **3.4.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

Lo elabora cada contratista y si es un único contratista, el plan es único y los demás serán subcontratistas o trabajadores autónomos.

Si cada fase de obra se contrata con un contratista independiente, cada empresa tiene categoría de contratista; así aparecerán tantos Planes parciales como empresas intervinientes.

El contratista queda obligado a presentar justificación técnica de las medidas alternativas en las que se basa al proponer modificaciones al Estudio de Seguridad y Salud.

Aprobación del Plan de Seguridad y Salud: La Administración pública aprueba el Plan de Seguridad y Salud, previo informe favorable del Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de las obras.

### **3.5.- COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Obligatoria su designación conforme existan:

- Más de una empresa contratista (incluidas subcontratistas).
- Una empresa y trabajadores autónomos.
- Diversos trabajadores autónomos.



Será Técnico competente.

Designado por el Promotor.

- Antes del inicio de los trabajos.
- Al constatarse pluralidad de intervenciones en la obra.

Se integra en la Dirección Facultativa de obra.

Es depositario del Libro de Incidencias y encargado de remitir las anotaciones.

Es responsable de coordinar las actividades preventivas de contratistas, subcontratistas y autónomos, según los principios preventivos.

Es responsable de organizar la coordinación de actividades de empresa concurrentes al intervenir trabajadores de:

- Dos o más empresas.
- Una empresa y trabajadores autónomos.
- Diversos autónomos.

Es responsable de adoptar medidas en el acceso a obra.

Es responsable de coordinar acciones y funciones en la aplicación adecuada de los métodos de trabajo.

Es responsable de la aplicación práctica de los principios generales de prevención y seguridad.

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización para planificar fases de trabajo desarrolladas simultáneamente.
- Al estimar la duración para la ejecución de los trabajos.

Llamará la atención al contratista responsable del incumplimiento de medidas de Seguridad y Salud, dejando constancia en el Libro de Incidencias.

Está facultado ante riesgo grave e inminente en disponer la paralización de tajo u obra.

Está facultado para dar indicaciones e instrucciones a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos:

- Para correcto cumplimiento de los Planes de Seguridad y Salud.
- Para correcto cumplimiento de los principios de acción preventiva.

### **3.6.- RESPONSABILIDADES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

Los trabajadores deberán tener el deber, y el derecho, de participar en el establecimiento de condiciones seguras de trabajo.

Los trabajadores deberán tener obligación, y derecho, de asistir a las reuniones de formación en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores deberán tener el derecho de alejarse de una situación de peligro cuando tengan motivos razonables para pensar que tal situación entraña un riesgo inminente y grave para su seguridad y salud. Por su parte deberán tener la obligación de informar de ello sin demora a sus superiores jerárquicos.

De conformidad con las disposiciones vigentes, los trabajadores deberán:

- Cooperar lo más estrechamente posible con el Contratista en la aplicación de las medidas prescritas en materia de seguridad y salud.
- Velar razonablemente por su propia seguridad y salud y la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actos u omisiones en el trabajo.
- Utilizar y cuidar el equipo y las prendas de protección personal y los medios puestos a su disposición, y no utilizar en forma indebida ningún dispositivo que se les haya facilitado para su propia protección o la de los demás.
- Informar sin demora a su superior jerárquico inmediato y al representante de los trabajadores en materia de seguridad y salud, de toda situación que, a su juicio, pueda entrañar riesgo potencial y a la que no puedan hacer frente por sí solos.
- Cumplir las medidas establecidas en materia de seguridad y salud.
- Salvo en caso de urgencia o de estar debidamente autorizados, los trabajadores no deberán quitar, modificar ni cambiar de lugar los dispositivos de seguridad u otros aparatos destinados a su protección o a la de otras personas, ni dificultar la aplicación de los métodos o procedimientos adoptados para evitar accidentes o daños para la salud.

- Los trabajadores no deberán tocar las instalaciones y los equipos que no hayan sido autorizados a utilizar, reparar o mantener en buenas condiciones de funcionamiento
- Los trabajadores no deberán dormir o descansar en lugares potencialmente peligrosos, ni en las inmediaciones de fuegos, sustancias peligrosas y/o tóxicas o máquinas o vehículos pesados en movimiento.

### **3.6.1.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.**

La empresa contratista constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del futuro Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

Los suministradores de medios auxiliares, dispositivos y máquinas, así como los subcontratistas, entregarán al Jefe de Obra, el cual informará a los Delegados de Prevención y del Coordinador de Seguridad y Salud, las normas para montaje, desmontaje, usos y mantenimiento de los suministros y actividades; todo ello destinado a que los trabajos se ejecuten con la seguridad suficiente y cumpliendo la normativa vigente.

### **3.6.2.- OBLIGACIONES DE LOS SUBCONTRATISTAS**

Los subcontratistas estarán obligados a:

- A) Aplicar los principios generales de la acción preventiva (art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) en especial al desarrollar las tareas a que hace referencia el art. 10 del R.D. 1627/1997
- B) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- C) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación previstas en el art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra.



D) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse.

E) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso de la dirección facultativa.

F) Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad en lo relativo a las obligaciones que les correspondan.

### **3.6.3.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.**

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

A) Aplicar los principios de la acción preventiva, en especial al realizar las tareas a que se refiere el art. 10 del R.D. 1627/1997.

B) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997.

C) Cumplir las obligaciones que en materia de prevención de riesgos establece para los trabajadores el art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

D) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades profesionales.

E) Utilizar los equipos de trabajo ajustándose a lo que establece el R.D. 1215/1997 de 18 de julio.

F) Elegir y utilizar los equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo.

G) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador o la dirección facultativa.

H) Cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

### **3.7.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES**

Se formará a todos los trabajadores de la obra sobre los trabajos a realizar, los riesgos que entrañan los mismos, así como los derivados de máquinas, materiales o productos a utilizar, para ello se les facilitará cuanta información y formación sea necesaria para evitar accidentes, siguiendo el Plan Formativo/Informativo establecido por la empresa.

Todo el personal recibirá, al ingresar en la obra, información sobre la organización de la seguridad y las normas generales de actuación en ese centro de trabajo. Así mismo se informará al operario de los trabajos a desempeñar y de los riesgos generales de la obra. Esta información se proporcionará mediante folletos informativos de fácil comprensión y con imágenes, quedando constancia por escrito.

Se impartirá formación sobre aspectos concretos de la seguridad en el trabajo y de actuación en caso de accidente. A estos efectos se deberán prever actividades de formación de los trabajadores que se planificarán en función de las necesidades que se detecten en la obra (contenido de la formación), y siempre como complemento a aquella formación que en cumplimiento de la normativa vigente cada empresa debe acreditar haber impartido a sus trabajadores.

Esta formación se realizará en la propia obra en horas de trabajo, siendo recogida la asistencia a la misma.

Todos los trabajadores que realicen su actividad en la presente obra, habrán recibido la formación correspondiente que se exige en el V Convenio General de la Construcción.

Los trabajadores dispondrán de la formación específica según convenio para su oficio y para la manipulación de la maquinaria que sea necesario utilizar.

Los empleados de los subcontratistas acreditarán haber recibido esta información a través de su empresa o Servicio de Prevención, Propio o Ajeno.

Cuando un operario cambie de tipo de actividad, el Encargado le comunicará además del procedimiento de trabajo, los riesgos derivados del mismo y las medidas preventivas a adoptar.

Como parte de la coordinación de actividades empresariales, el contratista principal, hará entrega de una copia del futuro Plan de Seguridad y Salud a cada subcontrata, quedando constancia por escrito.

En el caso de tener que realizar una unidad de obra no contemplada en dicho Plan de Seguridad y Salud ésta no será ejecutada hasta que, previamente se hayan evaluado los riesgos y determinado las normas y medidas preventivas. En estos casos se elaborarán Anexos al Plan de Seguridad y Salud que deberán ser aprobados por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra

El personal que utiliza la maquinaria deberá tener formación acreditada específica para ella:

- Operador de maquinaria de movimiento de tierras ligera (minicargadora, miniexcavadora, dumper)
- Operador de plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)
- Operador de grúa móvil
- Operador de carretilla elevadora
- Operador camión autobomba
- Operador de maquinaria de firmes y pavimentos

Para dejar constancia del seguimiento por parte de la empresa constructora, establecerán actas de:

- Autorización de uso de máquinas, equipos y medios.
- Recepción de equipos de protección individual.
- Instrucción y manejo.
- Mantenimiento.

A continuación, se incluye algún modelo de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos:



| Tabla de mantenimiento del dumper<br>(en condiciones de trabajo normales) |                                 | Al terminar<br>el trabajo o<br>diariamente | Cada 50 horas | Cada 250 horas | Cada 500 horas | Según el manual del<br>fabricante |
|---|---------------------------------|--|---------------|----------------|----------------|-----------------------------------|
| Fluidos y aceites   | Verificar niveles/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Freno de servicio   | Controlar eficacia              | X  |               |                |                |                                   |
| Neumáticos  | Verificar estado                | X  |               |                |                |                                   |
| Circuito hidráulico   | Controlar nivel                 | X  |               |                |                |                                   |
| Puntos de lubricación   | Engrasar                        | X  |               |                |                |                                   |
| Aceite hidráulico   | Verificar pérdida/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Aceite de diferenciales   | Verificar pérdida/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Aceite caja de cambios  | Verificar pérdida/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Aceite motor  | Verificar pérdida/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Aceite de las transmisiones   | Verificar pérdida/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Líquido de frenos   | Verificar pérdida/rellenar      |  | X             |                |                |                                   |
| Aceites y filtros   | Sustitución                     |  |               |                |                | X                                 |
| Elementos de fijación (tornillos, grúas, etc.)                            | Verificar. Ajustar (en su caso) |  | X             |                |                |                                   |
| Pedal de freno  | Verificar carrera en vacío      |  |               | X              |                |                                   |
| Freno de mano   | Verificar carrera en vacío      |  |               | X              |                |                                   |
| Zapatillas del freno  | Regular                         |  |               |                | X              |                                   |
| Embrague  | Ajustar                         |  |               |                | X              |                                   |
| Cilindros   | Revisar                         |  |               |                | X              |                                   |

| Tabla de mantenimiento de minicavadoras<br>(en condiciones de trabajo normales) |                               | Cada 20 horas | Cada 100 horas | Cada 250 horas | Cada 500 horas | Cada 750 horas | Cada 1000 horas |
|---|-------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Máquina en general  | Control visual estado general | X             |                |                |                |                |                 |
|   | Limpieza                      | X             |                |                |                |                |                 |
| Nivel agua radiador   | Controlar                     | X             |                |                |                |                |                 |
|   | Controlar                     | X             |                |                |                |                |                 |
| Aceite del motor  | Sustitución                   |               |                |                | X              |                |                 |
|   |                               |               |                |                |                |                |                 |
| Freno de mano   | Reajustar                     |               | X              |                |                |                |                 |
| Apriete de los elementos  | Controlar                     |               | X              |                |                |                |                 |
| Cambio de todos los filtros (aceite, gas-oil, hidráulico y el filtro de aire)   | Sustitución                   |               |                |                |                | X              |                 |
| Se engrasan todos los puntos de la máquina                                      | Controlar                     |               |                | X              |                |                |                 |
| Limpieza de filtros   | Limpieza                      |               | X              |                |                |                |                 |
| Se cambian todos los aceites  | Sustitución                   |               |                |                |                |                | X               |

| Tabla de mantenimiento de hormigoneras<br>(en condiciones de trabajo normales) |                                       | Antes de empezar<br>el trabajo | Al terminar<br>el trabajo o<br>discontinuo | Semanal | Mensual | Al presentarse una<br>avaria | Al presentarse<br>daños |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|--|---------|---------|------------------------------|-------------------------|
| Máquina completa   | control visual (estado, hermeticidad) | X                              |  |         |         |                              |                         |
|  | limpiar                               |                                | X  |         |         |                              |                         |
|  | Engrase de tornillos engrasadores     |                                |  | X       |         |                              |                         |
| Palas  | Control visual                        | X                              |  |         |         |                              |                         |
|  | Limpieza                              |                                | X  |         |         |                              |                         |
|  | Sustitución por desgaste              |                                |  |         |         | X                            | X                       |
| Tambor   | Control visual                        | X                              |  |         |         |                              |                         |
|  | Limpieza                              |                                | X  |         |         |                              |                         |
| Corona-Piñón   | Control visual                        | X                              |  |         |         |                              |                         |
|  | Limpieza                              |                                | X  |         |         |                              |                         |
|  | Engrase                               |                                |  | X       |         |                              |                         |

| Tabla de mantenimiento de la Plataforma<br>Elevadora Móvil de Personal<br>(en condiciones de trabajo normales) |                  | Antes de empezar<br>el trabajo | Al terminar<br>el trabajo o<br>discontinuo | Díario | Semanal | Al tener una avaria | Al tener algún daño | Según las<br>necesidades |
|--|------------------|--------------------------------|--|--------|---------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| Máquina completa   | Control visual   |                                |  | X      |         |                     |                     |                          |
|  | Limpieza         | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
| Nivel de aceite  | Control visual   | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
|  | Rellenado        |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Neumáticos   | Control visual   |                                |  | X      |         |                     |                     |                          |
|  | Sustitución      |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Frenos   | Comprobar        |                                |  | X      |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Placas de instrucciones  | Control visual   |                                |  | X      |         |                     |                     |                          |
|  | Cambio           |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Mandos en vacío  | Comprobar        | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Bajada de emergencia   | Comprobar        | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Parada de emergencia   | Comprobar        | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Conexiones eléctricas  | Comprobar        |                                |  | X      |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Pilotos o chivatos   | Control visual   | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |
| Señal acústica   | Comprobar        | X                              |  |        |         |                     |                     |                          |
|  | Servicio técnico |                                |  |        |         |                     |                     | X                        |



| Tabla de mantenimiento de motosierras<br>(en condiciones de trabajo normales) |                                       | Antes de<br>empezar el<br>trabajo | Al terminar<br>el trabajo o<br>diariamente | Semanal | Mensual | Al presentarse<br>una avería | Al presentarse<br>daños |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|--|---------|---------|------------------------------|-------------------------|
| Máquina completa  | Control visual (estado, hermeticidad) | X                                 |  |         |         |                              |                         |
|   | Limpiar                               |                                   | X  |         |         |                              |                         |
| Palas   | Control visual                        | X                                 |  |         |         |                              |                         |
|   | Limpieza                              |                                   | X  |         |         |                              |                         |
|   | Sustitución por desgaste              |                                   |  |         |         | X                            | X                       |
| Carcasa   | Control visual                        | X                                 |  |         |         |                              |                         |
|   | Limpieza                              |                                   | X  |         |         |                              |                         |
|   | Cambiar                               |                                   |  |         |         |                              | X                       |

| Tabla de mantenimiento del generador - grupo electrógeno<br>(en condiciones de trabajo normales) |  | Antes de<br>empezar el<br>trabajo | Al terminar<br>el trabajo o<br>diariamente | Semanal | Mensual   |
|--|--|-----------------------------------|--|---------|-----------|
| <b>GRUPO PARADO</b>  |  |                                   |  |         |           |
| Comprobar el nivel del aceite y fugas  |  | X                                 | X  |         |           |
| Comprobar el nivel del agua del radiador y fugas   |  | X                                 | X  |         |           |
| Comprobar el nivel del combustible y fugas   |  | X                                 |  |         |           |
| Comprobar nivel electrolítico de la batería  |  | X                                 |  |         |           |
| Comprobar bornes y conexiones de batería   |  | X                                 |  |         |           |
| Comprobar que la resistencia del motor funciona (con contacto manual)                            |  | X                                 |  |         |           |
| Visualizar si hay alarmas señalizadas  |  | X                                 |  |         |           |
| Estado de las correas  |  | X                                 |  |         |           |
| Comprobar poder de arranque de batería   |  | X                                 |  |         |           |
| Comprobar sistema de carga de batería  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar filtro de aire   |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar filtro de aceite   |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar filtro de combustible  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar estado de las escobillas del alternador  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar estado de los aros del alternador  |  |                                   |  |         | X         |
| Verificar la instalación eléctrica del grupo   |  |                                   |  |         | X         |
| Verificar la instalación eléctrica del cuadro  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar sujeción del motor   |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar sujeción del alternador  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar sujeción del radiador  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar sujeción del depósito  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar sujeción del templete  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar sujeción del cuadro  |  |                                   |  |         | X         |
| Apriete de tornillos   |  |                                   |  |         | X         |
| Cambio de aceite y filtro  |  |                                   |  |         | 250 Horas |
| Cambio de correa del ventilador  |  |                                   |  |         | 250 Horas |
| Quitar refrigerante y lavar circuito   |  |                                   |  |         | Anual     |
| Cambiar filtro del aire  |  |                                   |  |         | 250 Horas |
| <b>GRUPO EN MARCHA</b>   |  |                                   |  |         |           |
| Comprobar presión de aceite  |  | X                                 |  |         |           |
| Verificar fuga de agua   |  | X                                 |  |         |           |
| Verificar fuga de aceite   |  | X                                 |  |         |           |
| Verificar fuga de combustible  |  | X                                 |  |         |           |
| Comprobar carga de la batería  |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar temperatura del agua   |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar fases y neutro, frecuencia   |  |                                   |  |         | X         |
| Comprobar equilibrado de tensiones eléctricas  |  |                                   |  |         | X         |



### 3.8.- LIBRO DE INCIDENCIAS

Estará siempre en obra en poder del Coordinador de Seguridad y Salud o Dirección Facultativa.

Tienen acceso para efectuar anotaciones con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud:

- Dirección facultativa
- Contratista
- Subcontratistas
- Trabajadores autónomos
- Servicio de prevención y delegado de prevención
- Representante de los trabajadores

Cuando las anotaciones en el Libro de incidencias sean con carácter reiterativo o cuando se produzca una situación de riesgo grave o inminente, se remitirá dicha anotación a la Inspección de Trabajo en 24 horas, además de notificar dicha anotación a las partes implicadas.

### 3.9.- LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN

En toda obra de construcción, cada contratista deberá de disponer de un Libro de Subcontratación, habilitado por la Autoridad Laboral Competente.

En dicho libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberá reflejar por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y empresas comitentes, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del futuro Plan de Seguridad y Salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así

como las instrucciones elaboradas por el Coordinador de Seguridad y Salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la Dirección Facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional de las previstas en esta Ley.

Asimismo, cada empresa deberá disponer de la documentación o título que acredite la posesión de la maquinaria que utiliza, y de cuanta documentación sea exigida por las disposiciones legales vigentes.

Reglamentariamente se determinarán las condiciones del Libro de Subcontratación al que se refiere el apartado 1, en cuanto a su régimen de habilitación, por la autoridad laboral autonómica competente, así como el contenido y obligaciones y derechos derivados del mismo, al tiempo que se procederá a una revisión de las distintas obligaciones documentales aplicables a las obras de construcción con objeto de lograr su unificación y simplificación.

El Libro de subcontratación tendrá acceso el promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los Técnicos de prevención, la Autoridad Laboral competente y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

Madrid, a junio de 2017

EL AUTOR DEL PROYECTO  
(Técnico Competente)

  
  
Fdo. José Antonio Casella Torres  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 15.018

## DOCUMENTO N° 4. PRESUPUESTO



## ÍNDICE

### ANEJO Nº 16. SEGURIDAD Y SALUD

#### DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| 4.- PRESUPUESTO .....         | 1 |
| MEDICIONES .....              | 2 |
| CUADRO DE PRECIOS Nº 1 .....  | 3 |
| CUADRO DE PRECIOS Nº 2 .....  | 4 |
| PRESUPUESTOS PARCIALES .....  | 5 |
| RESUMEN DEL PRESUPUESTO ..... | 6 |

#### 4.- PRESUPUESTO

Se incluyen los siguientes documentos:

- Mediciones
- Cuadro de precios 1
- Cuadro de precios 2
- Presupuestos parciales
- Resumen del presupuesto

## MEDICIONES



## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|---|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>CAPÍTULO U110 SEGURIDAD Y SALUD</b>             |   |     |          |         |        |           |          |
| <b>SUBCAPÍTULO U1101 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b> |   |     |          |         |        |           |          |
| <b>APARTADO U11011 Equipamiento individual</b>     |   |     |          |         |        |           |          |
| U11011010  | ud Casco seguridad homologado<br>Casco de seguridad, homologado.  | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11011040  | ud Impermeable<br>Impermeable, homologado.  | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11011070  | ud Mandil soldadura<br>Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa, homologado.   | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 2,000    |
| U11011080  | ud Chaleco reflectante<br>Chaleco reflectante para obras (trabajos nocturnos) compuesto de cinturón y tirantes de tela reflectante, valorado en función del número óptimo de utilizaciones, homologado. | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11011090  | ud Muñequera de cuero<br>Muñequera de cuero, homologada.  | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 2,000    |
| U11011120  | ud Semi máscara. antipolvo 2 filtros<br>Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos), homologada.  | 5   |          |         |        | 5,000     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 5,000    |

## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TOS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|---|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>APARTADO U11012 Pantallas de protección</b>   |   |     |          |         |        |           |          |
| U11012020  | ud Pantalla sold.electr.cabeza<br>Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, minilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, homologada.  | 2   |          |         |        | 2,000     | 2,000    |
| U11012040  | ud Pantalla sold.oxiacet.cabeza<br>Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca, homologada.              | 2   |          |         |        | 2,000     | 2,000    |
| <b>APARTADO U11013 Mascarillas de protección</b> |   |     |          |         |        |           |          |
| U11013020  | ud Mascarilla sold.1 válvula<br>Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para humos de soldadura, homologada.   | 4   |          |         |        | 4,000     | 4,000    |
| U11013040  | ud Mascarilla polvo 1 válvula<br>Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para polvo, homologada.   | 4   |          |         |        | 4,000     | 4,000    |
| U11013070  | ud Mascarilla celulosa<br>Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos, homologada.  | 100 |          |         |        | 100,000   | 100,000  |
| <b>APARTADO U11014 Protecciones visuales</b>     |   |     |          |         |        |           |          |
| U11014020  | ud Gafas vinilo visor policarb.<br>Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos, homologadas. | 5   |          |         |        | 5,000     | 5,000    |
| U11014070  | ud Gafas cazoleta c/ventilación<br>Gafas de cazoleta de armadura rígida con ventilación lateral indirecta graduable y ajustable, con visores neutros recambiables para trabajos de soldadura, homologadas.                                  | 5   |          |         |        | 5,000     | 5,000    |

## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>APARTADO U11015 Protecciones auditivas</b>  |  |     |          |         |        |           |          |
| U11015020                                      | ud Orejeras adaptables casco<br>Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo, homologado.   | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 2,000    |
| U11015040                                      | ud Par tapones antirruido PVC<br>Par de tapones antirruido fabricados en cloruro de polivinilo, homologados.   | 30  |          |         |        | 30,000    |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 30,000   |
| <b>APARTADO U11016 Cinturones de seguridad</b> |  |     |          |         |        |           |          |
| U11016040                                      | ud Cinturón de seguridad sujeción poliamida doble anillaje de acero<br>Cinturón de seguridad de sujeción fabricado con poliamida, doble anillaje de acero estampado con resistencia a la tracción superior a 115 kg/mm <sup>2</sup> , y cuerda de amarre de 1,00 m. de longitud, homologado. | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 2,000    |
| U11016060                                      | ud Cinturón antivibratorio<br>Cinturón de seguridad antivibratorio para protección de los riñones, homologado.   | 1   |          |         |        | 1,000     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 1,000    |
| U11016090                                      | m Cuerda de seguridad poliamida L<25 m.<br>Cuerda de seguridad de poliamida 6 de 14 mm de diámetro hasta 25 m. de longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de acero de diámetro 16 mm, incluso p.p. de desmontaje y valorada en función del número óptimo de utilizaciones.      | 25  |          |         |        | 25,000    |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 25,000   |



## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO                                       | RESUMEN   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|---|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>APARTADO U11017 Guantes de protección</b> |   |     |          |         |        |           |          |
| U11017020                                    | ud Par guantes goma fina<br>Par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc., homologados.  | 20  |          |         |        | 20,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 20,000   |
| U11017060                                    | ud Par guantes serraje manga 18<br>Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga de 18 cm, homologados.  | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 2,000    |
| U11017070                                    | ud Par guantes serraje forrados<br>Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón atelpado, homologados.  | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11017080                                    | ud Par guantes dieléctricos B.T.<br>Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión fabricados con material dieléctrico, homologados.  | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11017100                                    | ud Par manguitos soldadura<br>Par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en piel, homologados.  | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 2,000    |
| <b>APARTADO U11018 Calzado de protección</b> |   |     |          |         |        |           |          |
| U11018010                                    | ud Par de botas goma<br>Par de botas de protección para trabajos en agua, barro, hormigón y pisos con riesgo de deslizamiento fabricadas en goma forrada con lona de algodón y piso antideslizante, homologadas.      | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11018120                                    | ud Par de zapatos serraje<br>Par de zapatos de seguridad contra riesgos mecánicos fabricados en serraje y lona de algodón transpirable con puntera y plantilla metálica y piso resistente a la abrasión, homologados. | 10  |          |         |        | 10,000    |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11018150                                    | ud Par polainas soldadura<br>Par de polainas para trabajos de soldadura fabricadas en cuero con sistema de sujeción por debajo del calzado, homologadas.  | 2   |          |         |        | 2,000     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 2,000    |

## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>SUBCAPÍTULO U1102 PROTECCIONES COLECTIVAS</b> |  |     |          |         |        |           |          |
| <b>APARTADO U11021 Señalización</b>              |  |     |          |         |        |           |          |
| U11021030  | ud Señal peligro 0,70 m.<br>Suministro y colocación de señal de peligro reflectante de 0,70 m con trípode de acero galvanizado, valorada según el número óptimo de utilizaciones.  | 2   |          |         |        | 2,00      | 2,000    |
| U11021110  | ud Señal obligación 45x33 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo obligación de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.   | 2   |          |         |        | 2,00      | 2,000    |
| U11021130  | ud Señal prohibición 45x33 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo prohibición de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 2   |          |         |        | 2,00      | 2,000    |
| U11021150  | ud Señal advertencia 45x33 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo advertencia de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 2   |          |         |        | 2,00      | 2,000    |
| U11021180  | ud Señal información 40x40 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo información de 40x40 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 2   |          |         |        | 2,00      | 2,000    |
| U11021200  | ud Cono balizamiento 50 cm.<br>Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   | 10  |          |         |        | 10,00     | 10,000   |
| U11021240  | m Cordón de balizamiento<br>Suministro y colocación de cordón de balizamiento reflectante sobre soporte de acero galvanizado de diámetro 10 mm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.                        | 50  |          |         |        | 50,00     | 50,000   |

## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO  | RESUMEN   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|---|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>APARTADO U11022 Cerramientos</b>             |   |     |          |         |        |           |          |
| U11022010                                       | m Valla metálica  |     |          |         |        |           |          |
|   | Valla metálica para acotamiento de espacios y contención de peatones formada por elementos autónomos normalizados de 2,50x1,10 m, amortizable en 5 usos, incluso montaje y desmontaje de los mismos según la normativa vigente.   | 30  |          |         |        | 30,00     |          |
|   |   |     |          |         |        |           | 30,000   |
| <b>APARTADO U11024 Protección contra caídas</b> |   |     |          |         |        |           |          |
| U11024090                                       | m2 Protección de huecos tableros de madera  |     |          |         |        |           |          |
|   | Protección de huecos horizontales con tableros de madera de dimensiones varias, incluso confección del tablero, colocación y desmontaje, según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie del hueco protegida.                    | 20  |          |         |        | 20,00     |          |
|   |   |     |          |         |        |           | 20,000   |
| U11024110                                       | m Barandilla de 90 cm de altura borde vaciado   |     |          |         |        |           |          |
|   | Barandilla de 0,90 m de altura en protección de perímetro de vaciado formada por soportes metálicos y 3 tableros horizontales de madera (pasamanos, intermedio y plinto), incluidos el montaje y desmontaje de la misma, así como la p.p. de pequeño material, según normativa vigente. | 30  |          |         |        | 30,00     |          |
|   |   |     |          |         |        |           | 30,000   |
| U11024160                                       | m Cable seguridad cinturones  |     |          |         |        |           |          |
|   | Cable de seguridad para anclaje de cinturones individuales, incluyendo montaje, desmontaje y p.p. de elementos complementarios, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   | 20  |          |         |        | 20,00     |          |
|   |   |     |          |         |        |           | 20,000   |
| U11024180                                       | m2 Acero en plancha e=2 cm  |     |          |         |        |           |          |
|   | Suministro e instalación de plancha de acero de 2 cm de espesor para cruces de zanjas y pozos.  | 5   |          |         |        | 5,00      |          |
|   |   |     |          |         |        |           | 5,000    |



## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO  | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|---|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>APARTADO U11026 Seguridad contra incendios</b>           |  |     |          |         |        |           |          |
| U11026030   | ud Extintor polvo seco 6 kg.<br>Extintor manual AFIG de polvo seco polivalente A,B,C,E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. | 1   |          |         |        | 1,00      |          |
|   |  |     |          |         |        |           | 1,000    |
| U11026040   | ud Extintor CO2 2 kg.<br>Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, de 2 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según normativa vigente. Equipo con certificación AENOR.   | 1   |          |         |        | 1,00      |          |
|   |  |     |          |         |        |           | 1,000    |
| <b>APARTADO U11027 Seguridad en instalaciones eléctrica</b> |  |     |          |         |        |           |          |
| U11027010   | ud Instalación toma de tierra<br>Instalación de toma de tierra compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc., incluso desmontaje.  | 3   |          |         |        | 3,00      |          |
|   |  |     |          |         |        |           | 3,000    |
| U11027030   | ud Diferencial 30 mA<br>Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 Ma.   | 1   |          |         |        | 1,00      |          |
|   |  |     |          |         |        |           | 1,000    |
| U11027040   | ud Cuadro eléctrico<br>Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico formado por armario con aparellaje fijo para alojamiento de aparataje.  | 1   |          |         |        | 1,00      |          |
|   |  |     |          |         |        |           | 1,000    |

## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO                                       | RESUMEN  | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|--|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>SUBCAPÍTULO U1103 HIGIENE Y BIENESTAR</b> |  |     |          |         |        |           |          |
| <b>APARTADO U11031 Acometidas a casetas</b>  |  |     |          |         |        |           |          |
| U11031010                                    | m Acometida eléctrica<br>Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa Compañía suministradora, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.  | 1   | 10,00    |         |        | 10,00     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11031020                                    | m Acometida abastecimiento<br>Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua potable, según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.   | 1   | 10,00    |         |        | 10,00     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 10,000   |
| U11031030                                    | m Acometida saneamiento<br>Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal (pozo o imbornal), según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.   | 1   | 10,00    |         |        | 10,00     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 10,000   |
| <b>APARTADO U11033 Locales prefabricados</b> |  |     |          |         |        |           |          |
| U11033010                                    | m2 Caseta módulos <6 m<br>Caseta modulada ensamblable para comedor, vestuario y aseos en obras de duración menor de 6 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prefabricada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejillas de protección y suelo con soporte de periferia, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios, incluso preparación de terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25 armado con acero B 500 S, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según normativa vigente, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 1   | 60,00    |         |        | 60,00     |          |
|  |  |     |          |         |        |           | 60,000   |

## MEDICIONES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN   | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD |
|--|---|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <b>APARTADO U11034 Equipamiento de locales prefabricados</b> |   |     |          |         |        |           |          |
| U11034010  | m2 Amueblamiento provisional aseos<br>Amueblamiento provisional en local para aseos comprendiendo perchas, jaboneras, secamanos automático, espejos, portarrollos y cubo de basura totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado. | 1   | 20,00    |         |        | 20,00     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 20,000   |
| U11034020  | m2 Amueblamiento provisional vestuario<br>Amueblamiento provisional en local para vestuario comprendiendo taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.       | 1   | 20,00    |         |        | 20,00     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 20,000   |
| U11034030  | m2 Amueblamiento provisional comedor<br>Amueblamiento provisional en local para comedor comprendiendo mesas, asientos, microondas y depósito para desperdicios totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.                     | 1   | 20,00    |         |        | 20,00     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 20,000   |
| <b>APARTADO U11035 Varios</b>                                |   |     |          |         |        |           |          |
| U11035020  | ud Material sanitario<br>Material sanitario para curas y primeros auxilios.   | 1   |          |         |        | 1,00      |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 1,000    |
| U11035050  | ud Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo<br>Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según normativa vigente).  | 4   |          |         |        | 4,00      |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 4,000    |
| U11035070  | h Mantenimiento locales<br>Mano de obra empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones para el personal (Peón).   | 20  |          |         |        | 20,00     |          |
|  |   |     |          |         |        |           | 20,000   |



## CUADRO DE PRECIOS Nº 1

# CUADRO DE PRECIOS 1

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | PRECIO EN LETRA                                | IMPORTE |
|-----------|----|--|--|---------|
| U11011010 | ud | Casco de seguridad, homologado.  |  | 5,36    |
|           |    |  | CINCO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS        |         |
| U11011040 | ud | Impermeable, homologado.   |  | 11,91   |
|           |    |  | ONCE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS           |         |
| U11011070 | ud | Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa, homologado.   |  | 17,94   |
|           |    |  | DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |         |
| U11011080 | ud | Chaleco reflectante para obras (trabajos nocturnos) compuesto de cinturón y tirantes de tela reflectante, valorado en función del número óptimo de utilizaciones, homologado.                            |  | 14,88   |
|           |    |  | CATORCE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS      |         |
| U11011090 | ud | Muñequera de cuero, homologada.  |  | 8,09    |
|           |    |  | OCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS                  |         |
| U11011120 | ud | Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos), homologada.   |  | 14,78   |
|           |    |  | CATORCE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS      |         |
| U11012020 | ud | Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, minilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, homologada.   |  | 25,81   |
|           |    |  | VEINTICINCO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS    |         |
| U11012040 | ud | Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca, homologada.              |  | 9,01    |
|           |    |  | NUEVE EUROS con UN CÉNTIMOS                    |         |
| U11013020 | ud | Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para humos de soldadura, homologada.  |  | 17,26   |
|           |    |  | DIECISIETE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS       |         |
| U11013040 | ud | Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para polvo, homologada.   |  | 15,58   |
|           |    |  | QUINCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS     |         |
| U11013070 | ud | Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos, homologada.   |  | 2,42    |
|           |    |  | DOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS          |         |
| U11014020 | ud | Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos, homologadas. |  | 13,17   |
|           |    |  | TRECE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS            |         |
| U11014070 | ud | Gafas de cazoleta de armadura rígida con ventilación lateral indirecta graduable y ajustable, con visores neutros recambiables para trabajos de soldadura, homologadas.                                  |  | 4,14    |
|           |    |  | CUATRO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS              |         |

# CUADRO DE PRECIOS 1

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | PRECIO EN LETRA                                       | IMPORTE |
|-----------|----|--|---|---------|
| U11015020 | ud | Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo, homologado.   | DIECISEIS EUROS con CINCO CÉNTIMOS                    | 16,05   |
| U11015040 | ud | Par de tapones antimuido fabricados en cloruro de polivinilo, homologados.   | CERO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS              | 0,58    |
| U11016040 | ud | Cinturón de seguridad de sujeción fabricado con poliamida, doble anillaje de acero estampado con resistencia a la tracción superior a 115 kg/mm2, y cuerda de amarre de 1,00 m. de longitud, homologado.                                     | CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS | 57,94   |
| U11016060 | ud | Cinturón de seguridad antivibratorio para protección de los riñones, homologado.   | VEINTITRES EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS             | 23,29   |
| U11016090 | m  | Cuerda de seguridad de poliamida 6 de 14 mm de diámetro hasta 25 m. de longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de acero de diámetro 16 mm, incluso p.p. de desmontaje y valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | NUEVE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS                | 9,32    |
| U11017020 | ud | Par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc., homologados.   | UN EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                 | 1,99    |
| U11017060 | ud | Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga de 18 cm, homologados.  | CINCO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS            | 5,57    |
| U11017070 | ud | Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.  | CUATRO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS             | 4,46    |
| U11017080 | ud | Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión fabricados con material dieléctrico, homologados.   | DIECIOCHO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS          | 18,95   |
| U11017100 | ud | Par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en piel, homologados.   | CINCO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS               | 5,98    |
| U11018010 | ud | Par de botas de protección para trabajos en agua, barro, hormigón y pisos con riesgo de deslizamiento fabricadas en goma forrada con lona de algodón y piso antideslizante, homologadas.   | QUINCE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS               | 15,62   |
| U11018120 | ud | Par de zapatos de seguridad contra riesgos mecánicos fabricados en serraje y lona de algodón transpirable con puntera y plantilla metálica y piso resistente a la abrasión, homologados.   | VEINTITRES EUROS con SIETE CÉNTIMOS                   | 23,07   |



# CUADRO DE PRECIOS 1

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | PRECIO EN LETRA                              | IMPORTE |
|-----------|----|--|--|---------|
| U11018150 | ud | Par de polainas para trabajos de soldadura fabricadas en cuero con sistema de sujeción por debajo del calzado, homologadas.  | SIETE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS       | 7,72    |
| U11021030 | ud | Suministro y colocación de señal de peligro reflectante de 0,70 m con trípode de acero galvanizado, valorada según el número óptimo de utilizaciones.  | DIEZ EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS     | 10,34   |
| U11021110 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo obligación de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.  | CINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS     | 5,97    |
| U11021130 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo prohibición de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.   | CINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS     | 5,97    |
| U11021150 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo advertencia de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.   | CINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS     | 5,97    |
| U11021180 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo información de 40x40 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.   | SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS       | 7,32    |
| U11021200 | ud | Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.  | QUINCE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS    | 15,65   |
| U11021240 | m  | Suministro y colocación de cordón de balizamiento reflectante sobre soporte de acero galvanizado de diámetro 10 mm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.  | DOS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS         | 2,82    |
| U11022010 | m  | Valla metálica para acotamiento de espacios y contención de peatones formada por elementos autónomos normalizados de 2,50x1,10 m, amortizable en 5 usos, incluso montaje y desmontaje de los mismos según la normativa vigente.  | CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS        | 4,25    |
| U11024090 | m2 | Protección de huecos horizontales con tableros de madera de dimensiones varias, incluso confección del tablero, colocación y desmontaje, según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie del hueco protegida.                   | DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS | 16,95   |
| U11024110 | m  | Barandilla de 0,90 m de altura en protección de perímetro de vaciado formada por soportes metálicos y 3 tablones horizontales de madera (pasamanos, intermedio y pinto), incluidos el montaje y desmontaje de la misma, así como la p.p. de pequeño material, según normativa vigente. | NUEVE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS        | 9,91    |

## CUADRO DE PRECIOS 1

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN   | PRECIO EN LETRA   | IMPORTE |
|-----------|----|---|---|---------|
| U11024160 | m  | Cable de seguridad para anclaje de cinturones individuales, incluyendo montaje, desmontaje y p.p. de elementos complementarios, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   | CUATRO EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS                    | 4,73    |
| U11024180 | m2 | Suministro e instalación de plancha de acero de 2 cm de espesor para cruces de zanjas y pozos.  | SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS           | 67,88   |
| U11026030 | ud | Extintor manual AFIG de polvo seco polivalente A,B,C,E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.  | CUARENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS        | 44,97   |
| U11026040 | ud | Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, de 2 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según normativa vigente. Equipo con certificación AENOR.   | SESENTA EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS                  | 60,87   |
| U11027010 | ud | Instalación de toma de tierra compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc., incluso desmontaje.  | DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | 251,36  |
| U11027030 | ud | Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 Ma.  | DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS      | 236,16  |
| U11027040 | ud | Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico formado por armario con aparellaje fijo para alojamiento de aparataje.  | CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS  | 143,94  |
| U11031010 | m  | Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa Compañía suministradora, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.                            | CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS                    | 4,76    |
| U11031020 | m  | Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua potable, según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.      | NOVENTA Y TRES EUROS con DOS CÉNTIMOS                       | 93,02   |
| U11031030 | m  | Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal (pozo o imbornal), según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada. | CIENTO TREINTA Y DOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS        | 132,71  |



# CUADRO DE PRECIOS 1

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | PRECIO EN LETRA   | IMPORTE |
|-----------|----|--|---|---------|
| U11033010 | m2 | Caseta modulada ensamblable para comedor, vestuario y aseos en obras de duración menor de 6 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de periferia, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios, incluso preparación de terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25 armado con acero B 500 S, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según normativa vigente, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | CINCUENTA EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS               | 50,83   |
| U11034010 | m2 | Amueblamiento provisional en local para aseos comprendiendo perchas, jaboneras, secamanos automático, espejos, portarrollos y cubo de basura totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.  | DIEZ EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS                           | 10,80   |
| U11034020 | m2 | Amueblamiento provisional en local para vestuario comprendiendo taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.  | VEINTITRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS            | 23,56   |
| U11034030 | m2 | Amueblamiento provisional en local para comedor comprendiendo mesas, asientos, microondas y depósito para desperdicios totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.  | OCHO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                  | 8,94    |
| U11035020 | ud | Material sanitario para curas y primeros auxilios.   | DOSCIENTOS DIEZ EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS         | 210,36  |
| U11035050 | ud | Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según normativa vigente).   | CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS | 145,63  |
| U11035070 | h  | Mano de obra empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones para el personal (Peón).   | QUINCE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS                  | 15,36   |

Madrid, a junio de 2017

EL AUTOR DEL PROYECTO  
(Técnico Competente)

  
Fdo. José Antonio Casella Torres  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 15.018



## CUADRO DE PRECIOS Nº 2

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN   | IMPORTE      |
|-----------|----|---|--------------|
| U11011010 | ud | Casco de seguridad, homologado.   |              |
|           |    | Materiales.....   | 5,0600       |
|           |    | Suma la partida.....  | 5,0600       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,3036       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0036      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>5,36</b>  |
| U11011040 | ud | Impermeable, homologado.  |              |
|           |    | Materiales.....   | 11,2400      |
|           |    | Suma la partida.....  | 11,2400      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,6744       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0044      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>11,91</b> |
| U11011070 | ud | Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a<br>cuello y cintura a través de correa, homologado.   |              |
|           |    | Materiales.....   | 16,9200      |
|           |    | Suma la partida.....  | 16,9200      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 1,0152       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0048       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>17,94</b> |
| U11011080 | ud | Chaleco reflectante para obras (trabajos nocturnos) compuesto de cintu-<br>rón y tirantes de tela reflectante, valorado en función del número óptimo<br>de utilizaciones, homologado. |              |
|           |    | Materiales.....   | 14,0400      |
|           |    | Suma la partida.....  | 14,0400      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,8424       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0024      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>14,88</b> |
| U11011090 | ud | Muñequera de cuero, homologada.   |              |
|           |    | Materiales.....   | 7,6300       |
|           |    | Suma la partida.....  | 7,6300       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,4578       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0022       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>8,09</b>  |
| U11011120 | ud | Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos), homolo-<br>gada.   |              |
|           |    | Materiales.....   | 13,9394      |
|           |    | Suma la partida.....  | 13,9400      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,8364       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0036       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>14,78</b> |

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | IMPORTE      |
|-----------|----|--|--------------|
| U11012020 | ud | Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, minilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, homologada.   |              |
|           |    | Materiales .....   | 24,3500      |
|           |    | Suma la partida .....  | 24,3500      |
|           |    | Costes indirectos ..... 6,00%  | 1,4610       |
|           |    | Redondeo .....   | -0,0010      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>   | <b>25,81</b> |
| U11012040 | ud | Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca, homologada.              |              |
|           |    | Materiales .....   | 8,5000       |
|           |    | Suma la partida .....  | 8,5000       |
|           |    | Costes indirectos ..... 6,00%  | 0,5100       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>   | <b>9,01</b>  |
| U11013020 | ud | Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para humos de soldadura, homologada.  |              |
|           |    | Materiales .....   | 16,2800      |
|           |    | Suma la partida .....  | 16,2800      |
|           |    | Costes indirectos ..... 6,00%  | 0,9768       |
|           |    | Redondeo .....   | 0,0032       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>   | <b>17,26</b> |
| U11013040 | ud | Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para polvo, homologada.   |              |
|           |    | Materiales .....   | 14,7000      |
|           |    | Suma la partida .....  | 14,7000      |
|           |    | Costes indirectos ..... 6,00%  | 0,8820       |
|           |    | Redondeo .....   | -0,0020      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>   | <b>15,58</b> |
| U11013070 | ud | Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos, homologada.   |              |
|           |    | Materiales .....   | 2,2800       |
|           |    | Suma la partida .....  | 2,2800       |
|           |    | Costes indirectos ..... 6,00%  | 0,1368       |
|           |    | Redondeo .....   | 0,0032       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>   | <b>2,42</b>  |
| U11014020 | ud | Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos, homologadas. |              |
|           |    | Materiales .....   | 12,4200      |
|           |    | Suma la partida .....  | 12,4200      |
|           |    | Costes indirectos ..... 6,00%  | 0,7452       |
|           |    | Redondeo .....   | 0,0048       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>   | <b>13,17</b> |



## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  |                            |       | IMPORTE      |
|-----------|----|--|----------------------------|-------|--------------|
| U11014070 | ud | Gafas de cazoleta de armadura rígida con ventilación lateral indirecta graduable y ajustable, con visores neutros recambiables para trabajos de soldadura, homologadas.  |                            |       |              |
|           |    |  | Materiales .....           |       | 3,9100       |
|           |    |  | Suma la partida .....      |       | 3,9100       |
|           |    |  | Costes indirectos .....    | 6,00% | 0,2346       |
|           |    |  | Redondeo .....             |       | -0,0046      |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       | <b>4,14</b>  |
| U11015020 | ud | Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo, homologado.   |                            |       |              |
|           |    |  | Materiales .....           |       | 15,1400      |
|           |    |  | Suma la partida .....      |       | 15,1400      |
|           |    |  | Costes indirectos .....    | 6,00% | 0,9084       |
|           |    |  | Redondeo .....             |       | 0,0016       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       | <b>16,05</b> |
| U11015040 | ud | Par de tapones antiruido fabricados en cloruro de polivinilo, homologados.   |                            |       |              |
|           |    |  | Materiales .....           |       | 0,5500       |
|           |    |  | Suma la partida .....      |       | 0,5500       |
|           |    |  | Costes indirectos .....    | 6,00% | 0,0330       |
|           |    |  | Redondeo .....             |       | -0,0030      |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       | <b>0,58</b>  |
| U11016040 | ud | Cinturón de seguridad de sujeción fabricado con poliamida, doble anillaje de acero estampado con resistencia a la tracción superior a 115 kg/mm2, y cuerda de amarre de 1,00 m. de longitud, homologado.                                     |                            |       |              |
|           |    |  | Materiales .....           |       | 54,6600      |
|           |    |  | Suma la partida .....      |       | 54,6600      |
|           |    |  | Costes indirectos .....    | 6,00% | 3,2796       |
|           |    |  | Redondeo .....             |       | 0,0004       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       | <b>57,94</b> |
| U11016060 | ud | Cinturón de seguridad antivibratorio para protección de los riñones, homologado.   |                            |       |              |
|           |    |  | Materiales .....           |       | 21,9700      |
|           |    |  | Suma la partida .....      |       | 21,9700      |
|           |    |  | Costes indirectos .....    | 6,00% | 1,3182       |
|           |    |  | Redondeo .....             |       | 0,0018       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       | <b>23,29</b> |
| U11016090 | m  | Cuerda de seguridad de poliamida 6 de 14 mm de diámetro hasta 25 m. de longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de acero de diámetro 16 mm, incluso p.p. de desmontaje y valorada en función del número óptimo de utilizaciones. |                            |       |              |
|           |    |  | Materiales .....           |       | 8,7900       |
|           |    |  | Suma la partida .....      |       | 8,7900       |
|           |    |  | Costes indirectos .....    | 6,00% | 0,5274       |
|           |    |  | Redondeo .....             |       | 0,0026       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       | <b>9,32</b>  |

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | IMPORTE |         |
|-----------|----|--|---------|---------|
| U11017020 | ud | Par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albanilería, pocería, hormigonado, etc., homologados.   |         |         |
|           |    | Materiales.....  |         | 1,8800  |
|           |    | Suma la partida.....   |         | 1,8800  |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%   |         | 0,1128  |
|           |    | Redondeo.....  |         | -0,0028 |
|           |    | TOTAL PARTIDA.....   |         | 1,99    |
| U11017060 | ud | Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga de 18 cm, homologados.  |         |         |
|           |    | Materiales.....  |         | 5,2500  |
|           |    | Suma la partida.....   |         | 5,2500  |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%   |         | 0,3150  |
|           |    | Redondeo.....  |         | 0,0050  |
|           |    | TOTAL PARTIDA.....   |         | 5,57    |
| U11017070 | ud | Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.  |         |         |
|           |    | Materiales.....  |         | 4,2100  |
|           |    | Suma la partida.....   |         | 4,2100  |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%   |         | 0,2526  |
|           |    | Redondeo.....  |         | -0,0026 |
|           |    | TOTAL PARTIDA.....   |         | 4,46    |
| U11017080 | ud | Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión fabricados con material dieléctrico, homologados.   |         |         |
|           |    | Materiales.....  |         | 17,8800 |
|           |    | Suma la partida.....   |         | 17,8800 |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%   |         | 1,0728  |
|           |    | Redondeo.....  |         | -0,0028 |
|           |    | TOTAL PARTIDA.....   |         | 18,95   |
| U11017100 | ud | Par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en piel, homologados.   |         |         |
|           |    | Materiales.....  |         | 5,6400  |
|           |    | Suma la partida.....   |         | 5,6400  |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%   |         | 0,3384  |
|           |    | Redondeo.....  |         | 0,0016  |
|           |    | TOTAL PARTIDA.....   |         | 5,98    |
| U11018010 | ud | Par de botas de protección para trabajos en agua, barro, hormigón y pisos con riesgo de deslizamiento fabricadas en goma forrada con lona de algodón y piso antideslizante, homologadas. |         |         |
|           |    | Materiales.....  |         | 14,7400 |
|           |    | Suma la partida.....   |         | 14,7400 |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%   |         | 0,8844  |
|           |    | Redondeo.....  |         | -0,0044 |
|           |    | TOTAL PARTIDA.....   |         | 15,62   |

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  | IMPORTE                      |              |
|-----------|----|--|------------------------------|--------------|
| U11018120 | ud | Par de zapatos de seguridad contra riesgos mecánicos fabricados en serraje y lona de algodón transpirable con puntera y plantilla metálica y piso resistente a la abrasión, homologados.     |                              |              |
|           |    |  | Materiales.....              | 21,7600      |
|           |    |  | Suma la partida.....         | 21,7600      |
|           |    |  | Costes indirectos..... 6,00% | 1,3056       |
|           |    |  | Redondeo.....                | 0,0044       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>    | <b>23,07</b> |
| U11018150 | ud | Par de polainas para trabajos de soldadura fabricadas en cuero con sistema de sujeción por debajo del calzado, homologadas.  |                              |              |
|           |    |  | Materiales.....              | 7,2800       |
|           |    |  | Suma la partida.....         | 7,2800       |
|           |    |  | Costes indirectos..... 6,00% | 0,4368       |
|           |    |  | Redondeo.....                | 0,0032       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>    | <b>7,72</b>  |
| U11021030 | ud | Suministro y colocación de señal de peligro reflectante de 0,70 m con trípode de acero galvanizado, valorada según el número óptimo de utilizaciones.  |                              |              |
|           |    |  | Mano de obra.....            | 1,2478       |
|           |    |  | Materiales.....              | 8,5010       |
|           |    |  | Suma la partida.....         | 9,7500       |
|           |    |  | Costes indirectos..... 6,00% | 0,5850       |
|           |    |  | Redondeo.....                | 0,0050       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>    | <b>10,34</b> |
| U11021110 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo obligación de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.  |                              |              |
|           |    |  | Mano de obra.....            | 0,3623       |
|           |    |  | Materiales.....              | 5,2725       |
|           |    |  | Suma la partida.....         | 5,6300       |
|           |    |  | Costes indirectos..... 6,00% | 0,3378       |
|           |    |  | Redondeo.....                | 0,0022       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>    | <b>5,97</b>  |
| U11021130 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo prohibición de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. |                              |              |
|           |    |  | Mano de obra.....            | 0,3623       |
|           |    |  | Materiales.....              | 5,2725       |
|           |    |  | Suma la partida.....         | 5,6300       |
|           |    |  | Costes indirectos..... 6,00% | 0,3378       |
|           |    |  | Redondeo.....                | 0,0022       |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>    | <b>5,97</b>  |



## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN   | IMPORTE      |
|-----------|----|---|--------------|
| U11021150 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo advertencia de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.                                    |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 0,3623       |
|           |    | Materiales.....   | 5,2725       |
|           |    | Suma la partida.....  | 5,6300       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,3378       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0022       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>5,97</b>  |
| U11021180 | ud | Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo información de 40x40 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.                                    |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 0,4347       |
|           |    | Materiales.....   | 6,4713       |
|           |    | Suma la partida.....  | 6,9100       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,4145       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0046      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>7,32</b>  |
| U11021200 | ud | Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 1,4490       |
|           |    | Materiales.....   | 13,3100      |
|           |    | Suma la partida.....  | 14,7600      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,8856       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0044       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>15,65</b> |
| U11021240 | m  | Suministro y colocación de cordón de balizamiento reflectante sobre soporte de acero galvanizado de diámetro 10 mm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 0,2898       |
|           |    | Materiales.....   | 2,3700       |
|           |    | Suma la partida.....  | 2,6600       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,1596       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0004       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>2,82</b>  |
| U11022010 | m  | Valla metálica para acotamiento de espacios y contención de peatones formada por elementos autónomos normalizados de 2,50x1,10 m, amortizable en 5 usos, incluso montaje y desmontaje de los mismos según la normativa vigente. |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 1,4490       |
|           |    | Materiales.....   | 2,5600       |
|           |    | Suma la partida.....  | 4,0100       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,2406       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0006      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>4,25</b>  |

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN   | IMPORTE      |
|-----------|----|---|--------------|
| U11024090 | m2 | Protección de huecos horizontales con tableros de madera de dimensiones varias, incluso confección del tablero, colocación y desmontaje, según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie del hueco protegida.                    |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 1,5155       |
|           |    | Materiales.....   | 14,4712      |
|           |    | Suma la partida.....  | 15,9900      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,9594       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0006       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>16,95</b> |
| U11024110 | m  | Barandilla de 0,90 m de altura en protección de perímetro de vaciado formada por soportes metálicos y 3 tablones horizontales de madera (pasamanos, intermedio y plinto), incluidos el montaje y desmontaje de la misma, así como la p.p. de pequeño material, según normativa vigente. |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 1,5155       |
|           |    | Materiales.....   | 7,8307       |
|           |    | Suma la partida.....  | 9,3500       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,5610       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0010      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>9,91</b>  |
| U11024160 | m  | Cable de seguridad para anclaje de cinturones individuales, incluyendo montaje, desmontaje y p.p. de elementos complementarios, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   |              |
|           |    | Materiales.....   | 4,4500       |
|           |    | Suma la partida.....  | 4,4500       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,2676       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0024       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>4,73</b>  |
| U11024180 | m2 | Suministro e instalación de plancha de acero de 2 cm de espesor para cruces de zanjas y pozos.  |              |
|           |    | Mano de obra.....   | 0,7245       |
|           |    | Materiales.....   | 63,3200      |
|           |    | Suma la partida.....  | 64,0400      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 3,8424       |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0024      |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>67,88</b> |
| U11026030 | ud | Extintor manual AFIG de polvo seco polivalente A,B,C,E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.                              |              |
|           |    | Materiales.....   | 42,4200      |
|           |    | Suma la partida.....  | 42,4200      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 2,5452       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0048       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>44,97</b> |

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES T.O.S. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN  |                           |       | IMPORTE       |
|-----------|----|--|---------------------------|-------|---------------|
| U11026040 | ud | Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, de 2 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según normativa vigente. Equipo con certificación AENOR.  |                           |       |               |
|           |    |  | Materiales.....           |       | 57,4200       |
|           |    |  | Suma la partida.....      |       | 57,4200       |
|           |    |  | Costes indirectos.....    | 6,00% | 3,4452        |
|           |    |  | Redondeo.....             |       | 0,0048        |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |       | <b>60,87</b>  |
| U11027010 | ud | Instalación de toma de tierra compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc., incluso desmontaje.   |                           |       |               |
|           |    |  | Mano de obra.....         |       | 167,1800      |
|           |    |  | Materiales.....           |       | 69,9500       |
|           |    |  | Suma la partida.....      |       | 237,1300      |
|           |    |  | Costes indirectos.....    | 6,00% | 14,2278       |
|           |    |  | Redondeo.....             |       | 0,0022        |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |       | <b>251,36</b> |
| U11027030 | ud | Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 Ma.   |                           |       |               |
|           |    |  | Mano de obra.....         |       | 15,2500       |
|           |    |  | Materiales.....           |       | 207,5400      |
|           |    |  | Suma la partida.....      |       | 222,7900      |
|           |    |  | Costes indirectos.....    | 6,00% | 13,3674       |
|           |    |  | Redondeo.....             |       | 0,0026        |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |       | <b>236,16</b> |
| U11027040 | ud | Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico formado por armario con aparellaje fijo para alojamiento de aparatos.  |                           |       |               |
|           |    |  | Mano de obra.....         |       | 15,2500       |
|           |    |  | Materiales.....           |       | 120,5400      |
|           |    |  | Suma la partida.....      |       | 135,7900      |
|           |    |  | Costes indirectos.....    | 6,00% | 8,1474        |
|           |    |  | Redondeo.....             |       | 0,0026        |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |       | <b>143,94</b> |
| U11031010 | m  | Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa Compañía suministradora, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada. |                           |       |               |
|           |    |  | Materiales.....           |       | 4,4900        |
|           |    |  | Suma la partida.....      |       | 4,4900        |
|           |    |  | Costes indirectos.....    | 6,00% | 0,2694        |
|           |    |  | Redondeo.....             |       | 0,0006        |
|           |    |  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |       | <b>4,76</b>   |



## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN   | IMPORTE       |
|-----------|----|---|---------------|
| U11031020 | m  | Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua potable, según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.  |               |
|           |    | Materiales.....   | 87,7500       |
|           |    | Suma la partida.....  | 87,7500       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 5,2650        |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0050        |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>93,02</b>  |
| U11031030 | m  | Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal (pozo o imbornal), según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.   |               |
|           |    | Materiales.....   | 125,2000      |
|           |    | Suma la partida.....  | 125,2000      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 7,5120        |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0020       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>132,71</b> |
| U11033010 | m2 | Caseta modulada ensamblable para comedor, vestuario y aseos en obras de duración menor de 6 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejillas de protección y suelo con soporte de perfilera, tablero fónico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios, incluso preparación de terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25 armado con acero B 500 S, placas de asiento, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según normativa vigente, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. |               |
|           |    | Mano de obra.....   | 2,9490        |
|           |    | Materiales.....   | 45,0000       |
|           |    | Suma la partida.....  | 47,9500       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 2,8770        |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0030        |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>50,83</b>  |
| U11034010 | m2 | Amueblamiento provisional en local para aseos comprendiendo perchas, jaboneras, secamanos automático, espejos, portarrotos y cubo de basura totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.  |               |
|           |    | Materiales.....   | 10,1915       |
|           |    | Suma la partida.....  | 10,1920       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,6114        |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0014       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>10,80</b>  |

## CUADRO DE PRECIOS 2

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO    | UD | RESUMEN   | IMPORTE       |
|-----------|----|---|---------------|
| U11034020 | m2 | Amueblamiento provisional en local para vestuario comprendiendo taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado. |               |
|           |    | Materiales.....   | 22,2290       |
|           |    | Suma la partida.....  | 22,2300       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 1,3338        |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0038       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>23,56</b>  |
| U11034030 | m2 | Amueblamiento provisional en local para comedor comprendiendo mesas, asientos, microondas y depósito para desperdicios totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.             |               |
|           |    | Materiales.....   | 8,4322        |
|           |    | Suma la partida.....  | 8,4300        |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,5058        |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0042        |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>8,94</b>   |
| U11035020 | ud | Material sanitario para curas y primeros auxilios.  |               |
|           |    | Materiales.....   | 198,4500      |
|           |    | Suma la partida.....  | 198,4500      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 11,9070       |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0030        |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>210,36</b> |
| U11035050 | ud | Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según normativa vigente).  |               |
|           |    | Materiales.....   | 137,3900      |
|           |    | Suma la partida.....  | 137,3900      |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 8,2434        |
|           |    | Redondeo.....   | -0,0034       |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>145,63</b> |
| U11035070 | h  | Mano de obra empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones para el personal (Peón).  |               |
|           |    | Mano de obra.....   | 14,4900       |
|           |    | Suma la partida.....  | 14,4900       |
|           |    | Costes indirectos..... 6,00%  | 0,8694        |
|           |    | Redondeo.....   | 0,0006        |
|           |    | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>   | <b>15,36</b>  |

Madrid, a junio de 2017

EL AUTOR DEL PROYECTO  
(Técnico Competente)

Fdo. José Antonio Casella Torres  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 15.018

## PRESUPUESTOS PARCIALES



## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO  | RESUMEN  | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|---|--|----------|--------|---------------|
| <b>CAPÍTULO U110 SEGURIDAD Y SALUD</b>                    |  |          |        |               |
| <b>SUBCAPÍTULO U1101 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>        |  |          |        |               |
| <b>APARTADO U11011 Equipamiento individual</b>            |  |          |        |               |
| U11011010   | ud Casco seguridad homologado<br>Casco de seguridad, homologado.   | 10,000   | 5,36   | 53,60         |
| U11011040   | ud Impermeable<br>Impermeable, homologado.   | 10,000   | 11,91  | 119,10        |
| U11011070   | ud Mandil soldadura<br>Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa, homologado.  | 2,000    | 17,94  | 35,88         |
| U11011080   | ud Chaleco reflectante<br>Chaleco reflectante para obras (trabajos nocturnos) compuesto de cinturón y franjas de tela reflectante, valorado en función del número óptimo de utilizaciones, homologado.                         | 10,000   | 14,88  | 148,80        |
| U11011090   | ud Muñequera de cuero<br>Muñequera de cuero, homologada.   | 2,000    | 8,09   | 16,18         |
| U11011120   | ud Semi máscara, antipolvo 2 filtros<br>Semi-mascarilla antipolvo doble filtro, (amortizable en 3 usos), homologada.   | 5,000    | 14,78  | 73,90         |
| <b>TOTAL APARTADO U11011 Equipamiento individual.....</b> |  |          |        | <b>447,46</b> |
| <b>APARTADO U11012 Pantallas de protección</b>            |  |          |        |               |
| U11012020   | ud Pantalla sold.electr.cabeza<br>Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, minilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, homologada.                                       | 2,000    | 25,81  | 51,62         |
| U11012040   | ud Pantalla sold.oxiacet.cabeza<br>Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable, adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca, homologada. | 2,000    | 9,01   | 18,02         |
| <b>TOTAL APARTADO U11012 Pantallas de protección.....</b> |  |          |        | <b>69,64</b>  |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO  | RESUMEN   | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|---|---|----------|--------|---------------|
| <b>APARTADO U11013 Mascarillas de protección</b>            |   |          |        |               |
| U11013020   | ud Mascarilla sold.1 válvula<br>Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para humos de soldadura, homologada.   | 4,000    | 17,26  | 69,04         |
| U11013040   | ud Mascarilla polvo 1 válvula<br>Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros intercambiables para polvo, homologada.   | 4,000    | 15,58  | 62,32         |
| U11013070   | ud Mascarilla celulosa<br>Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos, homologada.  | 100,000  | 2,42   | 242,00        |
| <b>TOTAL APARTADO U11013 Mascarillas de protección.....</b> |   |          |        | <b>373,36</b> |
| <b>APARTADO U11014 Protecciones visuales</b>                |   |          |        |               |
| U11014020   | ud Gafas vinilo visor policarb.<br>Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos, homologadas. | 5,000    | 13,17  | 65,85         |
| U11014070   | ud Gafas cazoleta c/ventilación<br>Gafas de cazoleta de armadura rígida con ventilación lateral indirecta graduable y ajustable, con visores neutros recambiables para trabajos de soldadura, homologadas.                                  | 5,000    | 4,14   | 20,70         |
| <b>TOTAL APARTADO U11014 Protecciones visuales.....</b>     |   |          |        | <b>86,55</b>  |
| <b>APARTADO U11015 Protecciones auditivas</b>               |   |          |        |               |
| U11015020   | ud Orejeras adaptables casco<br>Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo, homologado.                                    | 2,000    | 16,05  | 32,10         |
| U11015040   | ud Par tapones antiruido PVC<br>Par de tapones antiruido fabricados en cloruro de polivinilo, homologados.  | 30,000   | 0,58   | 17,40         |
| <b>TOTAL APARTADO U11015 Protecciones auditivas.....</b>    |   |          |        | <b>49,50</b>  |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO  | RESUMEN  | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE       |
|---|--|----------|--------|---------------|
| <b>APARTADO U11016 Cinturones de seguridad</b>            |  |          |        |               |
| U11016040   | ud Cinturón de seguridad sujeción poliamida doble anillaje de acero<br>Cinturón de seguridad de sujeción fabricado con poliamida, doble anillaje de acero estampado con resistencia a la tracción superior a 115 kg/mm <sup>2</sup> , y cuerda de amarre de 1,00 m. de longitud, homologado. |          |        |               |
|   |  | 2,000    | 57,94  | 115,88        |
| U11016060   | ud Cinturón antivibratorio<br>Cinturón de seguridad antivibratorio para protección de los riñones, homologado.   |          |        |               |
|   |  | 1,000    | 23,29  | 23,29         |
| U11016090   | m Cuerda de seguridad poliamida L<25 m.<br>Cuerda de seguridad de poliamida 6 de 14 mm de diámetro hasta 25 m. de longitud, incluso anclaje formado por redondo normal de acero de diámetro 16 mm, incluso p.p. de desmontaje y valorada en función del número óptimo de utilizaciones.      |          |        |               |
|   |  | 25,000   | 9,32   | 233,00        |
| <b>TOTAL APARTADO U11016 Cinturones de seguridad.....</b> |  |          |        | <b>372,17</b> |
| <b>APARTADO U11017 Guantes de protección</b>              |  |          |        |               |
| U11017020   | ud Par guantes goma fina<br>Par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc., homologados.   |          |        |               |
|   |  | 20,000   | 1,99   | 39,80         |
| U11017060   | ud Par guantes serraje manga 18<br>Par de guantes de protección en trabajos de soldadura fabricado en serraje con manga de 18 cm, homologados.   |          |        |               |
|   |  | 2,000    | 5,57   | 11,14         |
| U11017070   | ud Par guantes serraje forrados<br>Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con mufetón alejado, homologados.  |          |        |               |
|   |  | 10,000   | 4,46   | 44,60         |
| U11017080   | ud Par guantes dieléctricos B.I.<br>Par de guantes de protección eléctrica de baja tensión fabricados con material dieléctrico, homologados.   |          |        |               |
|   |  | 10,000   | 18,95  | 189,50        |
| U11017100   | ud Par manguitos soldadura<br>Par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en piel, homologados.   |          |        |               |
|   |  | 2,000    | 5,98   | 11,96         |
| <b>TOTAL APARTADO U11017 Guantes de protección.....</b>   |  |          |        | <b>297,00</b> |



## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN  | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|--|--|----------|--------|-----------------|
| <b>APARTADO U11018 Calzado de protección</b>             |  |          |        |                 |
| U11018010  | ud Par de botas goma<br>Par de botas de protección para trabajos en agua, barro, hormigón y pisos con riesgo de deslizamiento fabricadas en goma forrada con lona de algodón y piso antideslizante, homologadas.               | 10,000   | 15,62  | 156,20          |
| U11018120  | ud Par de zapatos serraje<br>Par de zapatos de seguridad contra riesgos mecánicos fabricados en serraje y lona de algodón transpirable con puntera y plantilla metálica y piso resistente a la abrasión, homologados.          | 10,000   | 23,07  | 230,70          |
| U11018150  | ud Par polainas soldadura<br>Par de polainas para trabajos de soldadura fabricadas en cuero con sistema de sujeción por debajo del calzado, homologadas.   | 2,000    | 7,72   | 15,44           |
| <b>TOTAL APARTADO U11018 Calzado de protección.....</b>  |  |          |        | <b>402,34</b>   |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO U1101 PROTECCIONES INDIVIDUALES</b> |  |          |        | <b>2.098,02</b> |
| <b>SUBCAPÍTULO U1102 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>         |  |          |        |                 |
| <b>APARTADO U11021 Señalización</b>                      |  |          |        |                 |
| U11021030  | ud Señal peligro 0,70 m.<br>Suministro y colocación de señal de peligro reflectante de 0,70 m con tripode de acero galvanizado, valorada según el número óptimo de utilizaciones.  | 2,000    | 10,34  | 20,68           |
| U11021110  | ud Señal obligación 45x33 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo obligación de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones.   | 2,000    | 5,97   | 11,94           |
| U11021130  | ud Señal prohibición 45x33 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo prohibición de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 2,000    | 5,97   | 11,94           |
| U11021150  | ud Señal advertencia 45x33 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo advertencia de 45x33 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 2,000    | 5,97   | 11,94           |
| U11021180  | ud Señal información 40x40 cm.<br>Suministro y colocación de señal de seguridad metálica tipo información de 40x40 cm sin soporte metálico incluso p.p. de desmontaje, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 2,000    | 7,32   | 14,64           |
| U11021200  | ud Cono balizamiento 50 cm.<br>Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.   | 10,000   | 15,65  | 156,50          |
| U11021240  | m Cordón de balizamiento<br>Suministro y colocación de cordón de balizamiento reflectante sobre soporte de acero galvanizado de diámetro 10 mm, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.                        | 50,000   | 2,82   | 141,00          |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES T.O.S. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN  | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|--|--|----------|--------|-----------------|
| <b>TOTAL APARTADO U11021 Señalización.....</b>             |  |          |        | <b>368,64</b>   |
| <b>APARTADO U11022 Cerramientos</b>                        |  |          |        |                 |
| U11022010  | m Valla metálica<br>Valla metálica para acotamiento de espacios y contención de peatones formada por elementos autónomos normalizados de 2,50x1,10 m, amortizable en 5 usos, incluso montaje y desmontaje de los mismos según la normativa vigente.  | 30,000   | 4,25   | 127,50          |
| <b>TOTAL APARTADO U11022 Cerramientos.....</b>             |  |          |        | <b>127,50</b>   |
| <b>APARTADO U11024 Protección contra caídas</b>            |  |          |        |                 |
| U11024090  | m2 Protección de huecos tableros de madera<br>Protección de huecos horizontales con tableros de madera de dimensiones varias, incluso confección del tablero, colocación y desmontaje, según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie del hueco protegida.                       | 20,000   | 16,95  | 339,00          |
| U11024110  | m Barandilla de 90 cm de altura borde vaciado<br>Barandilla de 0,90 m de altura en protección de perímetro de vaciado formada por soportes metálicos y 3 tableros horizontales de madera (pasamanos, intermedio y plinto), incluidos el montaje y desmontaje de la misma, así como la p.p. de pequeño material, según normativa vigente. | 30,000   | 9,91   | 297,30          |
| U11024160  | m Cable seguridad cinturones<br>Cable de seguridad para anclaje de cinturones individuales, incluyendo montaje, desmontaje y p.p. de elementos complementarios, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.  | 20,000   | 4,73   | 94,60           |
| U11024180  | m2 Acero en plancha e=2 cm<br>Suministro e instalación de plancha de acero de 2 cm de espesor para cruces de zanjas y pozos.   | 5,000    | 67,88  | 339,40          |
| <b>TOTAL APARTADO U11024 Protección contra caídas.....</b> |  |          |        | <b>1.070,30</b> |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES T.DUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN  | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|--|--|----------|--------|-----------------|
| <b>APARTADO U11026 Seguridad contra incendios</b>            |  |          |        |                 |
| U11026030  | ud Extintor polvo seco 6 kg.<br>Extintor manual AFIG de polvo seco polivalente A,B,C,E de 6 kg colocado sobre soporte fijado a paramento vertical incluso p.p. de pequeño material, recargas y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones. | 1,000    | 44,97  | 44,97           |
| U11026040  | ud Extintor CO2 2 kg.<br>Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 34B, de 2 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según normativa vigente. Equipo con certificación AENOR.   | 1,000    | 60,87  | 60,87           |
| <b>TOTAL APARTADO U11026 Seguridad contra incendios.....</b> |  |          |        | <b>105,84</b>   |
| <b>APARTADO U11027 Seguridad en instalaciones eléctrica</b>  |  |          |        |                 |
| U11027010  | ud Instalación toma de tierra<br>Instalación de toma de tierra compuesta por cable de cobre y electrodo conectado a tierra en cuadros de electricidad, máquinas eléctricas, etc., incluso desmontaje.  | 3,000    | 251,36 | 754,08          |
| U11027030  | ud Diferencial 30 mA<br>Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 Ma.   | 1,000    | 236,16 | 236,16          |
| U11027040  | ud Cuadro eléctrico<br>Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico formado por armario con aparellaje fijo para alojamiento de aparatos.   | 1,000    | 143,94 | 143,94          |
| <b>TOTAL APARTADO U11027 Seguridad en instalaciones</b>      |  |          |        | <b>1.134,18</b> |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO U1102 PROTECCIONES COLECTIVAS.</b>      |  |          |        | <b>2.806,46</b> |
| <b>SUBCAPÍTULO U1103 HIGIENE Y BIENESTAR</b>                 |  |          |        |                 |



## PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO  | RESUMEN   | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE         |
|---|---|----------|--------|-----------------|
| <b>APARTADO U11031 Acometidas a casetas</b>             |   |          |        |                 |
| U11031010   | m Acometida eléctrica<br>Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa Compañía suministradora, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.   | 10,000   | 4,76   | 47,60           |
| U11031020   | m Acometida abastecimiento<br>Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua potable, según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.  | 10,000   | 93,02  | 930,20          |
| U11031030   | m Acometida saneamiento<br>Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal (pozo o imbornal), según normativa vigente de Canal de Isabel II, incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.  | 10,000   | 132,71 | 1.327,10        |
| <b>TOTAL APARTADO U11031 Acometidas a casetas.....</b>  |   |          |        | <b>2.304,90</b> |
| <b>APARTADO U11033 Locales prefabricados</b>            |   |          |        |                 |
| U11033010   | m2 Caseta módulos <6 m<br>Caseta modular ensamblable para comedor, vestuario y aseos en obras de duración menor de 6 meses formada por estructura de perfiles laminados en frío, cerramientos y cubierta de panel sandwich en chapa prelacada por ambas caras, aislamiento con espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con vidriería, rejas de protección y suelo con soporte de perflería, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios, incluso preparación de terreno, cimentación, soportes de hormigón HA-25 armado con acero B 500 S, placas de asfalto, conexión de instalaciones, transportes, colocación y desmontaje según normativa vigente, valorada en función del número óptimo de utilizaciones. | 60,000   | 50,83  | 3.049,80        |
| <b>TOTAL APARTADO U11033 Locales prefabricados.....</b> |   |          |        | <b>3.049,80</b> |

# PRESUPUESTOS PARCIALES

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CÓDIGO   | RESUMEN   | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE          |
|--|---|----------|--------|------------------|
| <b>APARTADO U11034 Equipamiento de locales prefabricados</b> |   |          |        |                  |
| U11034010  | m2 Amueblamiento provisional aseos<br>Amueblamiento provisional en local para aseos comprendiendo perchas, jaboneras, secamanos automático, espejos, portarrollos y cubo de basura totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado. | 20,000   | 10,80  | 216,00           |
| U11034020  | m2 Amueblamiento provisional vestuario<br>Amueblamiento provisional en local para vestuario comprendiendo taquillas individuales con llave, asientos prefabricados y espejos totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.       | 20,000   | 23,56  | 471,20           |
| U11034030  | m2 Amueblamiento provisional comedor<br>Amueblamiento provisional en local para comedor comprendiendo mesas, asientos, microondas y depósito para desperdicios totalmente terminado, incluso desmontaje y según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones y medida la superficie útil de local amueblado.                     | 20,000   | 8,94   | 178,80           |
| <b>TOTAL APARTADO U11034 Equipamiento de locales</b>         |   |          |        | <b>866,00</b>    |
| <b>APARTADO U11035 Varios</b>                                |   |          |        |                  |
| U11035020  | ud Material sanitario<br>Material sanitario para curas y primeros auxilios.   | 1,000    | 210,36 | 210,36           |
| U11035050  | ud Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo<br>Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según normativa vigente).  | 4,000    | 145,63 | 582,52           |
| U11035070  | h Mantenimiento locales<br>Mano de obra empleada en limpieza y conservación de locales e instalaciones para el personal (Peón).   | 20,000   | 15,36  | 307,20           |
| <b>TOTAL APARTADO U11035 Varios.....</b>                     |   |          |        | <b>1.100,08</b>  |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO U1103 HIGIENE Y BIENESTAR.....</b>      |   |          |        | <b>7.320,78</b>  |
| <b>TOTAL CAPÍTULO U110 SEGURIDAD Y SALUD.....</b>            |   |          |        | <b>12.225,26</b> |
| <b>TOTAL.....</b>  |   |          |        | <b>12.225,26</b> |

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO



## RESUMEN DE PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL

PROYECTO: ESS PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES TDUS. MECO (MADRID)

PROMOTOR: CANAL ISABEL II GESTIÓN, S.A.

16\_031-ESS\_01

| CAPITULO                 | RESUMEN                          |          | EUROS     | %      |
|--------------------------|----------------------------------|----------|-----------|--------|
| U110                     | SEGURIDAD Y SALUD .....          |          | 12.225,26 | 100,00 |
| -U1101                   | -PROTECCIONES INDIVIDUALES ..... | 2.098,02 |           |        |
| -U1102                   | -PROTECCIONES COLECTIVAS .....   | 2.806,46 |           |        |
| -U1103                   | -HIGIENE Y BIENESTAR .....       | 7.320,78 |           |        |
| TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL |                                  |          | 12.225,26 |        |

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de DOCE MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS  
( 12.225,26 €)

Madrid, a junio de 2017

EL AUTOR DEL PROYECTO  
(Técnico Competente)

  
Fdo. José Antonio Casella Torres  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 15.018