



**Proyecto de Construcción del Tratamiento  
de Caudales Aliviados y Mejoras  
Medioambientales en la EDAR Sur  
(T.M. Getafe)**

Tomo 04 de 08

Documento nº 1.- Memoria y Anejos IV  
Anejos 11 - 25

Autores del proyecto:  
Emilio Villar González / Néstor Nájera Canal

Madrid, Octubre de 2017

## ÍNDICE

### Tomo 01 de 08

#### **Documento nº 1.- Memoria y Anejos**

Memoria

Anejos

- Anejo nº 1.- Características principales del proyecto
- Anejo nº 2.- Datos previos
- Anejo nº 3.- Tramitación urbanística, ambiental y arqueológica
- Anejo nº 4.- Estudio de alternativas y justificación de la solución adoptada
- Anejo nº 5.- Cartografía y topografía
- Anejo nº 6.- Estudio geológico y geotécnico
- Anejo nº 7.- Cálculo del proceso
- Anejo nº 8.- Cálculos hidráulicos

### Tomo 02 de 08

- Anejo nº 9.- Cálculos estructurales

### Tomo 03 de 08

- Anejo nº 10.- Estudio de Seguridad y Salud

### Tomo 04 de 08

- Anejo nº 11.- Cálculos eléctricos
- Anejo nº 12.- Descripción del proceso constructivo
- Anejo nº 13.- Plan de obra
- Anejo nº 14.- Instrumentación y control
- Anejo nº 15.- Conexiones exteriores, servicios afectados y consultas
- Anejo nº 16.- Autorizaciones administrativas necesarias
- Anejo nº 17.- Relaciones del contratista con la dirección de obra
- Anejo nº 18.- Control de calidad de las obras



- Anejo nº 19.- Plan de gestión de residuos
- Anejo nº 20.- Medidas de seguridad en las instalaciones de Canal de Isabel II
- Anejo nº 21.- Señalización corporativa para instalaciones de Canal de Isabel II
- Anejo nº 22.- Reportaje fotográfico
- Anejo nº 23.- Prescripciones para la puesta en marcha
- Anejo nº 24.- Normativa para la redacción del manual de operación y mantenimiento
- Anejo nº 25.- Documentación a entregar por el contratista

#### **Tomo 05 de 08**

##### **Documento nº 2.- Planos (actuación 1)**

#### **Tomo 06 de 08**

##### **Documento nº 2.- Planos (actuaciones 2, 3 y 4)**

#### **Tomo 07 de 08**

##### **Documento nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas**

- A) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales
- B) Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- C) Especificaciones Técnicas

#### **Tomo 08 de 08**

##### **Documento nº 4.- Presupuestos**

- Mediciones auxiliares
- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuestos parciales
- Presupuestos generales

## DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA Y ANEJOS IV

## ANEJO Nº 11.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>POTENCIA INSTALADA. POTENCIA SIMULTÁNEA.....</b>	<b>6</b>
2.1	Balance de potencias para nuevo Centro de Transformación .....	8
2.1.1	<i>Diseño de nuevo Centro de Transformación .....</i>	<i>9</i>
<b>3</b>	<b>LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>10</b>
3.1	Acometida .....	10
3.2	Línea de media tensión centro de transformación .....	11
3.2.1	<i>Cables de alimentación individual de AT.....</i>	<i>11</i>
<b>4</b>	<b>CÁLCULOS DE INTENSIDADES Y CORTOCIRCUITOS .....</b>	<b>12</b>
4.1	Intensidad de alta tensión en nuevo CT Alivio .....	12
4.2	Intensidad en baja tensión en CT Alivio .....	13
4.3	Intensidad nominal en los nuevos CCM .....	13
4.4	Cortocircuitos en CT Alivio .....	14
4.4.1	<i>Observaciones.....</i>	<i>14</i>
4.5	Cortocircuito en el lado de alta tensión de CT Alivio .....	15
4.6	Cortocircuito en el lado de baja tensión de CT Alivio .....	15
4.6.1	<i><math>I_{cc}</math> en el extremo receptor de una unidad de alimentación con relación a la <math>I_{cc}</math> en el extremo de envío .....</i>	<i>16</i>
4.7	Dimensionado del embarrado.....	17
4.7.1	<i>Comprobación por densidad de corriente.....</i>	<i>18</i>
4.7.2	<i>Comprobación por sollicitación electrodinámica.....</i>	<i>18</i>
4.7.3	<i>Comprobación por sollicitación térmica .....</i>	<i>18</i>
<b>5</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE LA SUFICIENCIA DE LOS EMBARRADOS EN LOS CCM.....</b>	<b>18</b>
5.1	CCM Tratamiento de Caudales Aliviados .....	18
<b>6</b>	<b>SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN EN CT ALIVIO.....</b>	<b>22</b>
6.1	Alta tensión .....	22
6.1.1	<i>Ajuste del dispositivo térmico de los relés .....</i>	<i>23</i>
6.2	Baja tensión .....	24
<b>7</b>	<b>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS. ....</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA ASOCIADAS AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT ALIVIO .....</b>	<b>25</b>
9.1	Investigación de las características del suelo.....	25

9.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	25
9.3	Diseño preliminar de la instalación de tierra .....	26
9.3.1	<i>Tierra de protección .....</i>	26
9.3.2	<i>Tierra de servicio.....</i>	27
9.3.3	<i>Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....</i>	28
9.3.4	<i>Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación. ....</i>	29
9.3.5	<i>Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....</i>	29
9.3.6	<i>Cálculo de las tensiones aplicadas. ....</i>	30
9.3.7	<i>Investigación de tensiones transferibles al exterior.....</i>	31
9.3.8	<i>Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo .</i>	31
<b>10</b>	<b>CÁLCULO DE CONDUCTORES.....</b>	<b>31</b>
10.1	Cálculo por densidad de corriente .....	32
10.2	Cálculo por caída de tensión .....	32
10.3	Intensidad admisible .....	34
10.4	Conductores a emplear .....	34
10.5	Redes subterráneas para distribución en baja tensión.....	39
10.5.1	<i>Directamente enterrados.....</i>	39
10.5.2	<i>En canalizaciones entubadas .....</i>	39
10.5.3	<i>Galerías o zanjas registrables .....</i>	39
10.5.4	<i>En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared .....</i>	40
10.5.5	<i>Circuitos con cables en paralelo.....</i>	40
10.6	Instalaciones receptoras .....	40
10.6.1	<i>Sección y tipología de cables utilizados .....</i>	40
<b>11</b>	<b>CÁLCULO DE PROTECCIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>12</b>	<b>CÁLCULO DEL EQUIPO DE CORRECCIÓN DEL COSENO DE PHI .....</b>	<b>42</b>
12.1	Batería Fija.....	42
12.2	Batería variable .....	43
12.3	Justificación del tipo de condensador en función de la contaminación armónica.....	44
<b>13</b>	<b>CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS .....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>CÁLCULO DE ALUMBRADO.....</b>	<b>50</b>
14.1	Alumbrado interior.....	50
14.2	Alumbrado exterior .....	51
<b>15</b>	<b>ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>16</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA ELÉCTRICA.....</b>	<b>56</b>

<b>17</b>	<b>NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO .....</b>	<b>58</b>
-----------	---	-----------

**APÉNDICE 1.- BASES PARA ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

**APÉNDICE 2.- CÁLCULOS LUMÍNICOS**

**APÉNDICE 3.- ESTUDIO DE NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO**

## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se justifica la elección y disposición de los diferentes equipos eléctricos proyectados para la construcción del tratamiento de caudales aliviados y mejoras medioambientales en la EDAR Sur.

Para alimentar el nuevo centro de control de motores relacionado con el tratamiento de caudales aliviados (CCM Tratamiento Caudales Aliviados), se necesita un nuevo centro de transformación denominado CT Alivio, ya que el actual CT Pretratamiento (2x500kVA) no dispone de la potencia extra necesaria.

	
<p>CT Pretratamiento 2x500kVA actual</p>	<p>Cuadro de distribución 6,6kV en subestación.</p>

Estudios iniciales apuntan a que si se llevara a cabo una reforma futura del proceso de pretratamiento de la E.D.A.R, esto supondría un aumento del número de equipos mecánicos necesarios, y por tanto sería imprescindible para alimentar la instalación, el trabajo conjunto de dos transformadores de 630 kVA (2+1) funcionando el CT con un índice de carga del 60 %.

Teniendo en cuenta esto, se van a sobredimensionar algunos espacios eléctricos y ciertas partes de la instalación que se verán a lo largo de este documento.

Para generar las mínimas interferencias eléctricas en la red y armarios de distribución de media tensión de la planta (6,6 kV), se procede a utilizar la salida que alimenta al CT Pretratamiento para derivar hasta el nuevo CT, además dicho armario no admite una ampliación para la nueva salida por insuficiencia de espacio. Se ha estudiado utilizar la línea que alimenta al CT Pretratamiento desviándola hasta el nuevo CT Alivio, pero su sección resulta insuficiente, por lo que es necesario sustituirla por otra de mayor calibre.

En este nuevo CT Alivio, las celdas de media tensión compondrán un esquema de entrada, salida, protección general con disyuntor automático, medida y protección de transformadores. La celda de salida será exclusiva para devolver la alimentación al CT Pretratamiento. Las máquinas transformadoras serán dos de 630kVA unitarios, relación 6.6/0.42kV. Todos los componentes se ubicarán en un edificio de hormigón prefabricado, implantado junto al centro

de transformación de pretratamiento actual. Se prevé un cuadro de alarmas conectado a una fuente de alimentación segura, con salidas de alarma conectadas a PLC.

Se prevé la instalación tanto de un nuevo Cuadro de Distribución de baja tensión asociado a CT Alivio, como el nuevo CCM de Tratamiento de Caudales Aliviados que se instalarán en un nuevo edificio eléctrico a construir como prolongación del edificio de compresores de pretratamiento (queda enfrente del CT prefabricado, al otro lado del vial).

Para el resto de actuaciones que contempla el proyecto, se prevé ampliar los cuadros eléctricos existentes (zona digestión y zona espesado/tamizado) en los que se instalarán las protecciones de los nuevos actuadores.

La actuación de “nuevo aparcamiento” requiere ampliar la red de alumbrado exterior, para lo que se prevé un nuevo cuadro de alumbrado que se alimentará desde el cuadro de servicios de BT existente en el CT Pretratamiento. Se incluirán nuevas líneas para proteger y controlar el alumbrado del aparcamiento.

## 2 POTENCIA INSTALADA. POTENCIA SIMULTÁNEA.

Las diversas actuaciones a realizar en la EDAR que recoge éste proyecto, requieren la instalación de actuadores electromecánicos, y por tanto de alimentación eléctrica. A continuación se muestran las listas de cargas de los nuevos actuadores a instalar, agrupados en los CCMs desde los que se alimentarán.

El reparto de cargas en los CCMs sigue criterios de asociación por similitud de procesos, y queda como se describe a continuación:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
NUEVO CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS		61,00			266,15	261,39	182,97	
A1	Compuerta entrada canales	5	5	0,75	3,75	3,75	2,63	INVERSOR
A2	Reja de muy gruesos	5	5	13,98	69,90	69,90	48,93	FEEDER EXTRAIBLE
A3	Cinta transportadora	1	1	0,50	0,50	0,50	0,35	AD-2
A4	Unidad compactadora de residuos	1	1	7,50	7,50	7,50	5,25	INVERSOR
A5	Reja de sólidos medios	5	5	13,98	69,90	69,90	48,93	FEEDER EXTRAIBLE
A6	Cinta transportadora	1	1	0,50	0,50	0,50	0,35	AD-2
A7	Unidad compactadora de residuos	1	1	7,50	7,50	7,50	5,25	INVERSOR
A8	Compuerta entrada canales tamizado	10	10	0,75	7,50	7,50	5,25	INVERSOR
A9	Tamices	10	10	4,00	40,00	40,00	28,00	AD-3
A10	Cinta transportadora	2	2	0,50	1,00	1,00	0,70	AD-2
A11	Unidad compactadora de residuos	2	2	7,50	15,00	15,00	10,50	INVERSOR
A12	Compuerta salida canales tamizado	10	10	0,75	7,50	7,50	5,25	INVERSOR
A13	Bomba de vaciados	1	1	5,50	5,50	5,50	3,85	AD-4
A14	Polipastos	2	0	2,38	4,76	0,00	0,00	FEEDER EXTRAIBLE
A15	Puente grúa con cuchara bivalva	1	1	5,90	5,90	5,90	4,13	FEEDER EXTRAIBLE
A16	Compuerta emergencia canal alivio	1	1	11,04	11,04	11,04	7,73	FEEDER EXTRAIBLE
A17	Bombeo de pluviales	2	2	1,70	3,40	3,40	2,38	AD-4
A18	Varios	1	1	5,00	5,00	5,00	3,50	FEEDER EXTRAIBLE



Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
		10,00			29,50	29,50	20,65	
<b>AMPLIACIÓN CCM TAMIZADO FANGOS</b>								
B1	Tamiz de fangos	6	6	1,10	6,60	6,60	4,62	FEEDER EXTRAIBLE
B2	Cinta transportadora	2	2	2,20	4,40	4,40	3,08	AD-2
B3	Unidad compactadora de residuos	1	1	7,50	7,50	7,50	5,25	INVERSOR
B4	Ventilador desodorización (vía biológica)	1	1	11,00	11,00	11,00	7,70	FEEDER EXTRAIBLE

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA INSTALADA	POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	POTENCIA SIMULTANEA	TIPO SALIDA S/3311
		Ud	Ud	Kw	Kw	Kw	Kw	
		3,00			4,50	3,00	2,10	
<b>AMPLIACIÓN CCM DIGESTIÓN</b>								
C1	Soplantes gasómetro	3	2	1,50	4,50	3,00	2,10	FEEDER EXTRAIBLE

**NOTA:** las compuertas con tipo de salida INVERSOR son actuadores todo-nada (abierto/cerrado) controladas mediante maniobra cableada con botonera de campo; las compuertas de regulación con salida tipo FEEDER o ALIM. FIJA son actuadores con capacidad de regulación (%apertura ajustable).

Tipos de salidas (según ET 3311):

Tipo AD: arranque directo hasta 10kW

- Subtipo AD-1: arranque directo
- Subtipo AD-2: arranque directo con limitador de par
- Subtipo AD-3: arranque directo con limitador de par y sonda térmica
- Subtipo AD-4: arranque directo con protección por sonda térmica y sonda de humedad

Tipo AS: arranque mediante arrancador electrónico para motores de potencias comprendidas entre 10kW y 18,5kW

Tipo AE: arranque mediante arrancador estático a partir de 18,5kW

Tipo VF: arranque mediante variador de frecuencia

- Subtipo VF-1: arranque mediante VF simple, con protección por sonda térmica

Tipo ALIMENTACIÓN FIJA: salida de alimentación fija (1-monofásica, 2-trifásica)

Tipo FEEDER EXTRAÍBLE: alimentación directa tetrapolar extraíble

El siguiente sumatorio de potencias contiene únicamente los nuevos equipos a instalar en las obras:

#### TOTALES

Nº DE RECEPTORES DE LA AMPLIACIÓN	<b>74</b>	Ud.
POTENCIA INSTALADA EN LA AMPLIACIÓN	<b>300,15</b>	kW
POTENCIA INST. EFECTIVA EN LA AMPLIACIÓN	<b>293,89</b>	kW

### 2.1 Balance de potencias para nuevo Centro de Transformación

Se prevé la construcción de un nuevo CT para alimentar el cuadro eléctrico del CCM Tratamiento de caudales aliviados, ya que la potencia disponible en el actual CT Pretratamiento resulta insuficiente, como se puede comprobar a continuación.

Se expone primeramente la situación actual de potencia disponible en CT Pretratamiento y reparto de la misma:

#### CT PRETRATAMIENTO

nº trafos	2
Potencia unitaria	500 kVA
Potencia total	1000 kVA
Intensidad	1443,42 A

#### CGBT PRETRATAMIENTO DEMANDAS ACTUALES (s/datos Explotación)

Ed. Personal	63 A
Soplantes	800 A
Rejas	250 A
Alumbrado	100 A
Taller	100 A
<b>TOTAL</b>	<b>1313 A</b>

Como se observa, la demanda de consumo -según datos de explotación- está bastante cerca de la potencia total que el CT Pretratamiento ofrece.

A continuación analizamos la demanda de consumos existentes introduciendo el nuevo CCM:

NUEVA NECESIDAD DE POTENCIA			
	P.INST EFECTIVA	CON FDP=0,85	CON FDP= 1
Fuerza existente	773,2 kW	1313 A	1116,05 A
CCM Trat. Aliviados	261,39 kW	443,86 A	377,28 A
TOTAL		1756,86 A	1493,33 A
		Resulta insuficiente	Resulta insuficiente

Como se puede observar, ambas intensidades obtenidas son superiores a la que puede aportar el CT Pretratamiento que se ha calculado anteriormente y tiene un valor de 1443, 42 A. Por tanto se concluye que es necesario realizar un nuevo centro de transformación.

### 2.1.1 Diseño de nuevo Centro de Transformación

Se presenta a continuación el diseño del nuevo centro denominado CT Alivio, que asumirá las cargas del CCM de tratamiento de caudales aliviados, que presenta el siguiente balance de potencia:

#### TOTALES

Nº DE RECEPTORES (CT Alivio)	61	Ud.
POTENCIA INSTALADA	266,15	kW
POTENCIA INSTALADA EFECTIVA	261,39	kW
POTENCIA SIMULTANEA	182,97	kW

Por tanto, la potencia base a considerar para el cálculo del centro de transformación es la potencia instalada efectiva, de 261,39 kW.

Aplicando a este último valor un coeficiente de simultaneidad de 0,7 (debido a que no todos los equipos funcionarán a la vez y a que las potencias indicadas son nominales), considerando un factor de potencia de 0,8 para estar preparados ante un eventual fallo de las baterías de condensadores, y contando con una reserva de potencia del 25% se obtiene lo siguiente:

#### CALCULO DEL TRANSFORMADOR

POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)	266,15	kW
Potencia instalada efectiva	261,39	kW
Potencia simultanea	182,97	kW
Desclasificación 18% potencia por equipos VF	0,00	kW
Reserva 25%	45,74	kW
TOTAL POTENCIA (kW)	228,72	kW

Coseno de Fi	0,85	
Nº de trafos activos	1,00	Ud
Potencia necesaria total (kVA)	269,08	kVA
Potencia necesaria por trafo (KVA)	269,08	kVA
Potencia disponible por trafo (KVA)	<b>630</b>	kVA
Potencia disponible total de transformación (KVA)	<b>2uds x 630kVA (1+1)</b>	
Porcentaje de utilización del CT (sin reserva)	34	%

Para la configuración y diseño de máquinas del centro de transformación se ha tenido en cuenta el siguiente requerimiento del Pliego:

El número de transformadores y su potencia serán los siguientes:

Si la potencia punta de consumo es inferior a 100 KVA se instalará un único transformador cuya potencia, como mínimo, será la máxima punta de consumo.

Si la potencia punta de consumo está comprendida entre cien (100) y seiscientos treinta (630) KVA., el número de transformadores será dos (2) y la potencia conjunta el doble de la punta de consumo, dejando uno en reserva del otro.

En el caso de que la potencia punta de consumo sea igual o superior a seiscientos treinta (630) KVA., el número de transformadores será tres (3) y la potencia conjunta un cincuenta por ciento (50%) superior a la punta de consumo, dejando uno en reserva de los otros dos.

El caso que nos ocupa se sitúa en el segundo escenario, que requiere la instalación de dos máquinas transformadoras –una en reserva-.

No obstante, como se ha comentado al comienzo de este anejo, la instalación eléctrica del CT será sobredimensionada para una futura ampliación o mejora de la E.D.A.R, es por eso por lo que se instalarán máquinas de 630kVA y se deja espacio reserva en el centro para poder instalar a futuro un tercer transformador.

### 3 LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

#### 3.1 Acometida

Existe una Línea de Media Tensión aérea de 45kV que alimenta toda la red MT de la planta, y es considerada válida. Esta línea está constituida por conductor reglamentario, diseñado para ser capaz de transportar la potencia máxima requerida las instalaciones.

La acometida a 45kV no sufrirá modificaciones. No se prevé ninguna actuación en la subestación de la planta.

### 3.2 Línea de media tensión centro de transformación

Desde el embarrado de distribución a 6,6kV de la subestación hasta el nuevo centro de transformación, se ha estudiado reutilizar la acometida que actualmente alimenta al CT Pretratamiento. Esta línea, según documentación del proyecto *1er Modificado del Proyecto de Construcción de la EDAR "SUR" (Madrid)*, se compone de EPRONAX-HFA 6/10kV Al 3x(1x70)mm<sup>2</sup>. Según los cálculos del apartado 3.2.1 no resulta válida, por lo que se sustituirá por una línea HEPRZ1 6/10 KV Al de 3x(1 x 240) mm<sup>2</sup>.

Para alimentar el CT Pretratamiento, se ha previsto una celda de salida de línea en el nuevo CT Alivio desde la que arrancará una nueva línea HEPRZ1 6/10kV 3x(1x70mm<sup>2</sup>) que llega hasta él, donde se conectará a la celda de entrada existente (que queda libre tras haber desconectado la acometida original).

La justificación de las líneas subterráneas se centra exclusivamente en el cálculo de la sección del conductor a emplear.

El diseño de dicha línea se hará según las exigencias de Canal de Isabel II y el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09 (RD 223/2008).

#### 3.2.1 Cables de alimentación individual de AT

##### Alimentación al nuevo CT Alivio

Cable existente de alimentación al actual CT Pretratamiento: Tipo de cable EPRONAX-HFA 6/10 KV Al de 1 x 70 mm<sup>2</sup>.

Intensidad admisible en régimen permanente 25 °C = 165 A

$$I = \frac{S_{total}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{2890 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 6,6 \text{ KV}} = 252,81 \text{ A}$$

Siendo:

$S_{total}$  = potencia de todos los CTs a alimentar (CT Pretratamiento + CT Alivio) = 500kVAx2 + 630kVAx3 = 2890kVA

NOTA: para el cálculo del cable se cuenta con la capacidad total del nuevo CT diseñado (proyecto actual + ampliación futuro), es decir con 3 posiciones de máquinas de 630kVA.

U= tensión de línea= 6,6kV

$$170 \text{ A} < 252,81 \text{ A}$$

Por lo que el cable actual no resulta suficiente.

Es necesario sustituirlo por otro de tipo HEPRZ1 6/10 KV Al de 1 x 240 mm<sup>2</sup>

Intensidad admisible en régimen permanente a 25 °C instalación tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1m de profundidad = 345 A

$$345 \text{ A} > 252,81 \text{ A}$$

Por lo que es correcto utilizar la sección elegida de  $240 \text{ mm}^2$ .

### **Alimentación al CT Pretratamiento**

Tipo de cable HEPRZ1 6/10 KV Al de  $1 \times 70 \text{ mm}^2$

Intensidad admisible en régimen permanente a  $25^\circ\text{C}$  instalación tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1m de profundidad = 170 A

$$I = \frac{S_{total}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{1000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \times 6,6 \text{ KV}} = 87,47 \text{ A}$$

Siendo:

$P_{total}$  = potencia CT Pretratamiento =  $500\text{kVA} \times 2 = 1000\text{kVA}$

U= tensión de línea= 6,6kV

$$170 \text{ A} > 87,47 \text{ A}$$

Por lo que es correcto utilizar la sección elegida de  $70 \text{ mm}^2$ .

Se estudiará poder aprovechar el actual cable EPRONAX-HFA 6/10 KV Al de  $1 \times 70 \text{ mm}^2$ , si durante la fase de obra se considera en buen estado.

## **4 CÁLCULOS DE INTENSIDADES Y CORTOCIRCUITOS**

### **4.1 Intensidad de alta tensión en nuevo CT Alivio**

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA = 630 kVA

U = Tensión compuesta primaria en kV = 6,6 kV

$I_p$  = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ip (A)
630	55,11

#### 4.2 Intensidad en baja tensión en CT Alivio

En un sistema trifásico la intensidad secundaria Is viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA = 630kVA

Wfe = Pérdidas en el hierro = 1300W

Wcu = Pérdidas en los arrollamientos = 6500W

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,4 kV

Is = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Is (A)
630	898,07

Por esta razón la intensidad del interruptor de baja tensión asociado a cada transformador será 4P x 1000A.

#### 4.3 Intensidad nominal en los nuevos CCM

##### CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS

La intensidad nominal viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{1,732 \times V_s \times \cos \phi}$$

Donde:

P = potencia en CCM Tratamiento Caudales Aliviados = 261,39 kW

Vs = tensión secundaria en KV=0,4 kV

Is = intensidad secundaria en A

$\cos\phi$  = factor de potencia de la instalación=0,85

Sustituyendo los valores la intensidad nominal es:

$$I_s = 444,39 \text{ A.}$$

El calibre del interruptor general del centro de control de motores será de 630A.

#### 4.4 Cortocircuitos en CT Alivio

##### 4.4.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión intermedia de la planta que se establece en base al cortocircuito resultante en el secundario de los transformadores de distribución de 45/6,6kV de 2500kVA unitarios.

##### 4.4.1.1 Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado primario, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{1,732 \times V_p} \quad (3.3.2.a)$$

donde:

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito de la red en MVA

$V_p$  = tensión de servicio en kV (6,6kV)

$I_{ccp}$  = corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{1,732 \times E_{cc} \times V_s} \quad (3.3.2.b)$$

donde:

$S$  = potencia del transformador en kVA

$E_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador

$V_s$  = tensión secundaria en V

$I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito en KA



#### 4.5 Cortocircuito en el lado de alta tensión de CT Alivio

En este caso, como en la planta existe una red de distribución de tensión superior, calcularemos la potencia de cortocircuito que pueden aportar los transformadores de aguas arriba del estudiado.

La intensidad de cortocircuito en el lado primario a 6600 V será, según la fórmula 3.3.2.b, la que aporten en su secundario los transformadores de distribución:

$$I_{ccs} = \frac{S}{1,732 \times E_{cc} \times V_s} = \frac{2500kVA}{1,732 \times 6\% \times 6600V} = 3,64 \text{ kA aportados por cada transformador}$$

Como la subestación se compone de 4 máquinas transformadoras, se estudiará el caso en el que todas trabajan en paralelo, por lo que se obtiene una Icc máxima de 14,58kA.

Las celdas de Media Tensión tienen una capacidad de soporte del cortocircuito de 20kA durante 1 s, lo que supera el valor que se puede presentar y queda protegido.

#### 4.6 Cortocircuito en el lado de baja tensión de CT Alivio

En este punto se analizarán las intensidades de cortocircuito que deberán soportar los diferentes interruptores de acometida al Cuadro General de Baja Tensión, así como la intensidad a soportar por su embarrado.

Para un transformador de 630 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 400 V.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión con 400 V será, según la fórmula 3.3.2.b:

$$I_{ccs} = \frac{S}{1,732 \times E_{cc} \times V_s} = 22,73 \text{ kA aportados por cada transformador}$$

La aparamenta de acometida al CGBT Alivio deberá como mínimo soportar el anterior valor de cortocircuito. En cuanto al embarrado del nuevo cuadro general de Baja Tensión, aunque se disponen enclavamientos para impedir su funcionamiento en paralelo, se va a diseñar el cuadro teniendo en cuenta:

La previsión de una futura ampliación de la E.D.A.R en la que se serían necesarios tres (3) transformadores de 630 kVA (2+1).

La posibilidad de que a futuro los tres transformadores puedan funcionar en paralelo.

En este caso el embarrado y las salidas del cuadro deberán tener capacidad para soportar la aportación simultanea de la red a través de las tres máquinas, es decir  $3 \times 22,73 = 68,19\text{kA}$ . En este valor no se ha tenido en cuenta la atenuación que produce la impedancia asociada a los puentes de baja tensión.

La capacidad de cortocircuito del Cuadro General de Baja Tensión Nuevo es de 70kA, por lo que se cumple el valor de cortocircuito aportado por ambos transformadores.

El paso de alimentación de red a una posible alimentación de grupo será con paso por cero, por lo que al no funcionar en paralelo con la red no hay que tenerlo en cuenta para dimensionar la capacidad de cortocircuito del embarrado.

Los cuadros secundarios asociados a máquinas o cuadros locales de alumbrado y usos se diseñarán para soportar una capacidad de cortocircuito de 16 kA.

La repercusión en el lado de M.T. del cortocircuito en B.T. será despreciable, para demostrarlo realizaremos el cálculo:

$$I_{cc_r} = \frac{V_{BT}}{V_{MT} \times 10^3} \times I_{cc_{BT}} = \frac{400}{6,6 \times 10^3} \times 22,73 = 1.37 kA$$

Por lo que un cortocircuito en el lado de B.T. no afectará a la instalación de M.T.

#### 4.6.1 $I_{cc}$ en el extremo receptor de una unidad de alimentación con relación a la $I_{cc}$ en el extremo de envío

En los esquemas TN conectados a tierra, un cortocircuito a tierra, en principio, siempre suministrará corriente suficiente para hacer funcionar un dispositivo de sobreintensidad.

Las impedancias de la fuente y la alimentación principal son muy inferiores a las de los circuitos de la instalación, por lo que cualquier restricción en la magnitud de las corrientes de defecto a tierra se deberá principalmente a los conductores de la instalación (los cables largos flexibles a los aparatos aumentan en gran medida la impedancia de “bucle de defecto”, con la correspondiente reducción de la corriente de cortocircuito).

Se ha utilizado el “método de la composición”, que es una estimación de la corriente de cortocircuito en el extremo remoto de un bucle, cuando se conoce el nivel de la corriente de cortocircuito en el extremo cercano del bucle.

Este método permite determinar la corriente de cortocircuito al final de un bucle a partir del valor conocido del cortocircuito en el extremo de envío, por medio de la siguiente fórmula aproximada:

$$I = I_{sc} \frac{U}{U + Z_s \cdot I_{sc}}$$

donde

$I_{sc}$  = corriente de cortocircuito aguas arriba.

$I$  = corriente de cortocircuito al final del bucle.

$U$  = tensión de fase nominal del sistema.

$Z_s$  = impedancia del bucle.

Las siguientes tablas proporcionan un valor rápido y suficientemente preciso de una corriente de cortocircuito en un punto de la red, conociendo:

El valor de la corriente de cortocircuito aguas arriba del punto en cuestión.

La longitud y composición del circuito entre el punto donde se conoce el nivel de corriente de cortocircuito y el punto donde hay que calcular el nivel.

Cobre 230 V / 400 V		Longitud del circuito (en metros)																					
sección de conduct. fase (mm²)																							
1,5																							
2,5		1,3 1,8 2,6 3,6 5,2 7,3 10,3 14,6 21																					
4		1,1 1,5 2,1 3,0 4,3 6,1 8,6 12,1 17,2 24 34																					
6		1,2 1,7 2,4 3,4 4,9 6,9 9,7 13,7 19,4 27 39 55																					
10		1,8 2,6 3,6 5,2 7,3 10,3 14,6 21 29 41 58 82																					
16		2,2 3,0 4,3 6,1 8,6 12,2 17,2 24 34 49 69 97 137																					
25		1,7 2,4 3,4 4,9 6,9 9,7 13,8 19,4 27 39 55 78 110 155 220																					
35		1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,8	15,2	21	30	43	61	86	121	172	243	343					
47,5		1,9	2,7	3,8	5,3	7,5	10,6	15,1	21	30	43	60	85	120	170	240	340	480					
70		1,8 2,6 3,6 5,1 7,2 10,2 14,4 20 29 41 58 82 115 163 231 326 461																					
95		2,7 3,8 5,3 7,5 10,7 15,1 21 30 43 60 85 120 170 240 340																					
120		2,6 3,6 5,1 7,2 10,2 14,5 20 29 41 58 82 115 163 231 326 461																					
150		1,6	2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	12,9	18,3	26	37	52	73	103	146	206	291	412					
185		1,2	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	9,9	14,0	19,8	28	40	56	79	112	159	224	317	448				
240		1,5	2,1	2,9	4,2	5,9	8,3	11,7	16,6	23	33	47	66	94	133	187	265	374	529				
300		1,8	2,6	3,7	5,2	7,3	10,3	14,6	21	29	41	58	83	117	165	233	330	466	659				
2 x 120		2,2	3,1	4,4	6,2	8,8	12,4	17,6	25	35	50	70	99	140	198	280	396	561					
2 x 150		2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	12,9	18,3	26	37	52	73	103	146	206	292	412	583					
2 x 185		2,5	3,5	5,0	7,0	9,9	14,0	19,8	28	40	56	79	112	159	224	317	448	634					
553 x 120		2,9	4,2	5,9	8,3	11,7	16,6	23	33	47	66	94	133	187	265	375	530	749					
3 x 150		3,4	4,9	6,9	9,7	13,7	19,4	27	39	55	77	110	155	219	309	438	619						
3 x 185		3,7	5,3	7,5	10,5	14,9	21	30	42	60	84	119	168	238	336	476	672						
I <sub>cc</sub> aguas arriba (en kA)		4,4	6,2	8,8	12,5	17,6	25	35	50	70	100	141	199	281	398	562							
I <sub>cc</sub> aguas abajo (en kA)																							
100		93	90	87	82	77	70	62	54	45	37	29	22	17,0	12,6	9,3	6,7	4,9	3,5	2,5	1,8	1,3	0,9
90		84	82	79	75	71	65	58	51	43	35	28	22	16,7	12,5	9,2	6,7	4,8	3,5	2,5	1,8	1,3	0,9
80		75	74	71	68	64	59	52	47	40	34	27	21	16,3	12,2	9,1	6,6	4,8	3,5	2,5	1,8	1,3	0,9
70		66	65	63	61	58	55	49	44	38	32	26	20	15,8	12,0	8,9	6,6	4,8	3,4	2,5	1,8	1,3	0,9
60		57	56	55	53	51	48	44	39	35	29	24	20	15,2	11,6	8,7	6,5	4,7	3,4	2,5	1,8	1,3	0,9
50		48	47	46	45	43	41	38	35	31	27	22	18,3	14,5	11,2	8,5	6,3	4,6	3,4	2,4	1,7	1,2	0,9
40		39	38	38	37	36	34	32	30	27	24	20	16,8	13,5	10,6	8,1	6,1	4,5	3,3	2,4	1,7	1,2	0,9
35		34	34	33	33	32	30	29	27	24	22	18,8	15,8	12,9	10,2	7,9	6,0	4,5	3,3	2,4	1,7	1,2	0,9
30		29	29	29	28	27	27	25	24	22	20	17,3	14,7	12,2	9,8	7,6	5,8	4,4	3,2	2,4	1,7	1,2	0,9
25		25	24	24	24	23	22	21	19,1	17,4	15,5	13,4	11,2	9,2	7,3	5,6	4,2	3,2	2,3	1,7	1,2	0,9	
20		20	20	19,4	19,2	18,8	18,4	17,8	17,0	16,1	14,9	13,4	11,8	10,1	8,4	6,8	5,3	4,1	3,1	2,3	1,7	1,2	0,9
15		14,8	14,8	14,7	14,5	14,3	14,1	13,7	13,3	12,7	11,9	11,0	9,9	8,7	7,4	6,1	4,9	3,8	2,9	2,2	1,6	1,2	0,9
10		9,9	9,9	9,8	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	8,9	8,5	8,0	7,4	6,7	5,9	5,1	4,2	3,4	2,7	2,0	1,5	1,1	0,8
7		7,0	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,4	6,2	6,0	5,6	5,2	4,7	4,2	3,6	3,0	2,4	1,9	1,4	1,1	0,8
5		5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4,0	3,7	3,4	3,0	2,5	2,1	1,7	1,3	1,0	0,8
4		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,1	2,9	2,6	2,2	1,9	1,6	1,2	1,0	0,7
3		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,1	1,9	1,6	1,4	1,1	0,9	0,7	
2		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,6
1		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5

#### I<sub>cc</sub> en CCM Tratamiento de caudales Aliviados

Según lo anterior, entrando a las tablas con un nivel de 70kA, y seleccionando el conductor de 2x150mm<sup>2</sup> y 20m, tenemos que la I<sub>cc</sub> aguas abajo del mismo será de 49kA.

Por tanto se adopta una capacidad de cortocircuito de 50kA para el CCM Tratamiento de Caudales Aliviados.

#### 4.7 Dimensionado del embarrado

Como resultado de los ensayos que se realizarán a las celdas de media tensión no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo se justifican los valores que se indican tanto en la memoria como en las placas de características de las celdas.

#### **4.7.1 Comprobación por densidad de corriente**

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada.

#### **4.7.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica**

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante protocolo de ensayo.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 50kA.

#### **4.7.3 Comprobación por sollicitación térmica**

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante protocolo de ensayo.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 20kA 1 segundo.

### **5 JUSTIFICACIÓN DE LA SUFICIENCIA DE LOS EMBARRADOS EN LOS CCM**

Se ha diseñado el nuevo CCM teniendo en cuenta las curvas limitantes de energía e intensidad de la protección de entrada del cuadro, de esta manera se protegen los embarrados y la totalidad del cuadro ante cualquier cortocircuito eventual.

Las marcas mencionadas serán únicamente exigibles para el estudio realizado por el contratista. El estudio realizado en este proyecto sirve solamente como dato de partida para el contratista de la obra, quien lo actualizará a las condiciones de la misma, a la hora de realizarla.

#### **5.1 CCM Tratamiento de Caudales Aliviados**

El nuevo CCM de tratamiento de caudales aliviados está diseñado dentro de la gama Okken del fabricante Schneider, con una intensidad asignada admisible ( $I_{cw}$ ) 1 s de 50kA; este cuadro está protegido en cabeza por un interruptor automático NSX630N (Schneider).

#### **Limite intensidad máxima real (kA):**

Siguiendo el procedimiento de la norma IEC 61439-1, obtenemos el valor de intensidad de pico ( $I_{pk}$ ) de la siguiente manera:

$$I_{pk_{\text{cuadro}}} = I_{cw_{\text{cuadro}}} \cdot n$$

Siendo "n" dependiente del valor rms del cortocircuito (en kA)

Valor rms del cortocircuito (en kA)	$\cos\varphi$	n
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
<b><math>20 &lt; I \leq 50</math></b>	<b>0,25</b>	<b>2,1</b>
$50 < I$	0,2	2,2

En este caso particular, el cortocircuito que soporta el cuadro es de 50kA, obteniendo así un valor de  $n = 2,1$ . Tenemos entonces:

$$I_{pk_{\text{cuadro}}} = I_{cw_{\text{cuadro}}} \cdot n = 50 \cdot 2,1 = 105 \text{ kA}$$

Este valor obtenido mediante fórmulas, es inferior al valor probado en ensayos de laboratorio, ya que el fabricante garantiza hasta 110kA de intensidad asignada de pico tanto en los embarrados horizontales como en los verticales para la gama seleccionada.

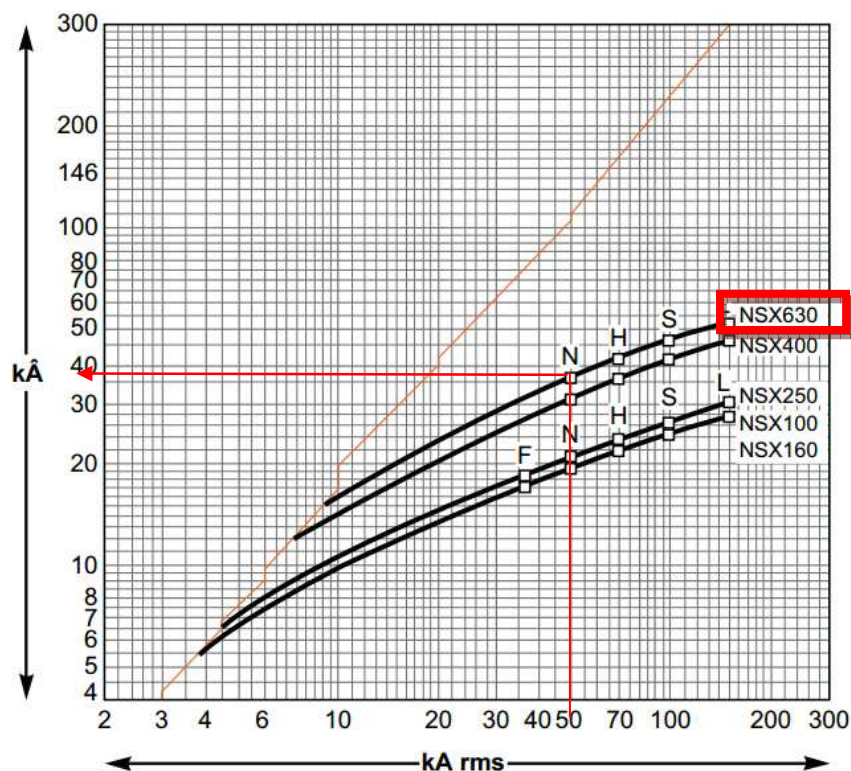
Curva de limitación de intensidad de un interruptor automático



### Curvas de limitación de intensidad

Tensión 400/440 Vca

Intensidad de cortocircuito limitada (kA máxima)



Mediante selección gráfica podemos estimar el valor de la intensidad de pico correspondiente con el interruptor automático seleccionado y comprobar si es capaz de proteger al CCM estudiado.

Se ha optado por un NSX630N de 50kA rms, que alcanza un valor de 37kA pico.

Para que el cuadro seleccionado resulte adecuado respecto a la limitación máxima real, se debe cumplir la siguiente premisa:

$$I_{pk_{cuadro}} > I_{pk_{interruptor}}$$

$$110kA > 37kA$$

Por lo que el cuadro queda protegido de la intensidad de pico máxima.

#### Límite de esfuerzo térmico (A<sup>2</sup>s):

Corresponde con la energía disipada por el cortocircuito en un conductor con una resistencia de 1Ω.

Este valor de energía específica pasante que resiste el cuadro, se puede calcular mediante:

$$I^2 \cdot t = I^2 c w_{cuadro} \cdot t \text{ (generalmente } t=1s)$$

$$50.000^2 \cdot 1 = 250 \cdot 10^7 \text{ kA}^2\text{s}$$

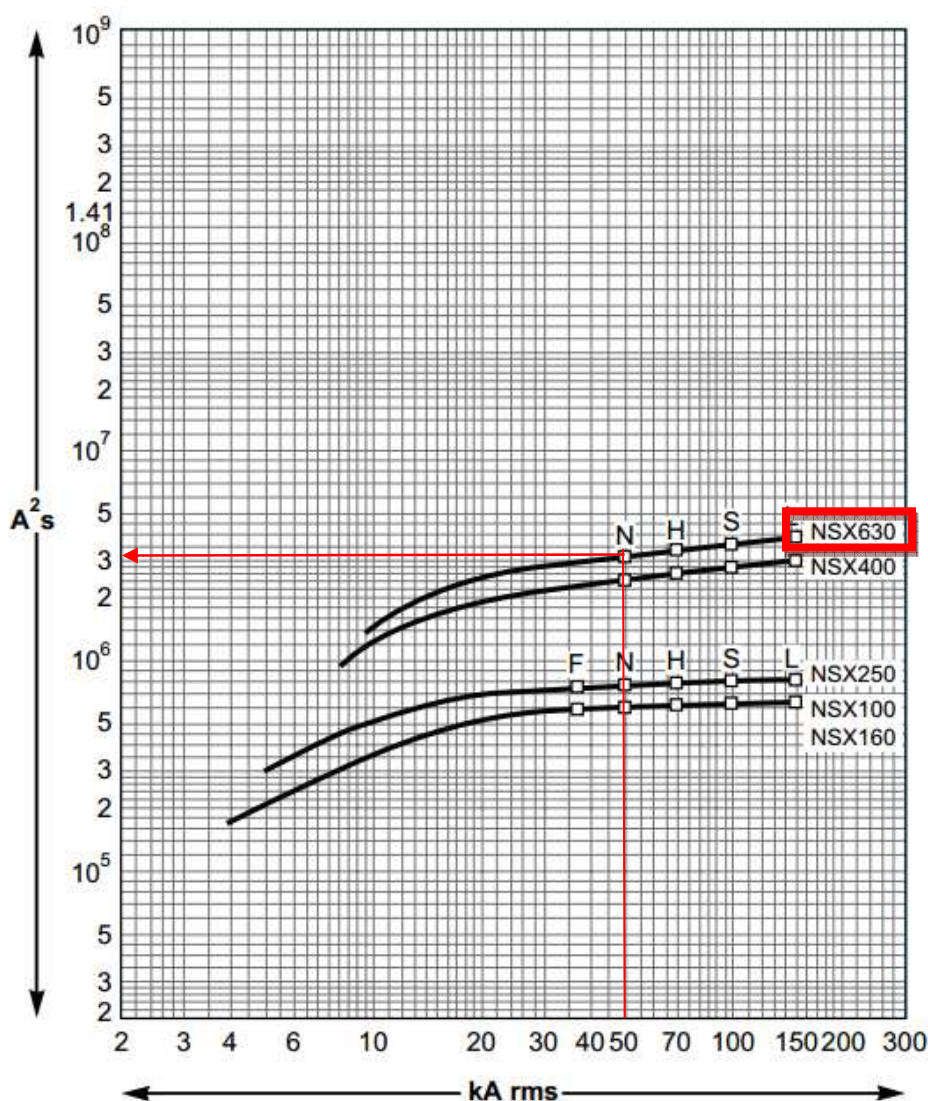
### Curva de limitación en energía

Mediante selección gráfica se estudia a continuación el valor del esfuerzo térmico que el disyuntor de cabeza es capaz de proteger partiendo del modelo seleccionado:

### Curvas de limitación de energía

Tensión 400/440 Vca

Energía limitada



Partiendo del mismo modelo que en el caso de la curva de limitación de intensidad, un NSX630N de 50kA rms, se comprueba en la gráfica que protege a valores superiores de  $3 \cdot 10^6 \text{ kA}^2\text{s}$ .

Para que el cuadro seleccionado resulte adecuado respecto a la limitación de esfuerzo térmico, se debe cumplir la siguiente premisa:

$$I^2cw_{\text{cuadro}} \cdot t > I^2cw_{\text{interruptor}} \cdot t$$

$$250 \cdot 10^7 \text{ kA}^2\text{s} > 3 \cdot 10^6 \text{ kA}^2\text{s}$$

Al verificar el rendimiento del cuadro respecto a limitación de intensidad máxima (kA) y a esfuerzo térmico (kA<sup>2</sup>s), se concluye que el cuadro en general y los embarrados en particular están **protegidos** por el interruptor seleccionado.

## 6 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN EN CT ALIVIO

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se realiza en el cuadro de interruptor general de baja tensión (IGBT).

### 6.1 Alta tensión

La protección de los transformadores se realiza mediante interruptor automático.

Este interruptor automático será un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, siendo éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

A continuación se describen algunas características de la celda de protección:

- Celda de protección con interruptor automático motorizado en SF6; 400 A; 7,5kV; 20kA 1seg, con:
  - Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes
  - Seccionador en SF6.
  - Mando CS1 manual.
  - Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre), tensión de 7,5 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 20 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
  - Mando RI motorizado de acumulación de energía
  - Contactos auxiliares 1A+1C+1conmutado
  - Indicadores de presencia de tensión
  - Embarrado de puesta a tierra.
  - Seccionador de puesta a tierra.



- 3 Transformadores toroidales para la medida de corriente.
- Relé destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:
  - Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente
  - Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente, imagen térmica (49rms)
  - Protección de puesta a tierra de neutro (50G)
  - Medida de las distintas corrientes de fase
  - Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io).
- Enclavamiento por cerradura impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda no se ha cerrado previamente.

Además se ha previsto protección diferencial regulable en tiempo y sensibilidad.

#### 6.1.1 Ajuste del dispositivo térmico de los relés

El dispositivo térmico se ajustará como máximo conforme a los siguientes valores de temperatura, tomando como temperatura máxima ambiente de 40 °C.

- Transformadores en éster vegetal:
  - Alarma 90°C.
  - Disparo 100°C.

Los relés de sobreintensidad, si los hubiere, se ajustarán conforme a los siguientes valores y tiempos de actuación, procurando mantener la selectividad con las protecciones aguas arriba y aguas abajo.

- Relé de sobreintensidad de fase (50-51):

Intensidad de arranque un 40 % por encima de la intensidad primaria.

Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor  $K = 0.1$ .

Disparo Instantáneo por encima del valor de la corriente de inserción de los transformadores y del valor de la intensidad debida a un cortocircuito en el lado de baja tensión, y por debajo de la corriente de cortocircuito primaria. Por lo general se ajustará a 22 veces la intensidad nominal para potencias hasta 1000 kVA, y a 18 veces para potencias superiores.

Relé de sobreintensidad de tierra (50N-51N):

Intensidad de arranque al 40 % de la intensidad de arranque de fase para potencias hasta 1000 kVA y al 20 % para potencias superiores.

Curva Inversa según IEC, con índice de tiempo o factor  $K = 0.1$ .

Disparo Instantáneo ajustado a 4 veces la intensidad de arranque de tierra.

## 6.2 Baja tensión

La salida de Baja Tensión de cada transformador se protegerá mediante un interruptor automático regulable. La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como máximo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados 4.2 y 4.6 respectivamente. Se han seleccionado interruptores de 1000A 4P y 50kA.

Esta protección mediante interruptores, denominada Interruptores Generales de Baja Tensión (IGBT) estará en un cuadro eléctrico que se instalará lo más próximo posible a las salidas del secundario de los transformadores, en el mismo edificio prefabricado. Este cuadro protegerá los puentes de baja tensión, desde la salida de BT de los transformadores hasta el CGBT.

## 7 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Las rejillas de ventilación del edificio modular prefabricado seleccionado están diseñadas y dispuestas sobre las paredes y puertas de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma RU 1303A, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado seleccionado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en Labein con número de informe 96.406-1-E.

Al elegir un montaje donde las máquinas transformadoras se instalan en el mismo lado del edificio prefabricado que pueden concentrar el calor en esa zona, se ha previsto como medida adicional el instalar ventiladores extractores controlados por termostato.

## 8 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
630	520
630	520

El recinto en que se ubica cada transformador, va a disponer de una cuba de recogida de aceite. Será de hormigón totalmente estanca con una capacidad mínima de 520 litros, diseñadas para recoger en su interior todo el aceite del transformador. La parte superior dispone de una bandeja apagafuegos de acero perforada y cubierta por grava.

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 600 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

## 9 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA ASOCIADAS AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT ALIVIO

### 9.1 Investigación de las características del suelo

Se deberá realizar una investigación de las características del suelo, para conocer la resistividad del mismo.

Se determina la resistividad media superficial de 150 Ohm·m. a falta de confirmación de este valor.

### 9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de Media Tensión, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 0.5s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \, \Omega \text{ y } X_n = 5.7 \, \Omega \quad \text{Con} \quad |Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{s(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 2025.79 \, A$ , valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 2228 A.

### 9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### 9.3.1 Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,0572 \, \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,00345 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

#### Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14mm y una longitud de 2.00m Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

#### 9.3.2 Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,073 \, \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,012 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

#### Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida

contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $=37 \times 0,650$ ).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 9.3.7.

### 9.3.3 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

#### TIERRA DE PROTECCIÓN:

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r * \sigma$$

Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{\max} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$U_{\max} = 6600V$$

Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d * R_t$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega m$$

$$K_r = 0,0572 \Omega / (\Omega m)$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 8,6 \Omega$$

$$I_d = 369,32 A$$

$$U_d = 3176,20 V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 10.000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

#### **TIERRA DE SERVICIO:**

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0,073 \cdot 150 = 11 \, \Omega$$

que vemos que es inferior a 37  $\Omega$ .

#### **9.3.4 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.**

Se construirá alrededor del CT una acera de 1,5 metros de ancho. Al menos en aquellas partes de la fachada donde existan elementos metálicos (puertas, rejillas, etc.), la acera dispondrá de mallazo embebido, de 30x30 cm y con al menos 10 cm de hormigón sobre el mismo. Dicho mallazo será de 1 metro de longitud montado desde el cerramiento vertical. Tanto el mallazo de la acera como los elementos metálicos mencionados (puertas, ventanas, rejillas de ventilación, etc.) se conectarán a la tierra de protección.

Con esta disposición se conseguirá que la persona que se disponga a acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparecerá el riesgo inherente a la tensión de paso y contacto exterior.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_{p \text{ ext.}} = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0,00345 \cdot 150 \cdot 369,32 = 191,12 \, V$$

#### **9.3.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.**

El piso de los Centros de transformación estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad de éstos.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 8,6 \cdot 1120,98 = 3176,2 \text{ V}$$

### 9.3.6 Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.5 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 204 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$U_{ca}$  = Tensiones de contacto aplicada = 204 V

$R_{a1}$  = Resistencia del calzado = 2.000  $\Omega \cdot m$

$\sigma$  = Resistividad del terreno = 150  $\Omega \cdot m$

$\sigma_h$  = Resistividad del hormigón = 3.000  $\Omega \cdot m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 12036 \text{ V}$$

$$U_{p(\text{acceso})} = 29478 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- o en el exterior:



$$U_p = 191,12 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 12036 \text{ V.}$$

- o en el acceso al C.T.:

$$U_d = 3176 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 29478 \text{ V.}$$

### 9.3.7 Investigación de tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{\min}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi}$$

con:

$$\sigma = 150 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$I_d = 369,32 \text{ A}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 8,82 \text{ m}$$

### 9.3.8 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado.

No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

## 10 CÁLCULO DE CONDUCTORES

Los conductores se han calculado teniendo en cuenta las indicaciones señaladas en el Real Decreto 842/2.002, en los apartados correspondientes.

Según se indica en dicha normativa, hay tres criterios que han de satisfacer simultáneamente los cables de Baja Tensión:

Criterio de la intensidad máxima admisible o calentamiento.

Criterio de caída de tensión.

Criterio de la intensidad de cortocircuito.

El criterio de la intensidad de cortocircuito aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito. Por esta razón los criterios que se han empleado para definir los cables de Baja Tensión del presente proyecto han sido los criterios de intensidad máxima admisible y el criterio de caída de tensión.

### 10.1 Cálculo por densidad de corriente

La intensidad se ha obtenido de las fórmulas:

$$I_n = \frac{K \times P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \alpha} \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

$$I_n = \frac{P}{U} \quad \text{Para líneas monofásicas}$$

Donde:

I	=	Intensidad de corriente en amperios
K	=	Coeficiente de carga
K	=	1,8 para lámparas de descarga
K	=	1,0 para las demás cargas
P	=	Potencia activa en vatios
U	=	Tensión de servicio, en voltios
U	=	400 V para líneas trifásicas
U	=	230 V para líneas monofásicas
cos $\phi$	=	0,85

### 10.2 Cálculo por caída de tensión

La caída de tensión se ha calculado por las fórmulas:

$$\Delta U = \frac{K \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Para líneas trifásicas}$$

$$\Delta U = \frac{2 \times K \times P \times L}{C \times S \times U} \quad \text{Para líneas monofásicas}$$

Donde:

$\Delta U$	=	Caída de tensión del tramo en voltios
K	=	Coeficiente por tipo de carga
K	=	1,8 para lámparas de descarga
K	=	1 para las demás cargas
K	=	1,25 para motores
K	=	1,3 para batería de condensadores estándar
K	=	1,7 para batería de condensadores reforzados
P	=	Potencia activa transportada, en vatios
L	=	Longitud de la línea en metros
C	=	Conductibilidad del cobre
S	=	Sección del conductor de fase en mm <sup>2</sup>
U	=	Tensión entre fases en voltios
U	=	400 V para líneas trifásicas
U	=	230 V para líneas monofásicas

Cálculo de la conductividad del cobre:

$$C = 1/\rho$$

$$\rho_t = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

C = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_t$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$C_u = 0.018$$

$$A_I = 0.029$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0.00392$$

$$AI = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

Tmax = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Según el apartado 2.2.2. de la Instrucción ITC-BT-19, la caída de tensión en una instalación que cuenta con transformador propio se calcula desde las bornas de BT del mismo pudiendo llegar a ser del 6,5% para la fuerza y del 4,5% para alumbrado y usos.

### 10.3 Intensidad admisible

Los cálculos han sido realizados, siempre del lado de la seguridad y cumpliendo con lo prescrito en el Real Decreto 842/2.002. Para instalaciones enterradas en zanja en el interior de tubos o similares (ITC-BT-07 3.1.3), para determinar la intensidad admisible de los conductores se ha considerado un coeficiente de seguridad de  $k=0,8$ .

Este coeficiente es aplicado para todo el trazado del conductor siempre que la conducción tenga alguna parte subterránea, puesto que los cables se prevén sin empalmes y es la condición de diseño más restrictiva.

Además los cables se dimensionan para que puedan soportar un 25 % más de la intensidad nominal prevista para cumplir con la ITC-BT-47, que exige esta condición para la instalación de motores.

### 10.4 Conductores a emplear

A continuación se incluyen las tablas de caídas de tensión de cada componente de la instalación:

#### DE C.T. ALIVIO a C.G.D.

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia	535,50	KW
-Longitud	30,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	3,00	Cu
-Seccion unitaria	240,00	mm2
-Seccion total	720,00	mm2
-Caída de tension	0,32	%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	1092,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	910,40	A.

#### DE C.G.D. ALIVIO A CCM Tratamiento caudales aliviados

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia	261,39	kW
-Longitud	20,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	2,00	Cu
-Seccion unitaria	150,00	mm2
-Seccion total	300,00	mm2
-Caída de tension	0,25	%
-Intensidad maxima admisible conductor (con corrección)	726,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	444,39	A.
-Longitud total de conductor de fase	120,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	40,00	m.

#### CÁLCULO BATERÍA DE CONDENSADORES VARIABLE (C.G.D. ALIVIO)

-Tipo de conductor	RZ1-k Cu 0,6/1kV	KV
-Longitud	10,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	3,00	
-Seccion unitaria	120,00	mm2
-Seccion total	360,00	mm2
-Intensidad máxima admisible conductor (con corrección)	942,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	441,69	A.
-Longitud total de conductor de fase	90,00	m.

NOTA: la batería lleva un interruptor de protección de 800A

**CÁLCULO BATERÍA DE CONDENSADORES FIJA (transformador)**

-Tipo de conductor	RZ1-k Cu 0,6/1kV	KV
-Longitud	10,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	1,00	
-Seccion unitaria	25,00	mm2
-Seccion total	25,00	mm2
-Intensidad máxima con factor de corrección	110,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	64,81	A.
-Longitud total de conductor de fase	30,00	m.

NOTA: Se instalarán 2 uds., una para cada transformador. Cada batería lleva un interruptor de protección de 80 A

**DE C.C.M. TAMIZADO A Cuadro provisional tamizado fangos**

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia	43,90	KW
-Longitud	15,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	1,00	Cu
-Seccion unitaria	35,00	mm2
-Seccion total	35,00	mm2
-Caída de tension	0,24	%
-Intensidad máxima admisible conductor	144,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	72,92	A.
-Longitud total de conductor de fase	45,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	15,00	m.

**DE C.G.B.T. a Cuadro Alumbrado**

-Tipo de conductor	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	KV
-Potencia	30,00	KW
-Longitud	15,00	m
-Tension	400,00	V.
-Nº de cables POR FASE	1,00	Cu
-Seccion unitaria	35,00	mm2
-Seccion total	35,00	mm2
-Caída de tension	0,17	%
-Intensidad máxima admisible conductor	144,00	A.
-Intensidad soportada por el conductor	49,83	A.
-Longitud total de conductor de fase	45,00	m.
-Longitud total de conductor en neutro	15,00	m.

INSTALACIÓN DESDE CUADRO CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS A RECEPTORES

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)
	NUEVO CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS													
A1	Compuerta entrada canales	0,75	5,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	165,00	825,00	400,00	0,29	0,86	1,28	35,20
A2	Reja de muy gruesos	13,98	5,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	160,00	800,00	400,00	3,18	3,74	23,77	48,00
A3	Cinta transportadora	0,50	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	160,00	160,00	400,00	0,19	0,75	0,85	35,20
A4	Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	155,00	155,00	400,00	1,65	2,22	12,75	48,00
A5	Reja de sólidos medios	13,98	5,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	145,00	725,00	400,00	2,88	3,44	23,77	48,00
A6	Cinta transportadora	0,50	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	145,00	145,00	400,00	0,17	0,74	0,85	35,20
A7	Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	145,00	145,00	400,00	1,54	2,11	12,75	48,00
A8	Compuerta entrada canales tamizado	0,75	10,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	150,00	1500,00	400,00	0,27	0,83	1,28	35,20
A9	Tamices	4,00	10,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	150,00	1500,00	400,00	1,42	1,98	6,80	35,20
A10	Cinta transportadora	0,50	2,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	140,00	280,00	400,00	0,17	0,73	0,85	35,20
A11	Unidad compactadora de residuos	7,50	2,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	140,00	280,00	400,00	1,49	2,06	12,75	48,00
A12	Compuerta salida canales tamizado	0,75	10,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	170,00	1700,00	400,00	0,30	0,87	1,28	35,20
A13	Bomba de vaciados	5,50	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	150,00	150,00	400,00	1,95	2,52	9,35	35,20
A14	Polipastos	2,38	2,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	160,00	320,00	400,00	0,90	1,47	4,05	35,20
A15	Puente grúa con cuchara bivalva	5,90	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	170,00	170,00	400,00	2,37	2,94	10,03	35,20
A16	Compuerta emergencia canal alivio	11,04	1,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	170,00	170,00	400,00	2,67	3,23	18,77	48,00
A17	Bombeo de pluviales	1,70	2,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	220,00	440,00	400,00	0,89	1,45	2,89	35,20
A18	Varios	5,00	1,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	30,00	30,00	400,00	0,85	1,42	8,50	20,00

INSTALACIÓN DESDE CUADRO CCM TAMIZADO FANGOS A RECEPTORES

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A)
	AMPLIACIÓN CCM TAMIZADO FANGOS												
B1	Tamiz de fangos	1,10	6,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	30,00	400,00	0,19	1,69	1,87	20,00
B2	Cinta transportadora	2,20	2,00	2,50	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	2,50	30,00	400,00	0,38	1,88	3,74	20,00
B3	Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	30,00	400,00	0,53	2,03	12,75	35,20
B4	Ventilador desodorización (vía biológica)	11,00	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	20,00	400,00	0,52	2,02	18,70	35,20

INSTALACIÓN DESDE CUADRO PROVISIONAL TAMIZADO FANGOS A RECEPTORES

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Tipo de cable	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Longitud Total (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A)
	<b>CUADRO PROVISIONAL TAMIZADO FANGOS</b>													
B1	Tamiz de fangos	1,10	3,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	80,00	240,00	400,00	0,21	1,71	1,87	35,20
B2	Cinta transportadora	1,10	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	80,00	80,00	400,00	0,21	1,71	1,87	35,20
B3	Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	80,00	80,00	400,00	1,42	2,92	12,75	35,20
B4	Bomba de retorno fangos a espesado	22,00	2,00	10,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	10,00	85,00	170,00	400,00	2,66	4,16	37,40	48,00
B5	Agitadores depósitos fangos tamizados	2,50	4,00	6,00	RZ1-K Cu 0,6/1 kV	1,00	6,00	85,00	340,00	400,00	0,50	2,00	4,25	35,20

INSTALACIÓN DESDE CUADRO CCM DIGESTIÓN A RECEPTORES

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Sección cable (mm.2)	Nº cables por fase	Seccion total por fase (mm2)	Longitud Unitaria (m.)	Tension (v.)	Caída de Tensión Parc.(%)	Caída de Tensión Tot.(%)	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A)
	<b>AMPLIACIÓN CCM DIGESTIÓN</b>											
C1	Soplantes gasómetro	1,50	3,00	2,50	1,00	2,50	135,00	400,00	1,15	2,65	2,55	20,00



## **10.5 Redes subterráneas para distribución en baja tensión**

Para los cables instalados en instalación enterrada se ha aplicado lo dispuesto por el reglamento de baja tensión en su ITC-BT-07.

### **10.5.1 Directamente enterrados**

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.

Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

### **10.5.2 En canalizaciones entubadas**

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

### **10.5.3 Galerías o zanjas registrables**

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación.

No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua, si se puede asegurar que en caso de fuga, el agua no afecte a los

demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua, y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de baja tensión, de alta tensión, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

estanqueidad de los cierres

buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor

#### 10.5.4 En bandejas, soportes, palomillas o directamente sujetos a la pared

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas y en la parte interior de edificios, no sometida a la intemperie, y en donde el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurra el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

#### 10.5.5 Circuitos con cables en paralelo

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

emplear conductores del mismo material, sección y longitud.

los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

### 10.6 Instalaciones receptoras

También se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-19: "Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales".

Asimismo, se ha cumplido la Tabla referente a las secciones mínimas de los conductores de fase respectivos.

TABLA V. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
Sección del conductor de fase de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima del conductor de protección (mm <sup>2</sup> )
S < 16	S
16 < S < 35	16
S > 35	S/2

#### 10.6.1 Sección y tipología de cables utilizados

Como secciones mínimas de conductores se han adoptado las siguientes:

- Cables de alimentación a Motores: 2,5 mm<sup>2</sup>
- Cables de alimentación a Cuadros locales de alumbrado: 6 mm<sup>2</sup>

- Cables de alimentación a tomas de corriente: 2,5 mm<sup>2</sup>
- Cables de alimentación a puntos de alumbrado: 1,5 mm<sup>2</sup>
- Cables de alimentación del alumbrado exterior: 6 mm<sup>2</sup>
- Cables de mando y control: 1,5 mm<sup>2</sup>

Los conductores proyectados son de los tipos siguientes:

- Cables de Cuadro General de Baja Tensión a CCM: RZ1-0,6/1 KV
- Cables de Cuadro General a Cuadros Locales: RZ1-06/1 KV
- Cables de Cuadros de Fuerza a motores y equipos: RZ1-0,6/1 KV
- Cables para alimentaciones con variador: RC4Z1-K 0,6/1KV
- Cables para instrumentación: RC4Z1-K (señales analógicas) y RZ1-K (señales digitales)
- Cables para mando: RZ1-K

## 11 CÁLCULO DE PROTECCIONES

Se ha calculado la protección magnética y térmica para cada receptor con el fin de proporcionar unas condiciones seguras de trabajo en la instalación, que permitan la máxima vida útil de los equipos, evitando fallos prematuros y costes adicionales.

Se presenta a continuación una tabla que contiene las protecciones para cada motor, seleccionadas a partir de la intensidad de cálculo obtenida tras multiplicar por el coeficiente 1,25 la intensidad nominal (Intensidad conductor, obtenida según se indica en el punto 10.1).

INSTALACIÓN DESDE CUADRO CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS A RECEPTORES

	RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A.)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (I <sub>min</sub> -I <sub>max</sub> ) (A)
							Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo	
NUEVO CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS												
A1	Compuerta entrada canales	0,75	5,00	1,28	35,20	1,59	1,6	D	300	AC	1-1,6	
A2	Reja de muy gruesos	13,98	5,00	23,77	48,00	29,71	40	D	30	AC	-	
A3	Cinta transportadora	0,50	1,00	0,85	35,20	1,06	1,6	D	300	AC	0,63-1	
A4	Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	12,75	48,00	15,94	16	D	300	AC	12-18	
A5	Reja de sólidos medios	13,98	5,00	23,77	48,00	29,71	40	D	30	AC	-	
A6	Cinta transportadora	0,50	1,00	0,85	35,20	1,06	1,6	D	300	AC	0,63-1	
A7	Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	12,75	48,00	15,94	16	D	300	AC	12-18	
A8	Compuerta entrada canales tamizado	0,75	10,00	1,28	35,20	1,59	1,6	D	300	AC	1-1,6	
A9	Tamices	4,00	10,00	6,80	35,20	8,50	10	D	300	AC	6-10	
A10	Cinta transportadora	0,50	2,00	0,85	35,20	1,06	1,6	D	300	AC	0,63-1	
A11	Unidad compactadora de residuos	7,50	2,00	12,75	48,00	15,94	16	D	300	AC	12-18	
A12	Compuerta salida canales tamizado	0,75	10,00	1,28	35,20	1,59	1,6	D	300	AC	1-1,6	
A13	Bomba de vaciados	5,50	1,00	9,35	35,20	11,69	12,5	D	300	AC	6-10	
A14	Polipastos	2,38	2,00	4,05	35,20	5,06	6,3	C	30	AC	-	
A15	Puente grúa con cuchara bivalva	5,90	1,00	10,03	35,20	12,54	16	C	30	AC	-	
A16	Compuerta emergencia canal alivio	11,04	1,00	18,77	48,00	23,46	25	C	30	AC	-	
A17	Bombeo de pluviales	1,70	2,00	2,89	35,20	3,61	4	D	300	AC	2,5-4	
A18	Varios	5,00	1,00	8,50	20,00	10,63	12,5	D	30	AC	-	

INSTALACIÓN DESDE CUADRO CCM TAMIZADO FANGOS A RECEPTORES

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-lmax) (A)
						Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo	
AMPLIACIÓN CCM TAMIZADO FANGOS											
B1 Tamiz de fangos	1,10	6,00	1,87	20,00	2,34	2,5	50	C	30	AC	-
B2 Cinta transportadora	2,20	2,00	3,74	20,00	4,68	6,3	50	D	300	AC	2,5-4
B3 Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	12,75	35,20	15,94	16	50	D	300	AC	12-18
B4 Ventilador desodorización (vía biológica)	11,00	1,00	18,70	35,20	23,38	25	50	D	300	AC	-

INSTALACIÓN DESDE CUADRO PROVISIONAL TAMIZADO FANGOS A RECEPTORES

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-lmax) (A)
						Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo	
CUADRO PROVISIONAL TAMIZADO FANGOS											
B1 Tamiz de fangos	1,10	3,00	1,87	35,20	2,34	2,5	50	C	30	AC	-
B2 Cinta transportadora	1,10	1,00	1,87	35,20	2,34	2,5	50,00	D	300	AC	1,6-2,5
B3 Unidad compactadora de residuos	7,50	1,00	12,75	35,20	15,94	16	50,00	D	300	AC	12-18
B4 Bomba de retorno fangos a espesado	22,00	2,00	37,40	48,00	46,75	63	50,00	D	300	AC	30-40
B5 Agitadores depósitos fangos tamizados	2,50	4,00	4,25	35,20	5,31	6,3	50,00	D	300	AC	4-6

INSTALACIÓN DESDE CUADRO CCM DIGESTIÓN A RECEPTORES

RECEPTORES	Potencia unitaria (kW)	Nº de elementos instalados	Intensidad conductor (A.)	Intensidad admisible conductor (A)	Intensidad de cálculo (A)	Protección magnetotérmica			Protección diferencial		Regulación térmica (Imin-lmax) (A)
						Int. nominal (A)	Poder corte (kA)	Curva (tipo)	Sensibilidad (mA)	Tipo	
AMPLIACIÓN CCM DIGESTIÓN											
C1 Soplares gasómetro	1,50	3,00	2,55	20,00	3,19	4	50	C	30	AC	-

## 12 CÁLCULO DEL EQUIPO DE CORRECCIÓN DEL COSENO DE PHI

### 12.1 Batería Fija

Compensará la potencia reactiva que el transformador absorbe continuamente para crear su campo magnético.

Para la estimación de la batería fija se supone que la potencia a compensar es del 5% de la potencia aparente del transformador. Dado que los transformadores que se van a equipar son de 630kVA, la potencia de la batería fija será de 20kVar.

Se ha dispuesto una batería para cada transformador directamente conectada a las bornas de Baja Tensión de cada transformador.

Deberán estar enclavadas eléctricamente con la apertura de la celda correspondiente de protección de AT de cada transformador, a fin de evitar descargas. El contratista también podrá contemplar el asegurar la tensión de maniobra para la desconexión automática de las mismas.

### CÁLCULO BATERÍA DE CONDENSADORES FIJA (Red)

-Potencia	31,50	Kw
-Tensión nominal	400,00	V
-Factor de potencia inicial	0,85	
-Factor de potencia final	1,00	Cu
-Potencia necesaria	19,52	KVAr
-Potencia seleccionada	<b>20,00</b>	KVAr
-Escalones	1x20	

Nota: la batería lleva un interruptor de protección de 80 A 3P

## 12.2 Batería variable

Se ha previsto la instalación de un equipo corrector de factor de potencia, que se conectará al nuevo CGBT y estará dimensionado para las condiciones de cargas que cuelgan de éste.

En dicho dimensionamiento se excluyen las cargas que usan para su accionamiento variadores de frecuencia, ya que en ellos el factor de potencia es muy próximo a la unidad.

Los datos de partida para el cálculo son:

Tensión nominal:  $V = 400 \text{ V}$

Factor de potencia inicial:  $\cos \varphi_1 = 0,85$

Potencia activa (descontando equipos con VF):  $P_n$  en kW

Factor de potencia final:  $\cos \varphi_2 = 1$

La potencia reactiva inicial de la instalación es:

$$Q_1 = P \operatorname{tg} \varphi_1$$

La potencia reactiva final deberá ser:

$$Q_2 = P \operatorname{tg} \varphi_2$$

El equipo de condensadores deberá suministrar una potencia capacitativa tal que:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

Teniendo:

$$\cos \varphi_1 = 0,85 \quad \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,59$$

$$\cos \varphi_2 = 1 \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = 0$$

A continuación se incluye el sumatorio de potencia activa a tener en cuenta para el diseño del equipo de compensación automático:

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	EQUIPOS INSTALADOS	EQUIPOS EN FUNCIONAM.	POTENCIA UNITARIA	P. ACTIVA A COMPENSAR
		Ud	Ud	Kw	kW
		61,00			261,39
NUEVO CCM TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS					
A1	Compuerta entrada canales	5	5	0,75	3,75
A2	Reja de muy gruesos	5	5	13,98	69,90
A3	Cinta transportadora	1	1	0,50	0,50
A4	Unidad compactadora de residuos	1	1	7,50	7,50
A5	Reja de sólidos medios	5	5	13,98	69,90
A6	Cinta transportadora	1	1	0,50	0,50
A7	Unidad compactadora de residuos	1	1	7,50	7,50
A8	Compuerta entrada canales tamizado	10	10	0,75	7,50
A9	Tamices	10	10	4,00	40,00
A10	Cinta transportadora	2	2	0,50	1,00
A11	Unidad compactadora de residuos	2	2	7,50	15,00
A12	Compuerta salida canales tamizado	10	10	0,75	7,50
A13	Bomba de vaciados	1	1	5,50	5,50
A14	Polipastos	2	0	2,38	0,00
A15	Puente grúa con cuchara bivalva	1	1	5,90	5,90
A16	Compuerta emergencia canal alivio	1	1	11,04	11,04
A17	Bombeo de pluviales	2	2	1,70	3,40
A18	Varios	1	1	5,00	5,00

Cálculos de los equipos de compensación de potencia reactiva:

#### **CÁLCULO BATERÍA DE CONDENSADORES VARIABLE (C.G.D. ALIVIO)**

-Potencia	261,39	kW
-Tensión nominal	400,00	V
-Factor de potencia inicial	0,85	
-Factor de potencia final	1,00	Cu
-Potencia necesaria	161,99	kVAr
-Potencia seleccionada	<b>180,00</b>	kVAr
-Escalones	20+4x40	

Nota: la batería lleva un interruptor de protección de 630A 3P

Se instalará una batería variable de 180kVA (20+4x40).

Para el resto de actuaciones menores, se consideran válidos y suficientes los equipos de compensación existentes en la planta, por lo que la potencia reactiva de los motores asociados a nuevas actuaciones en tamizado y digestión quedará compensada.

### **12.3 Justificación del tipo de condensador en función de la contaminación armónica**

Debido a la gran problemática que existe en los ámbitos industriales por contaminación armónica, resulta necesaria una justificación del tipo de condensador a instalar pudiendo ser:

condensador estándar, condensador reforzado (dieléctrico y mayoración de tensión) o condensador reforzado con filtro de rechazo (189Hz), según ET 3322.

Los datos necesarios para el cálculo son:

$Q_c$  = Potencia de la batería de condensadores al 100%.

$S_t$  = Potencia aparente de transformadores conectados simultáneamente.

$S_{nl}$  = Potencia aparente de cargas no lineales conectadas simultáneamente.

La potencia de la batería de condensadores deberá mayorarse en caso que la tensión nominal de los mismos sea superior a la de servicio, a fin de mantener la capacidad de compensación reactiva requerida.

Analizamos a continuación el caso para la nueva batería a instalar en la ampliación de la zona de fangos.

Los datos de partida para el cálculo son:

$Q_c = 180 \text{ kVAr}$

$S_t = 630 \text{ kVA}$

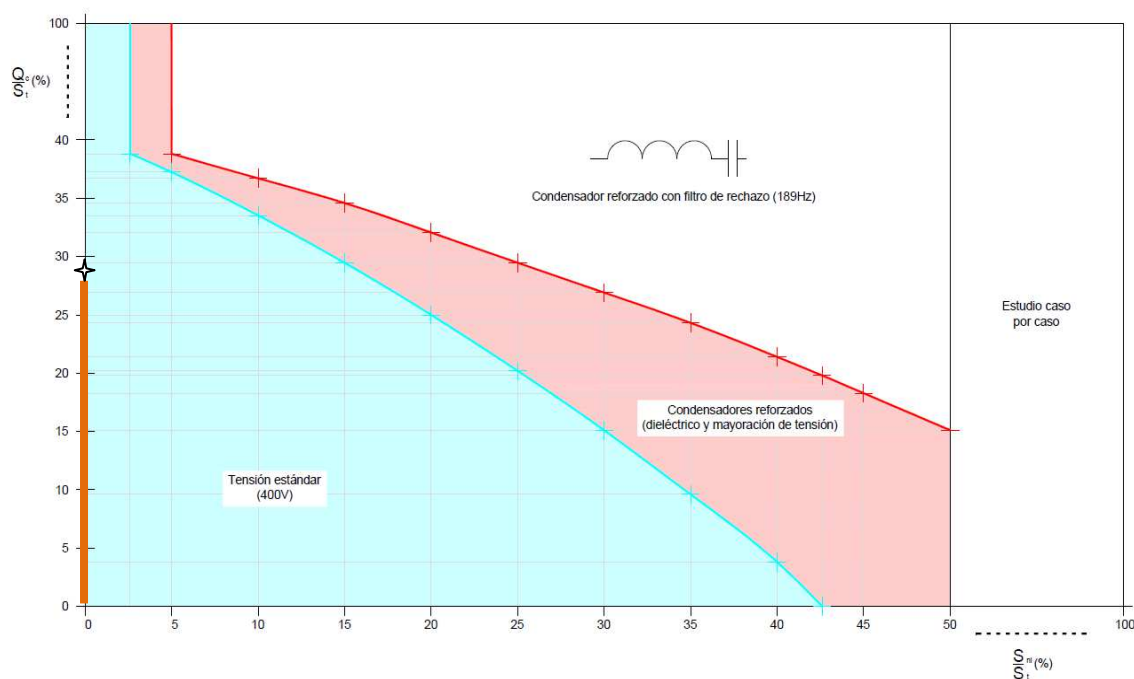
$S_{nl} = 0 \text{ kVA}$  (equipos accionados mediante VF en CCM Tratamiento caudales aliviados)

Aplicando la siguiente formula obtenemos los valores buscados

$$Q_c/S_t (\%) = 180/630 \cdot 100 = 28,57 \%$$

$$S_{nl}/S_t (\%) = 0/630 \cdot 100 = 0 \%$$

Dibujamos los valores obtenidos en los ejes de la siguiente gráfica (según ET 3322):



$S_{1Q}^{con} (%)$	2,6	5	10	15	20	25	30	35	40	42,6	45	50
$S_{1Q}^c (%)$	38,82	37,24	33,53	29,47	25,00	20,20	15,10	9,60	3,80	0,00	-	-
$S_{1Q}^c (%)$	-	38,82	36,71	34,59	32,06	29,47	26,91	24,31	21,39	19,80	18,28	15,10

Se observa, que para este caso particular, nos encontramos dentro de la zona azul, por lo que no será necesario un refuerzo de los condensadores ni mayoración de tensión. Se empleará un condensador con una tensión estándar de 400 V.

### 13 CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

Se han diseñado sistemas parciales de red de tierras para las nuevas construcciones contempladas en el presente proyecto, entre ellas los canales de tratamiento de caudales aliviados, el nuevo edificio eléctrico junto al edificio de soplates y la desodorización junto a espesadores.

Las redes de tierras proyectadas serán conectadas a la ya existente en la planta mediante arquetas registrables, para sumarse a su poder de protección y así asegurar la equipotencialidad de las nuevas instalaciones.

Se considera que la planta dispone de un sistema de red de tierras en buen estado y suficiente para proteger las instalaciones existentes. No obstante, el ofertante se asegurará del buen funcionamiento de las mismas.

La red de tierras para dichas ampliaciones se ha proyectado basándose en los siguientes elementos:



Actuación Tratamiento de caudales aliviados:

- 11 picas de acero cobrizado de 2 m de longitud.
- 285 m de cable de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup> de sección.
- Sensibilidad de los interruptores de protección diferencial.

Actuación Tamizado de fangos primarios:

- 2 picas de acero cobrizado de 2 m de longitud.
- 30 m de cable de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup> de sección.
- Sensibilidad de los interruptores de protección diferencial.

Para el proyecto de la red de tierras se ha considerado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción ITC-BT-18, de "Instalaciones de puestas a tierra" y, para los cálculos, el apartado 9, "Resistencia de las tomas de tierra" en el que se incluyen las siguientes tablas:

**Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno**

<b>Naturaleza terreno</b>	<b>Resistividad en Ohm.m</b>
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

**Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.**

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

**Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo**

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
$\rho$ , resistividad del terreno (Ohm.m) $P$ , perímetro de la placa (m) $L$ , longitud de la pica o del conductor (m)	

#### Actuación Tratamiento de caudales aliviados

Resistividad de las picas:

$$R1 = r/L1 = 500/(11 \times 2) = 22,72 \text{ Ohmios}$$

Resistencia del cable:

$$R2 = 2 r/ L2 = 2 \times 500/285 = 3,51 \text{ Ohmios}$$

La resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo, es:

$$Req = R1 \times R2 / R1 + R2$$

Por tanto, tenemos:

$$Req = 3,51 \times 22,72 / (3,51 + 22,72) = 3,04 \text{ Ohmios}$$

La tensión a que estarán sometidas las masas metálicas en caso de defecto será:

$$Ud = Is \times Req$$

donde:

$$Ud = \text{Tensión en voltios}$$

$I_s$  = Intensidad máxima de defecto a tierra o sensibilidad de disparo de la protección diferencial, en amperios

$R_{eq}$  = Resistencia equivalente de la red de tierras, en Ohmios

Aplicando:

$$U = 0,3 \text{ A} \times 3,04 = 0,91 \text{ Voltios}$$

#### Actuación Tamizado de fangos primarios

Resistividad de las picas:

$$R_1 = r/L_1 = 500/(2 \times 2) = 125 \text{ Ohmios}$$

Resistencia del cable:

$$R_2 = 2 \text{ r} / L_2 = 2 \times 500/30 = 33,33 \text{ Ohmios}$$

La resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo, es:

$$R_{eq} = R_1 \times R_2 / R_1 + R_2$$

Por tanto, tenemos:

$$R_{eq} = 33,33 \times 125 / (33,33 + 125) = 26,31 \text{ Ohmios}$$

La tensión a que estarán sometidas las masas metálicas en caso de defecto será:

$$U_d = I_s \times R_{eq}$$

donde:

$U_d$  = Tensión en voltios

$I_s$  = Intensidad máxima de defecto a tierra o sensibilidad de disparo de la protección diferencial, en amperios

$R_{eq}$  = Resistencia equivalente de la red de tierras, en Ohmios

Aplicando:

$$U = 0,3 \text{ A} \times 26,31 = 7,89 \text{ Voltios}$$

Como se puede ver, estas tensiones son perfectamente admisibles y no constituyen peligro alguno para las personas.

Además, se prevé la unión de la red de tierras de los nuevos elementos con la existente en la EDAR, por lo que la resistencia del sistema conjunto disminuirá, y la tensión resultante será menor que la calculada.

Aun así por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, la instalación de toma de tierra definitiva deberá ser comprobada por el Director de Obra o Instalador Autorizado, para comprobar que la misma queda dentro de lo estipulado por la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

De no ser así se deberá realizar una mejora de la misma.

## 14 CÁLCULO DE ALUMBRADO

### 14.1 Alumbrado interior

Se han diseñado instalaciones de alumbrado interior para el nuevo edificio de cuadros eléctricos junto al edificio de soplantes, y para el centro de transformación prefabricado. Las luminarias previstas, considerando la altura del local, son pantallas fluorescentes estancas de 2x58W tipo T5 con arrancador clase A2. El nivel de iluminación en estas salas, por ser destinada al servicio eléctrico, es de 500lux a nivel de suelo.

Los cálculos necesarios para el diseño de la iluminación interior de estas zonas se han realizado de acuerdo al procedimiento descrito a continuación.

A partir de las dimensiones del local y de la forma de montaje de las luminarias, se obtiene en primer lugar el índice del local por la fórmula:

$$K = \frac{a \times b}{h(a + b)}$$

donde:

K = Índice del local

A = Longitud

B = Anchura

H = Altura útil de la luminaria (distancia de la luminaria al plano de trabajo)

En función del índice del local, factores de reflexión en techo, paredes y suelo, tipo de luminaria y factor de depreciación, se obtiene el rendimiento lumínico en el local, extraído de las curvas o tablas del fabricante de la luminaria.

A continuación se calcula el flujo luminoso necesario por la fórmula:

$$\Phi = \frac{E_m \times S}{V \times \mu}$$

donde:

$\Phi$  = Flujo luminoso necesario en lúmenes

$E_m$  = Nivel de iluminación proyectado en lux

S	=	Superficie del local en metros cuadrados
V	=	Factor de depreciación de la luminaria
$\mu$	=	Rendimiento lumínico

Después se obtiene el número de lámparas necesarias, dividiendo el flujo necesario ( $\phi$ ) por el flujo de la luminaria ( $\phi_1$ ).

Por último se calcula el nivel de iluminación resultante en lux (emr), de acuerdo con el número de luminarias realmente proyectadas por necesidades estructurales o arquitectónicas.

Para la nueva sala eléctrica del edificio de soplantes, se han diseñado 12uds. de pantalla estanca fluorescente 2x58W. Se instalarán unidades de refuerzo en las paredes laterales, para facilitar la inspección posterior de cuadros eléctricos. Además, se prevé el mismo tipo de luminaria para las salas de trafos y celdas de media tensión.

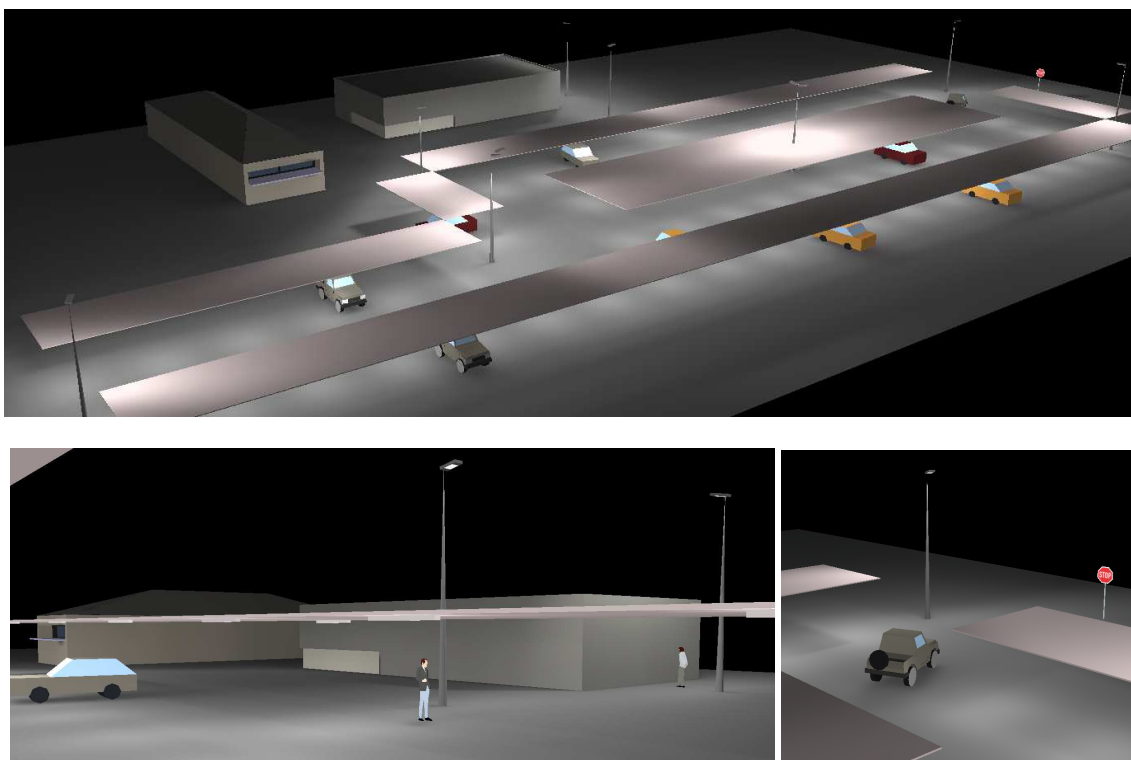
Asimismo, para la nueva sala de cuadros eléctricos se prevé la instalación de dispositivos de alumbrado de emergencia, capaces de mantener al menos durante una hora, un nivel de iluminación de cinco (5) lux a nivel de suelo. Su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación. Se cuenta con un equipo sobre la puerta de salida y otro sobre los cuadros que permitiría operaciones eléctricas durante un corte eléctrico. Estas emergencias, se hallan divididas en tantos circuitos como los de alumbrado, y sus protecciones cuelgan aguas abajo de las correspondientes de estos.

Al final del presenta anejo, se adjuntan los cálculos lumínicos de la nueva sala eléctrica.

## 14.2 Alumbrado exterior

Se proyecta la ampliación de la red de alumbrado extendiéndolo tanto a la nueva zona del tratamiento de caudales aliviados como al nuevo aparcamiento, tal como se describe a continuación:

- Para la zona del tratamiento de caudales aliviados y la ampliación del desarenado-desengrasado se prevé iluminación mediante luminarias LED 100W sobre columnas de acero de 8 metros repartidas por la nueva urbanización y dos columnas de 12m equipadas con 3 proyectores de 200W para iluminar los canales de desbaste de aliviados para situaciones de trabajos de mantenimiento o explotación. La ubicación se puede consultar en Planos.
- En el nuevo edificio eléctrico, se adosarán a la fachada dos brazos murales con luminaria led 100W, y enfrente en la zona del nuevo CT Prefabricado, será necesario el desmontaje y reubicación de una farola existente.
- El nuevo aparcamiento se ilumina con una iluminación de fondo general mediante luminarias LED 100W sobre columnas de acero de 8 metros que permiten iluminar los viales de circulación, acompañado con fluorescentes estancas 1x36W colocadas bajo la cubierta de los aparcamientos, que confieren un refuerzo de la zona donde quedarán aparcados los coches. Ambos sistemas disponen de encendidos independientes (con interruptor crepuscular y reloj programador) para permitir distintas configuraciones de alumbrado: viales+marquesinas, solo viales o solo marquesinas.



Estudio lumínico del nuevo aparcamiento. Simulación de escena con farolas y fluorescentes encendidas.

Para la alimentación de los nuevos puntos de luz de la zona de tratamiento de caudales aliviados y desarenados, se ampliará la red de alumbrado exterior actual. Se consideran válidos los cuadros de alumbrado existentes, que protegerán y gestionarán la alimentación de los nuevos circuitos, y en ellos se instalarán las protecciones para los nuevos circuitos.

Para alimentar el alumbrado del nuevo aparcamiento, se prevé la instalación de un nuevo cuadro eléctrico de intensidad nominal 50A IP55 con las protecciones y elementos de control necesarios (interruptor crepuscular + reloj programador), a instalar en el interior del centro de transformación de pretratamiento existente. En este, se retirará un banco de baterías de condensadores fuera de servicio y sobre esa pared se fijará el nuevo cuadro. Para alimentarlo eléctricamente, se instalará una nueva salida 4x50A en el cuadro de servicios de BT existente en la misma sala, desmontando el actual interruptor de batería de condensadores (fuera de servicio) y aprovechando el espacio liberado por éste.



La potencia instalada de las nuevas luminarias exteriores, supone un aumento de potencia de:

- Tratamiento de caudales aliviados y ampliación desarenado: 8 puntos de luz 100W y 2 de 3x200W = 2000W totales.
- Nuevo aparcamiento: 10 puntos de luz LED 89,5W y 61 puntos de fluorescente 1x36W, 3091W totales.

En el resto de la planta, se considera suficiente la instalación de alumbrado exterior que dispone la EDAR.

A partir de las dimensiones del vial, de la disposición y dimensiones de los báculos y del tipo de luminarias y lámparas proyectadas, se calcula en primer lugar la utilancia o factor de utilización del punto de luz.

El factor de utilización se obtiene de las curvas de coeficientes de utilización en función de los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  que se definen por:

$$\alpha = B \frac{1}{H} \quad (\text{Lado calzada})$$

$$\beta = \frac{d}{H} \quad (\text{Lado acera})$$

Donde :



$$B1 = B-d$$

$$B = \text{Anchura de calzada en m}$$

$$d = \text{Saliente del báculo sobre la calzada en m}$$

En las curvas citadas se obtienen K1 y K2, en función de a y b respectivamente, siendo la utilancia:

$$U = K1 + K2$$

La interdistancia se obtiene de la fórmula:

$$E = \frac{F \times Fk \times U}{L \times B}$$

Donde:

$$E = \text{Nivel de iluminación medio en lux}$$

$$F = \text{Flujo luminoso útil de la lámpara en volúmenes}$$

$$Fk = \text{Factor de depreciación}$$

$$U = \text{Factor de utilización}$$

$$B = \text{Anchura de la calzada en metros}$$

$$L = \text{Interdistancia entre luminarias, en metros}$$

Y despejando obtenemos la expresión de la interdistancia:

$$L = \frac{F \times Fk \times U}{E \times B}$$

En el apéndice nº2 se puede consultar el estudio lumínico del nuevo aparcamiento.

## 15 ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

En este apartado se trata la coordinación de protecciones, discriminando la actuación que ha de tener lugar en disyuntores entre la salida de BT de trafos, las entradas y salidas del CGBT, y la entrada del CCM Tratamiento de caudales aliviados. La aplicación de la configuración propuesta permitirá realizar el disparo más oportuno, es decir, haciendo que sólo quede sin tensión la zona donde hay un defecto y no todo el sistema.

Para conseguir que la coordinación de protecciones sea selectiva, incluso hasta en el CCM de menor calibre, se han seleccionado y regulado las curvas haciendo se sean más restrictivas en las condiciones de disparo cuanto más aguas abajo estén situados.

Las dos protecciones de más aguas arriba (protección BT trafos y entrada al CGBT) tienen los mismos reglajes, puesto que son los mismos interruptores.



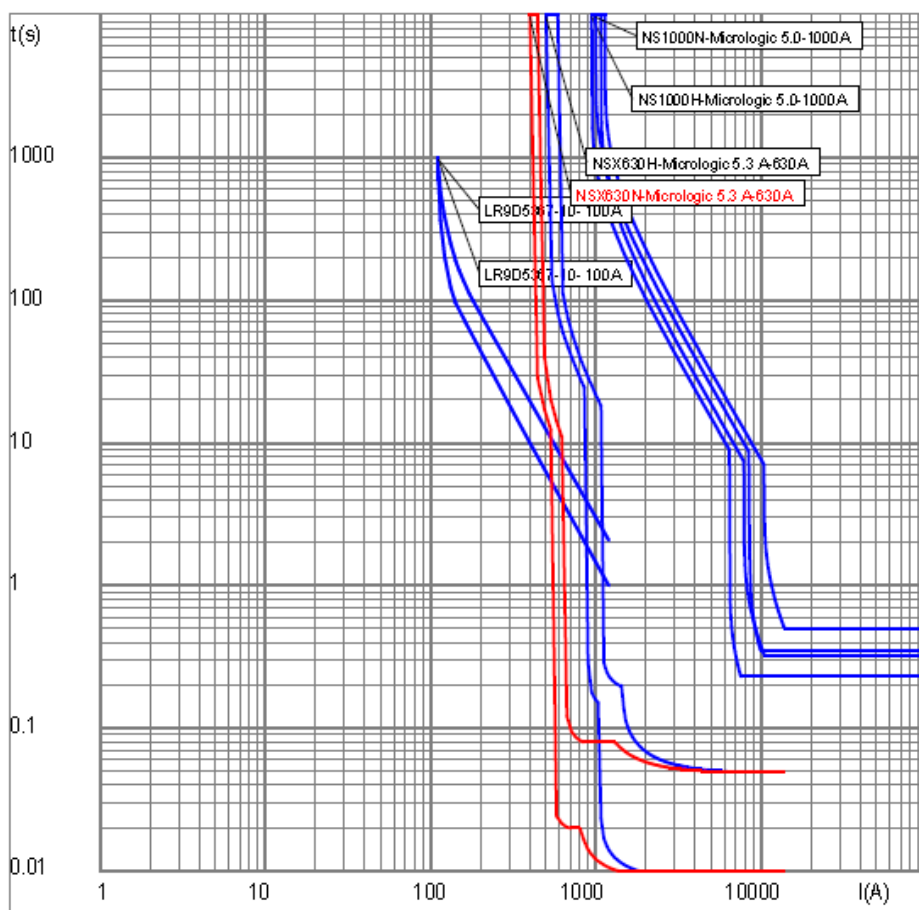
La secuencia de protecciones y equipo a actuar que se coordinan son las siguientes:

#### Configuración hasta CCM Tratamiento de caudales aliviados

Orden de disparo de protecciones			
1º	2º	3º	4º
Entrada CCM Tratamiento caudales aliviados	Salida CGBT Alivio (hacia CCM Trat. Caudales aliviados)	Entrada CGBT Alivio	Salida IGBT (protección BT trafos hacia CGBT)
NSX630N Micrologic 5.3	NSX630H Micrologic 5.3	NS1000H Micrologic 5.0	NS1000N Micrologic 5.0

A continuación se muestra la configuración de parámetros que se ha diseñado para coordinar los disyuntores anteriores y las curvas resultantes:

Schneider Electric - Curve Direct V3.4.1 - Curvas de disparo



## Regulaciones

<b>G&amp;ma</b>	Compact	Compact	Compact	Compact
<b>Interruptor automático</b>	NS1000N	NS1000H	NSX630H	NSX630N
<b>Relé/curva</b>	Micrologic 5.0	Micrologic 5.0	Micrologic 5.3 A	Micrologic 5.3 A
<b>Calibre</b>	1000.00	1000.00	630.00	630.00
<b>Largo retardo</b>				
<b>Io</b>				
<b>Ir</b>	0.95 950.0A	0.90 900.0A	500.0A	400.0A
<b>tr</b>	24.0 24.0s	16.0 16.0s	2.0 2.0s	0.5 0.5s
<b>Corto retardo</b>				
<b>Im/Isd</b>	10.00 9500.0A	8.00 7200.0A	2.00 1000.0A	1.50 600.0A
<b>Pt (retardo)</b>	OFF	OFF	OFF	OFF
<b>tm/tsd</b>	0.40 0.40s	0.30 0.30s	0.20 0.20s	0.00 0.00s
<b>Instantánea</b>				
<b>Ii</b>	OFF	OFF	2.00 1260.0A	1.50 945.0A
<b>Selectividad</b>				
<b>Límite</b>				

El contratista realizará los balances de cargas y de cortocircuito definitivos encaminados a determinar la coordinación de protecciones oportuna con los equipos aprobados finalmente a instalar.

Este estudio será actualizado por el contratista al finalizar la obra y sometido a aprobación por Dirección de Obra. **Se redactará siguiendo las pautas indicadas** en el Apéndice 1 Bases para Estudio de Coordinación de Protecciones Eléctricas, que se adjunta al final de este anejo. A la finalización del estudio, deberá ser validado por un organismo de control autorizado (OCA) a elegir por Canal de Isabel II entre terna propuesta por contratista, quien deberá ajustar convenientemente las protecciones correspondientes según las conclusiones del estudio.

Junto a la documentación final, se suministrarán los certificados de pruebas de los relés en fábrica donde se indicarán los tarados con los que salen de la misma y que deberán coincidir con los señalados por el estudio de coordinación de protecciones.

## 16 DIMENSIONAMIENTO DE LA VENTILACIÓN DE LA SALA ELÉCTRICA

Los cálculos que aparecen en este estudio de ventilación son preliminares ya que están basados en los requisitos y equipos potenciales. Los cálculos más detallados se realizarían en una fase más avanzada del proyecto.

La sala eléctrica estará lo suficientemente bien ventilada para que su interior nunca se sobrepase los 26°C grados.

Para la evacuación del aire caliente, se prevé un sistema de extracción forzada compuesto por dos extractores, instalado en la pared lateral de la sala con salida directa al exterior. Se colocará en el extremo opuesto a la puerta de entrada, la cual posee rejilla inferior para la entrada de aire, para asegurar así un flujo de ventilación cruzado en la sala. Los extractores entrarán en funcionamiento, según una temperatura consigna indicada por un termostato industrial ambiente.

Así, los puntos de entrada y salida de aire están situados a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre dichos puntos de 3 m.

El número de renovaciones de la sala eléctrica viene dada por la siguiente formula:

$$N^{\circ} \text{ renovaciones} = \frac{Q_{\text{extractor}}}{V_{\text{sala eléctrica}}}$$

Siendo:

Dimensiones de la sala eléctrica

$$V_{\text{Sala Eléctrica}} (m^3) = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto} = 7,55 \times 9,05 \times 3,25 = 222,06 m^3$$

Caudal del extractor seleccionado

$$Q_{\text{extractor}} = 4790 Nm^3/h$$

$$N^{\circ} \text{ de renovaciones} = 4790 \times 2 \text{uds} / 222,06 \approx \mathbf{43 \text{ Renovaciones/Hora}}$$

La sala eléctrica estará ventilada con hasta 43 renovaciones por hora, considerándose dicha cantidad suficiente para evacuar el calor generado durante los días de mayor temperatura del año.

Si fuera necesario se climatizará el local cuando así lo determine el proyecto o la dirección facultativa.

### Dimensionamiento de la ventilación forzada

La ventilación se calculará teniendo en cuenta una obturación del 40% en las rejillas de admisión.

El caudal nominal del extractor es de 4790m<sup>3</sup>/h, de forma que la velocidad de paso del aire por la rejilla de entrada no sobrepasa los 5m/s, para evitar sonidos molestos. Aplicando la siguiente fórmula, obtenemos la velocidad de paso:

$$Q = v \cdot s \cdot (1-k) \rightarrow v = Q / (s \cdot (1-k))$$

Donde:

Q = caudal de aire por sistema de extracción forzada = 4790 x 2 = 9580 m<sup>3</sup>/h

v = velocidad de paso de aire de entrada por rejilla

s = superficie de rejillas de entrada de aire en las puertas = 1m<sup>2</sup>

k = coeficiente de obturación de las rejillas de entrada = obturación del 40%

$$v = \frac{9580 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{1h}{3600s}}{1 m^2 \cdot 0,6} = 4,43 m/s$$

Por lo que se considera válido el sistema de ventilación propuesto.

## 17 NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

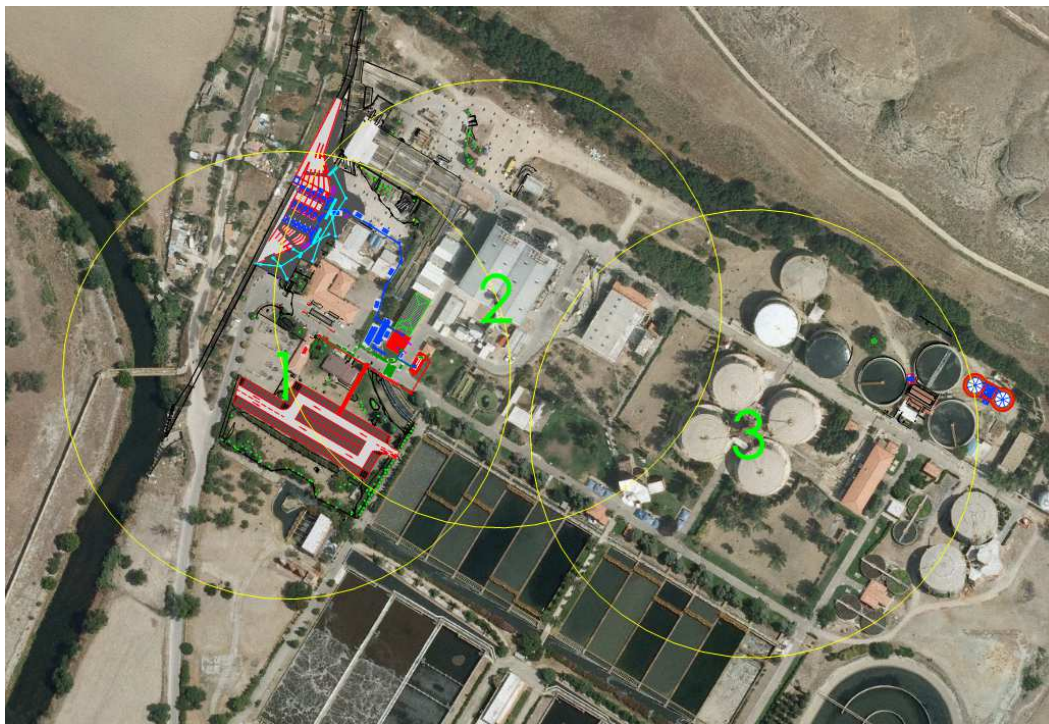
Evaluando las condiciones de la EDAR Sur como instalación industrial, en base a las normativas UNE 21886 y CTE DB-SUA 8, en lo referente a la necesidad de protección contra el rayo, se concluye que la instalación requiere un nivel de protección tipo 1 y por tanto necesita de más de un pararrayos (estudio adjunto en apéndice 3).

Este proyecto construye o modifica instalaciones sobre una planta existente, y resulta que ésta ya dispone de dispositivos de protección contra el rayo, como se puede ver en las siguientes fotografías y el plano de evaluación de zonas de cobertura elaborado, con radios de 140m de protección.

Por tanto, no se considera necesario instalar más dispositivos de protección contra el rayo, por los siguientes motivos:

Las ubicaciones de todas las actuaciones contempladas en el presente proyecto, estando en la mitad norte de la planta, quedan dentro de la zona de protección de los dispositivos existentes indicados.

No se altera el tipo de instalación ni la superficie de captura equivalente mediante la instalación de nuevas estructuras de altura superior a las existentes. No existe ningún nuevo gran volumen vertical a añadir en las actuaciones contempladas.

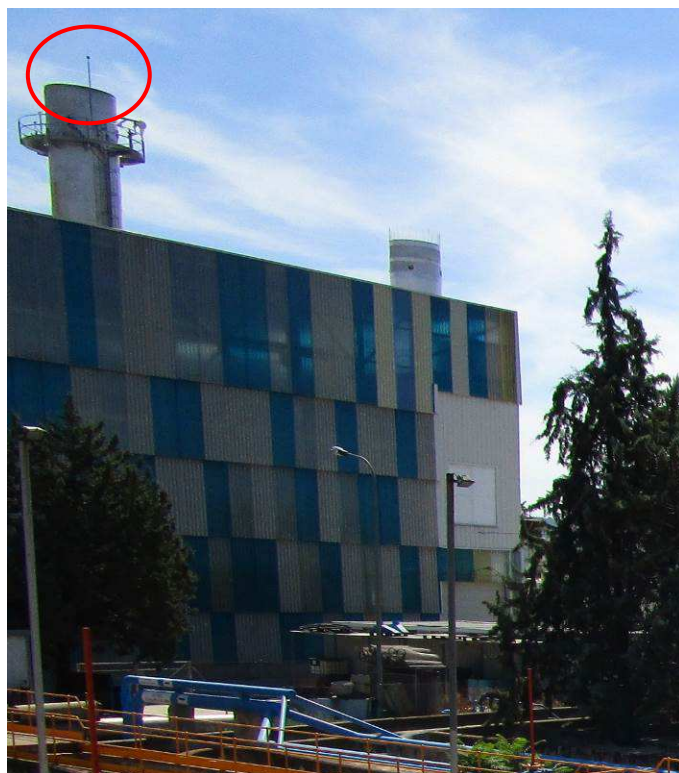


Planta de la mitad norte de la EDAR, donde se incluyen los nuevos elementos de todas las actuaciones y los pararrayos 1, 2 y 3 con su radio de cobertura que protegen las zonas interesadas.

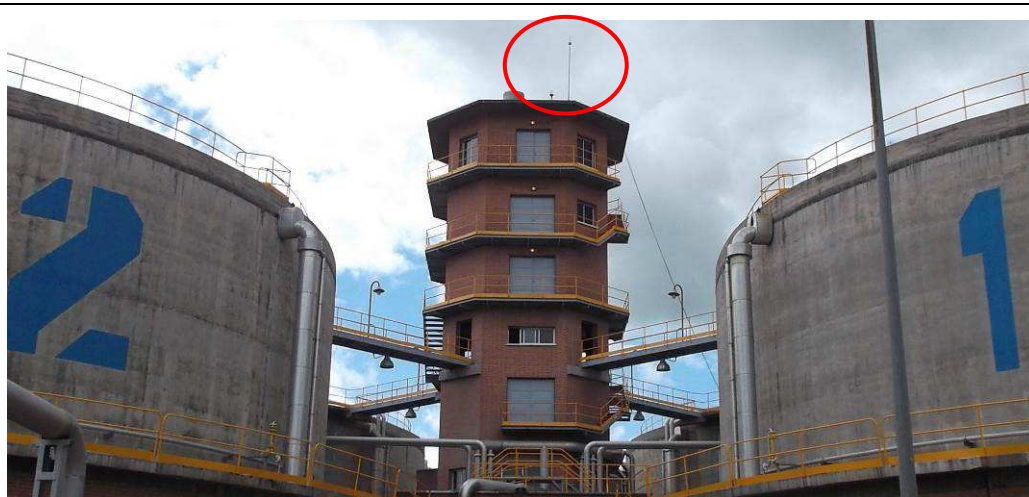


Pararrayos instalado en la subestación eléctrica. Correspondiente a nº1 de la planta anterior.





Pararrayos instalado en la chimenea central del edificio de secado  
térmico. Correspondiente a nº2 de la planta anterior.



Pararrayos instalado en la cubierta de la torre del edificio de explotación (digestión).  
Correspondiente a nº3 de la planta anterior.

## **APÉNDICE 1.- BASES PARA ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. CRITERIOS DE AJUSTE DE PROTECCIONES
3. PUNTOS DE FALTA
4. CONTENIDO DE DOCUMENTO A PRESENTAR

ANEXO I: MT 2.00.03 DE FEBRERO DE 2014



## 1 - INTRODUCCIÓN

Las protecciones eléctricas se ajustarán coordinadamente, de forma de que disparen antes que las de la compañía distribuidora, protejan adecuadamente personas y equipos, y despejen cualquier falta local sin afectar al resto de la instalación.

En instalaciones eléctricas de CYII con centro de transformación, el esquema de conexión a tierras es TT, con neutro unido rígidamente a tierra.

Los transformadores, con independencia de su potencia, se protegen mediante cabinas con interruptor automático en SF6 y relé con TIs capaz de configurar las funciones de protección 50/51 y 50N/51N. Además, dicho relé está preparado para recibir un toroide homopolar conectado a la tierra del neutro de baja tensión.

En centros de transformación de CYII, el grupo de conexión típico de los transformadores de potencia es Yzn11 para potencias hasta 100 kVA (flujo libre) y Dyn11 para potencias mayores.

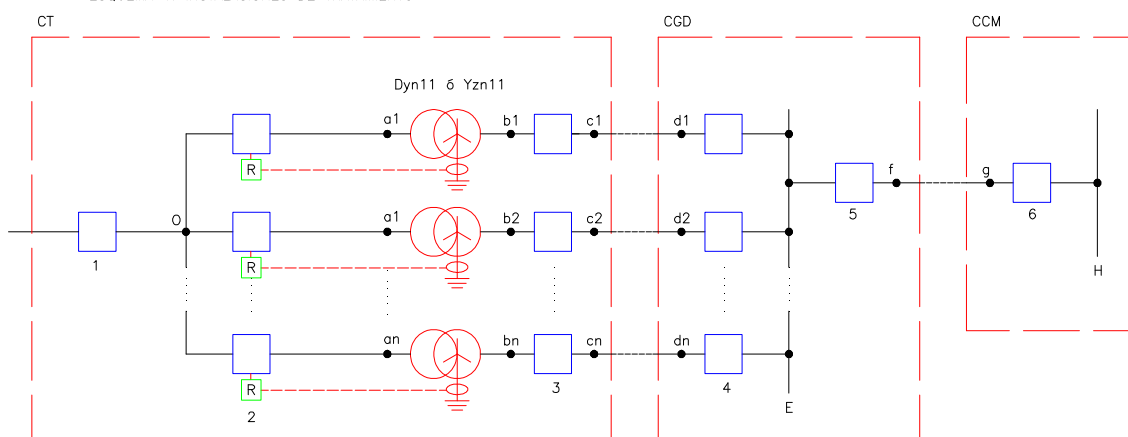
En instalaciones de tratamiento del CYII, el esquema típico de protecciones es el correspondiente al esquema 1. Según tamaño de la instalación, el CGD y CCM pueden formar un único cuadro.

En instalaciones de elevadoras del CYII, el esquema típico de protecciones es el correspondiente al esquema 2. En configuraciones particulares, puede haber un transformador independiente de servicios auxiliares.

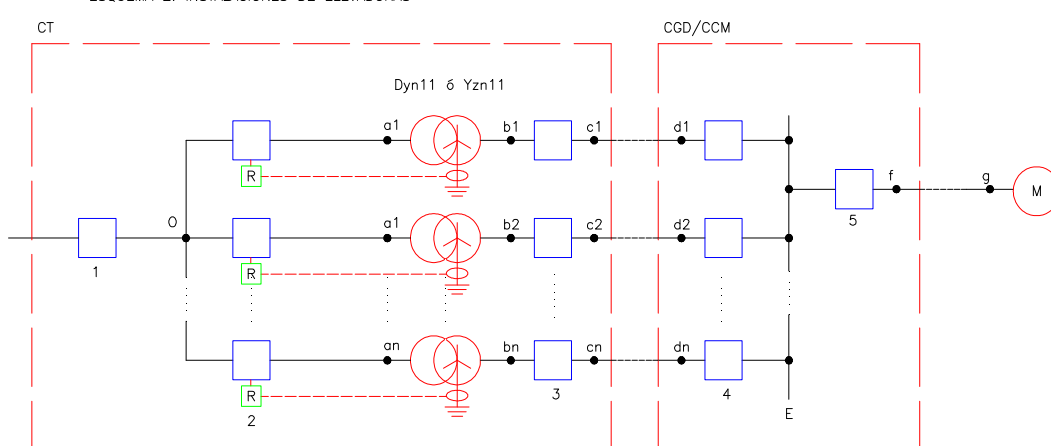
Se deberá recabar de la empresa distribuidora las potencias o corrientes de cortocircuito de red en el punto de entronque, tanto de faltas aisladas como a tierra. En el caso de Iberdrola, además, habrá que seguir las directrices del MT 2.00.03.

Se podrán utilizar programas específicos para el cálculo de las corrientes de falta, preferentemente *ETAP*.

ESQUEMA 1: INSTALACIONES DE TRATAMIENTO



ESQUEMA 2: INSTALACIONES DE ELEVADORAS



## 2 - CRITERIOS DE AJUSTE DE PROTECCIONES

Las protecciones objeto del estudio serán las recogidas en los esquemas 1 y 2, con sus variantes, según corresponda.

El ajuste amperimétrico de la protección se hará considerando la falta franca más favorable cubierta por la protección. La capacidad de corte de la protección se seleccionará considerando la falta franca más desfavorable cubierta por la protección.

Se considerará falta más favorable aquella que tenga una corriente de falta más baja, mientras que la falta más desfavorable será la que tenga la corriente de falta más alta.

En instalaciones conectadas a la red de distribución de Iberdrola se cumplirá con lo dispuesto en su norma interna MT 2.00.03 de febrero de 2014.

En instalaciones conectadas a otra red de distribución se cumplirá con las indicaciones dadas por el propietario de la red.

Los parámetros típicos a ajustar en cada protección serán:

- En A.T.: Protección de largo retardo de sobreintensidad de fase (51) y homopolar (51N); protección de corto retardo de sobreintensidad de fase (50) y homopolar (50N).
- En B.T.: Protección de largo retardo de sobreintensidad (Ir); protección de corto retardo de sobreintensidad (Isd); eventualmente, protección instantánea de sobreintensidad (Ii); protección diferencial.
- El toroide homopolar del neutro del transformador de potencia se conectará al correspondiente relé de protección de alta tensión y se ajustará para despejar faltas a tierra del puente de baja tensión del transformador.

En el ajuste de protecciones de largo retardo se seguirá una coordinación amperimétrica.

En el ajuste de protecciones de corto retardo e instantáneas, se seguirá una coordinación amperimétrica y, eventualmente, cronométrica. En B.T., la selectividad cronométrica solo se empleará si los interruptores automáticos son aptos para obtener selectividad mediante retardo (categoría de empleo B), por lo que habrá que verificar tal circunstancia en interruptores existentes que haya que coordinar.

En B.T., para la selectividad amperimétrica de largo retardo entre dos protecciones consecutivas 1' y 2', se considerará que  $I_{r1'}/I_{r2'} < 2$ . Para selectividad amperimétrica de corto retardo, se considerará que  $I_{sd1'}/I_{sd2'} > 2$ .

Se considerará que existe selectividad cronométrica entre dos protecciones cuando exista un retardo entre ambas de unos 250 ms.

En B.T. la selectividad de las protecciones de corriente residual se realizará mediante ajuste de sensibilidad y tiempo. Los escalones de sensibilidad normalizados serán 30, 100, 300 y 1000 mA. El punto de ajuste de la protección debe quedar por debajo de la curva de daños de cables y equipos. La tensión de defecto debe ser inferior a 24 V en locales húmedos o mojados y a 50 V en el resto.

Se tenderá a conseguir una selectividad total en las distintas líneas de protecciones.

Cuando la capacidad de corte de un interruptor sea inferior a la resultante del cortocircuito más desfavorable en su tramo de influencia, se deberá justificar la filiación de dicha protección.

### 3 - PUNTOS DE FALTA

#### Esquema 1:

#### Protección 1:

- Se considerará las corrientes de cortocircuito en el punto de entronque, aislado y sin aislar a tierra, dadas por la compañía distribuidora, y con las limitaciones impuestas por esta. En el caso de red de distribución de Iberdrola, se observará el MT 2.00.03.

- Para celdas 3L+1A en centro de seccionamiento (potencia instalada en CT mayor de 630 kVA), la protección 1 deberá ser selectiva en cuanto a corriente homopolar con las protecciones de 3L.
- Para potencia instalada en CT menor o igual a 630 kVA en red Iberdrola, la protección 1 deberá ser selectiva con los fusibles de la celda de seccionamiento.

**Protección 2:**

- 50/51: falta aislada de tierra más favorable en b1...bn
- 50N/51N: falta a tierra más favorable en a1...an
- Corriente homopolar de tierra de neutro: defecto a tierra más favorable en d1...dn
- Capacidad de corte: falta más desfavorable en a1...an

**Protección 3 (solo magnetotérmica):**

- Isd: falta aislada de tierra más favorable en d1...dn
- Capacidad de corte: falta más desfavorable en c1...cn

**Protección 4:**

- Isd: falta aislada de tierra más favorable en E
- Corriente residual: defecto más favorable en E
- Capacidad de corte: falta más desfavorable en E

**Protección 5:**

- Isd: falta aislada de tierra más favorable en g
- Corriente residual: defecto más favorable en g
- Capacidad de corte: falta más desfavorable en f

**Protección 6:**

- Isd: falta aislada de tierra más favorable en H
- Corriente residual: defecto más favorable en H
- Capacidad de corte: falta más desfavorable en H

**Esquema 2:**

Idem que esquema 1, de la protección 1 a la 5.

EN CASO DE QUE EL NEUTRO NO ESTÉ TENDIDO EN EL SECUNDARIO, LA PROTECCIÓN 3 NO EXISTIRÁ.

#### 4 - CONTENIDO DE DOCUMENTO A PRESENTAR

El documento elaborado según lo expuesto, incluirá lo siguiente:

Descripción de la lógica de disparos de toda una línea de protecciones, desde la protección general de A.T. hasta la protección de la carga más significativa, cuando proceda. Se analizarán faltas en la zona de influencia de cada protección, indicando qué protecciones actuarán y en qué orden.

Gráficos de las distintas líneas de selectividad, mostrando las curvas de las distintas protecciones con sus tolerancias, y comentando si la selectividad obtenida es total o parcial.

Fabricante y modelo completo de cada protección, indicando categoría de empleo cuando corresponda, así como datos eléctricos de las máquinas principales (transformadores y motores).

Justificación de lo siguiente:

- Que los tiempos de actuación mínimos en A.T. cumplen con lo exigido por la MT 2.00.03. para red de distribución de Iberdrola, y con los de la compañía de que se trate para otras redes.
- Que existe selectividad de protecciones de fase de A.T. con las protecciones de baja según MT 2.00.03. para red de distribución de Iberdrola, y con los de la compañía de que se trate para otras redes.
- Que no habrá arranque de protección instantánea de fase en A.T. ante corriente de inserción de trafo. De no poder averiguar dicha corriente de inserción, se estimará en  $12 \times I_N$ .
- Que el ajuste de la intensidad de arranque de protección instantánea de fase en A.T. estará por debajo de la corriente de cortocircuito del punto de conexión a la red según MT 2.00.03. para red de distribución de Iberdrola, y con los de la compañía de que se trate para otras redes.
- Que se cumplen los criterios exigidos en este documento sobre selectividad amperimétrica y cronométrica.
- Que las curvas de protección, tanto de A.T. como de B.T. están por debajo de la curva de daños de cables y equipos.

Lista de tarados para cada protección, que incluirá:

- A.T.:
  - Características de TIs: Clase, número, potencia e intensidad nominal.
  - Relé: Marca y modelo.
  - Unidad sobrecorriente 50, 51, 50N y 51N: Intensidades de arranque, curvas y temporizaciones.
  - Unidad de sobrecorriente de toroidal homopolar: Intensidad de arranque, curva y temporización.
- B.T.:
  - Características de TIs: Clase, número, potencia e intensidad nominal.
  - Relé: Marca y modelo.
  - Sobrecorrientes: Intensidades de arranque  $I_r$ ,  $I_{sd}$  y, eventualmente,  $I_i$ , curvas y temporizaciones.
  - Corriente residual: intensidad de arranque y temporización.

El contratista de la obra deberá realizar un estudio independiente con las protecciones finalmente instaladas. Además, será sometido a aprobación por Dirección de Obra antes de implementar los reglajes en las protecciones afectadas. Junto a la documentación final suministrada para cabinas de Media Tensión, CGD y CCMs, se suministrarán los certificados de pruebas de los relés en fábrica. En caso de tarados fijos, el certificado indicará dicho tarado, que deberán coincidir con el señalado en el estudio de coordinación de protecciones.

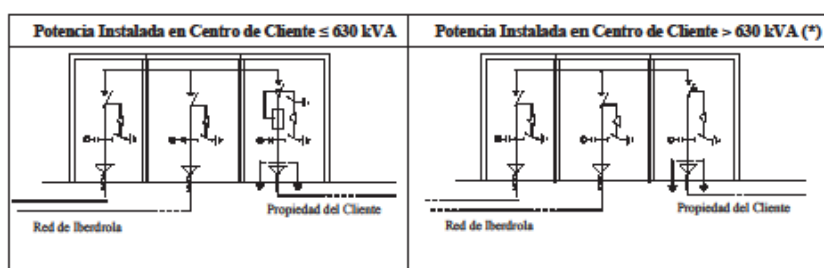
## ANEXO I

### MT 2.00.03 DE FEBRERO DE 2014

19/44

MT 2.00.03 (14-02)

Se deberá garantizar en todo momento el acceso al centro de seccionamiento y a la red subterránea propiedad de Iberdrola. El acceso al interior será con llave normalizada de Iberdrola, según norma NI 50.20.03. Las vías para el acceso de los materiales deberán permitir el transporte en camión de los equipos.



(\*) No se han representado los elementos necesarios para la alimentación en baja tensión

Figura 7. Centro de seccionamiento independiente.

#### 12.2.2 Centro de seccionamiento en el centro de transformación particular

De forma excepcional, cuando no sea posible la solución anterior, el centro de seccionamiento se podrá instalar en la misma envolvente, edificio o local que el centro del cliente, uniéndolos siempre mediante cable seco.

La zona de operaciones de Iberdrola y la del cliente estarán separadas físicamente de forma que se impida el paso desde la zona de cliente a la de Iberdrola y que incidencias en una zona puedan afectar a la otra.

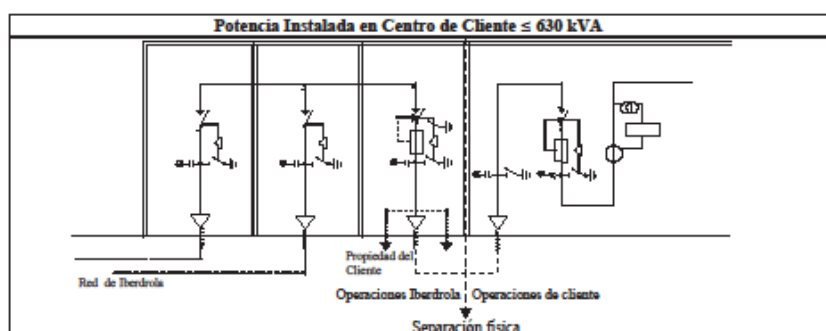


Figura 8. Centro de seccionamiento en el centro de transformación de cliente ( $P \leq 630$  kVA).

## APÉNDICE 2.- CÁLCULOS LUMÍNICOS



## **EDAR MADRID SUR**

Estudio lumínico Centro Transformación CT Alivio

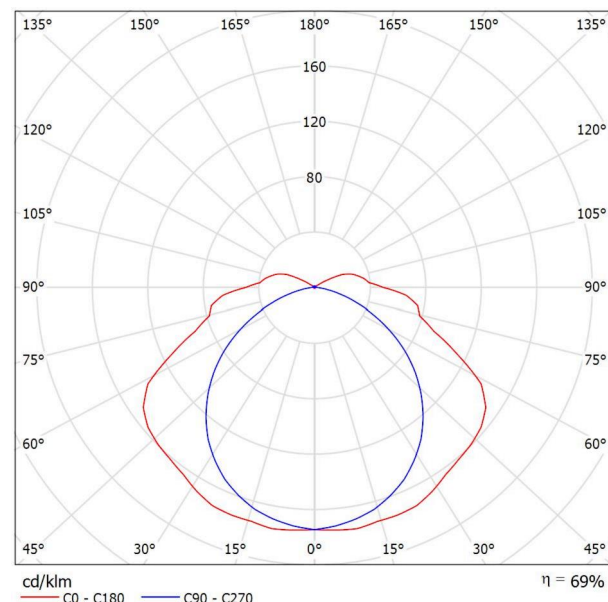
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 19.12.2016  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TCW216 2xTL-DR58W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



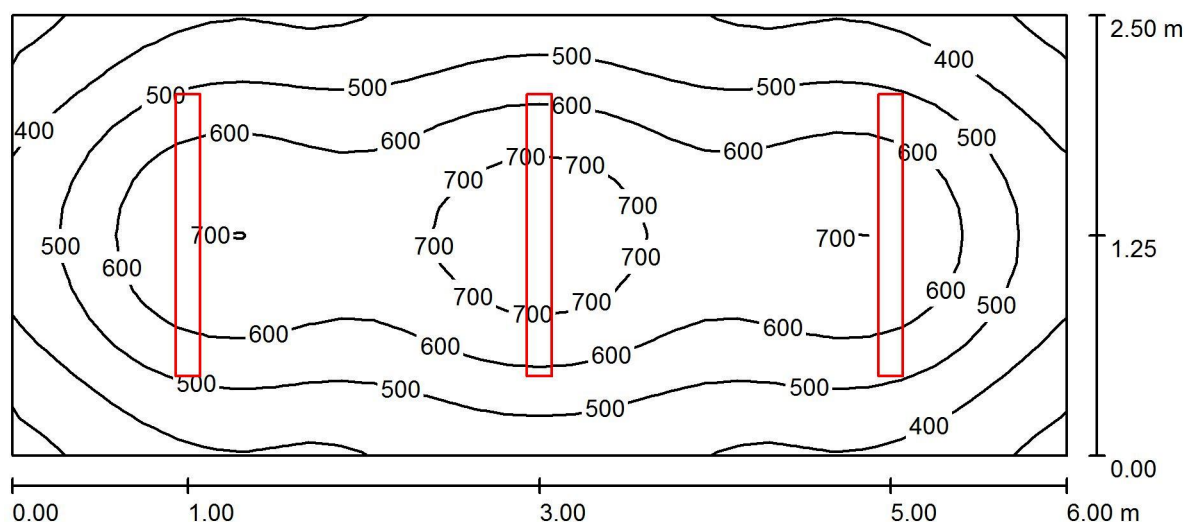
Clasificación luminarias según CIE: 92  
Código CIE Flux: 39 70 89 92 69

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.2	21.6	20.6	21.9	22.3	17.9	19.2	18.3	19.6	20.0
	3H	22.0	23.2	22.4	23.6	24.0	19.0	20.2	19.5	20.7	21.1
	4H	22.8	23.9	23.2	24.3	24.8	19.4	20.6	19.9	21.0	21.4
	6H	23.7	24.8	24.2	25.2	25.7	19.6	20.7	20.1	21.1	21.6
	8H	24.2	25.2	24.7	25.7	26.2	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
4H	12H	24.7	25.6	25.2	26.1	26.6	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
	2H	20.8	21.9	21.3	22.4	22.8	19.1	20.3	19.6	20.7	21.2
	3H	22.7	23.7	23.2	24.2	24.7	20.5	21.5	21.0	22.0	22.5
	4H	23.7	24.6	24.2	25.1	25.6	21.1	22.0	21.6	22.5	23.0
	6H	24.8	25.6	25.4	26.1	26.7	21.4	22.2	21.9	22.7	23.3
8H	12H	25.4	26.2	26.0	26.7	27.3	21.4	22.2	22.0	22.7	23.3
	2H	26.0	26.7	26.6	27.3	27.9	21.5	22.1	22.0	22.7	23.3
	4H	24.0	24.7	24.5	25.2	25.8	21.7	22.5	22.3	23.0	23.6
	6H	25.3	25.9	25.9	26.5	27.1	22.3	22.9	22.9	23.5	24.1
	8H	26.1	26.7	26.7	27.2	27.9	22.5	23.0	23.1	23.6	24.3
12H	12H	26.9	27.4	27.5	28.0	28.7	22.6	23.1	23.2	23.7	24.3
	4H	24.0	24.6	24.5	25.2	25.8	21.9	22.6	22.5	23.1	23.7
	6H	25.4	26.0	26.0	26.5	27.2	22.6	23.1	23.2	23.7	24.4
	8H	26.3	26.7	26.9	27.3	28.0	22.9	23.4	23.5	24.0	24.6
	12H	26.3	26.7	26.9	27.3	28.0	22.9	23.4	23.5	24.0	24.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.3 / -0.2					+0.2 / -0.4					
S = 2.0H	+0.4 / -0.5					+0.6 / -1.0					
Tabla estándar	BK08					BK14					
Sumando de corrección	8.3					5.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10480lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Resumen



Altura del local: 2.310 m, Altura de montaje: 2.310 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:43

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	541	279	776	0.516
Suelo	27	377	246	470	0.652
Techo	27	155	91	358	0.592
Paredes (4)	27	305	113	612	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 16 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### UGR

Pared izq 25  
Pared inferior 22  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

25  
22

Tran

21  
21

al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 12.50%.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TCW216 2xTL-DR58W HFP (1.000)	7231	10480	110.0
Total:			21694	31440	330.0

Valor de eficiencia energética:  $22.00 \text{ W/m}^2 = 4.07 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $15.00 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Centro de transformación / Protocolo de entrada

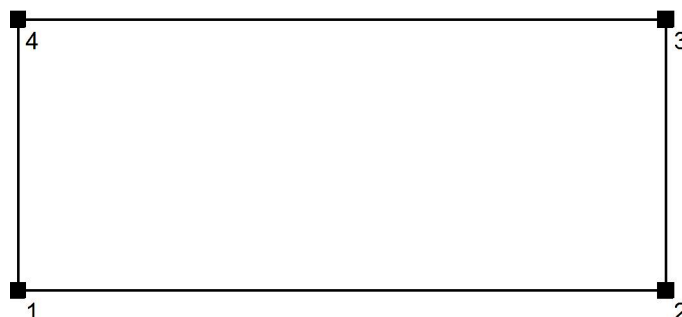
Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.67

Altura del local: 2.310 m

Base: 15.00 m<sup>2</sup>



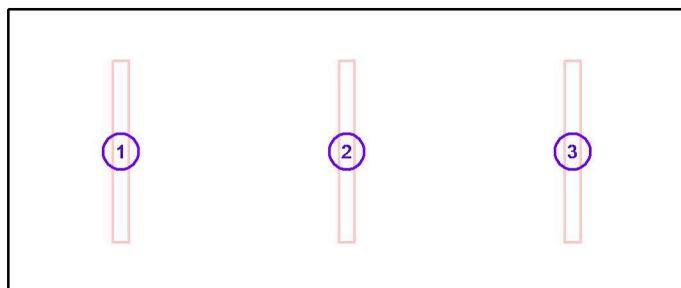
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	27	/	/	/
Techo	27	/	/	/
Pared 1	27	( 0.000   0.000 )	( 6.000   0.000 )	6.000
Pared 2	27	( 6.000   0.000 )	( 6.000   2.500 )	2.500
Pared 3	27	( 6.000   2.500 )	( 0.000   2.500 )	6.000
Pared 4	27	( 0.000   2.500 )	( 0.000   0.000 )	2.500

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Centro de transformación / Luminarias (lista de coordenadas)

#### PHILIPS TCW216 2xTL-DR58W HFP

7231 lm, 110.0 W, 1 x 2 x TL-DR58W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.000	1.250	2.310	0.0	0.0	0.0
2	3.000	1.250	2.310	0.0	0.0	0.0
3	5.000	1.250	2.310	0.0	0.0	0.0

# **EDAR MADRID SUR**

Estudio lumínico edificio eléctrico

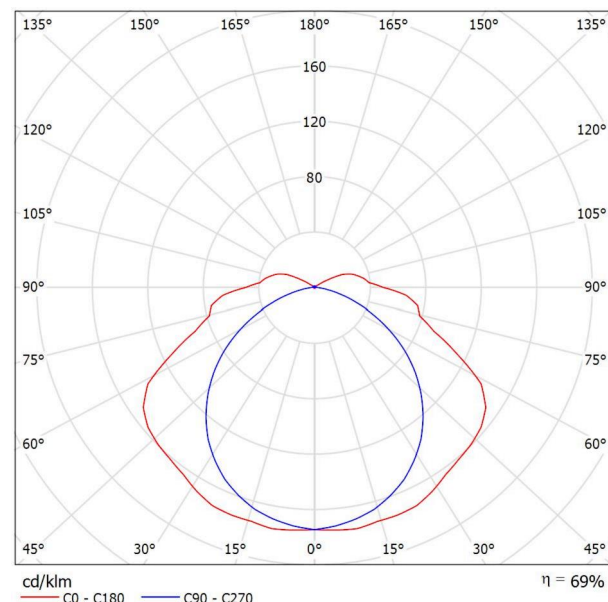
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 19.12.2016  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TCW216 2xTL-DR58W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



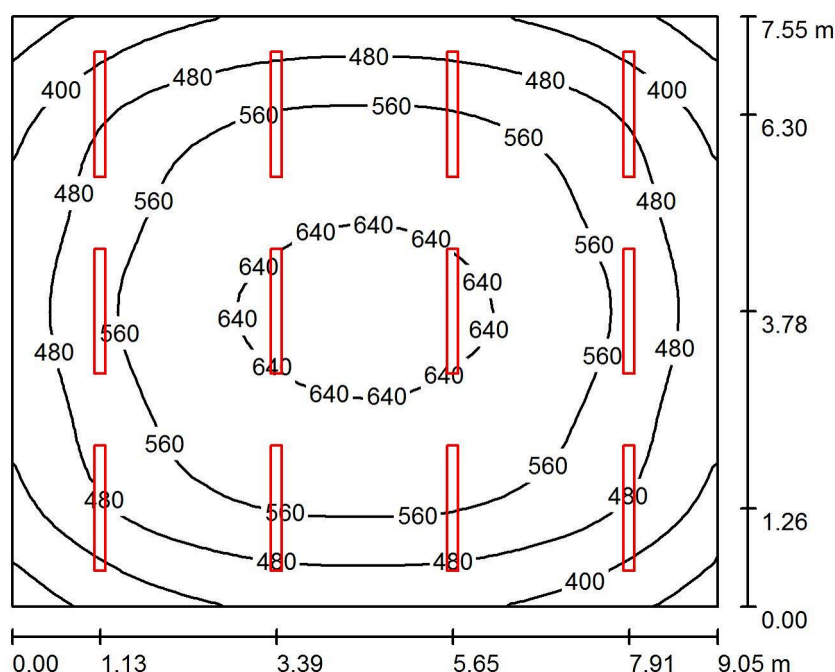
Clasificación luminarias según CIE: 92  
Código CIE Flux: 39 70 89 92 69

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.2	21.6	20.6	21.9	22.3	17.9	19.2	18.3	19.6	20.0
	3H	22.0	23.2	22.4	23.6	24.0	19.0	20.2	19.5	20.7	21.1
	4H	22.8	23.9	23.2	24.3	24.8	19.4	20.6	19.9	21.0	21.4
	6H	23.7	24.8	24.2	25.2	25.7	19.6	20.7	20.1	21.1	21.6
	8H	24.2	25.2	24.7	25.7	26.2	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
	12H	24.7	25.6	25.2	26.1	26.6	19.6	20.6	20.1	21.1	21.6
4H	2H	20.8	21.9	21.3	22.4	22.8	19.1	20.3	19.6	20.7	21.2
	3H	22.7	23.7	23.2	24.2	24.7	20.5	21.5	21.0	22.0	22.5
	4H	23.7	24.6	24.2	25.1	25.6	21.1	22.0	21.6	22.5	23.0
	6H	24.8	25.6	25.4	26.1	26.7	21.4	22.2	21.9	22.7	23.3
	8H	25.4	26.2	26.0	26.7	27.3	21.4	22.2	22.0	22.7	23.3
	12H	26.0	26.7	26.6	27.3	27.9	21.5	22.1	22.0	22.7	23.3
8H	4H	24.0	24.7	24.5	25.2	25.8	21.7	22.5	22.3	23.0	23.6
	6H	25.3	25.9	25.9	26.5	27.1	22.3	22.9	22.9	23.5	24.1
	8H	26.1	26.7	26.7	27.2	27.9	22.5	23.0	23.1	23.6	24.3
	12H	26.9	27.4	27.5	28.0	28.7	22.6	23.1	23.2	23.7	24.3
12H	4H	24.0	24.6	24.5	25.2	25.8	21.9	22.6	22.5	23.1	23.7
	6H	25.4	26.0	26.0	26.5	27.2	22.6	23.1	23.2	23.7	24.4
	8H	26.3	26.7	26.9	27.3	28.0	22.9	23.4	23.5	24.0	24.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.2					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.5					+0.6 / -1.0				
Tabla estándar		BK08					BK14				
Sumando de corrección		8.3					5.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10480lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Edificio eléctrico (junto ed. soplantes) / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.250 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:97

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	523	285	667	0.545
Suelo	27	444	259	571	0.583
Techo	27	168	98	364	0.585
Paredes (4)	27	350	146	631	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### UGR

Pared izq 25  
Pared inferior 25  
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

25

Tran

22

al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 10.55%.

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS TCW216 2xTL-DR58W HFP (1.000)	7231	10480	110.0
Total:			86774	125760	1320.0

Valor de eficiencia energética:  $19.32 \text{ W/m}^2 = 3.70 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $68.33 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Edificio eléctrico (junto ed. soplantes) / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m

Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.67

Altura del local: 3.250 m

Base: 68.33 m<sup>2</sup>



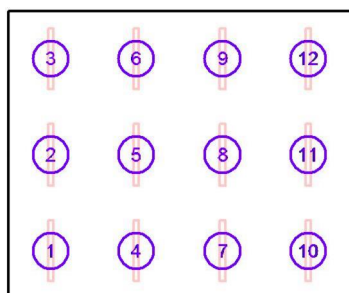
Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	27	/	/	/
Techo	27	/	/	/
Pared 1	27	( 0.000   0.000 )	( 9.050   0.000 )	9.050
Pared 2	27	( 9.050   0.000 )	( 9.050   7.550 )	7.550
Pared 3	27	( 9.050   7.550 )	( 0.000   7.550 )	9.050
Pared 4	27	( 0.000   7.550 )	( 0.000   0.000 )	7.550

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Edificio eléctrico (junto ed. soplantes) / Luminarias (lista de coordenadas)

### PHILIPS TCW216 2xTL-DR58W HFP

7231 lm, 110.0 W, 1 x 2 x TL-DR58W/840 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.130	1.260	3.250	0.0	0.0	0.0
2	1.130	3.780	3.250	0.0	0.0	0.0
3	1.130	6.300	3.250	0.0	0.0	0.0
4	3.390	1.260	3.250	0.0	0.0	0.0
5	3.390	3.780	3.250	0.0	0.0	0.0
6	3.390	6.300	3.250	0.0	0.0	0.0
7	5.650	1.260	3.250	0.0	0.0	0.0
8	5.650	3.780	3.250	0.0	0.0	0.0
9	5.650	6.300	3.250	0.0	0.0	0.0
10	7.910	1.260	3.250	0.0	0.0	0.0
11	7.910	3.780	3.250	0.0	0.0	0.0
12	7.910	6.300	3.250	0.0	0.0	0.0

## **Parking EDAR Madrid Sur**

Estudio lumínico parking EDAR Madrid Sur.

Nº de cliente:

Fecha: 02.02.2017  
Proyecto elaborado por: Nolter

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

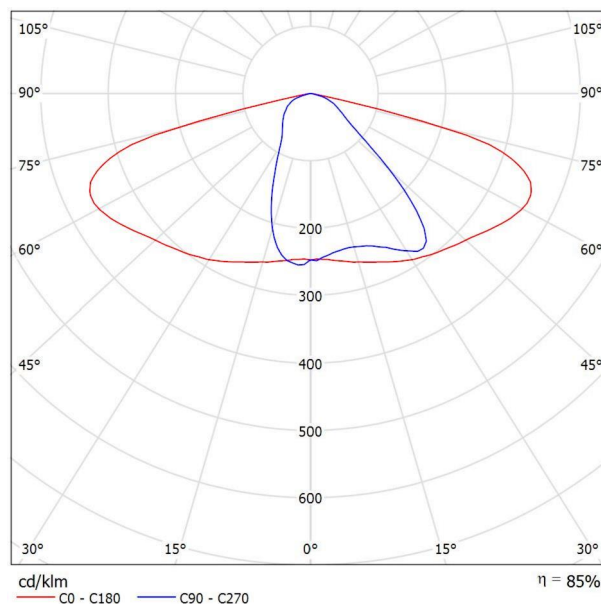
<b>Parking EDAR Madrid Sur</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>PHILIPS BGP204 1xLED100/740 DM</b>	
Hoja de datos de luminarias	3
<b>PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP</b>	
Hoja de datos de luminarias	4
Tabla UGR	5
<b>Escena exterior 1</b>	
Lista de luminarias	6
Luminarias (ubicación)	7
<b>Escenas de luz</b>	
<b>Escena de luz 3</b>	
Datos de planificación	8
Rendering (procesado) en 3D	9
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Zona aparcamiento</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	10
Gama de grises (E, perpendicular)	11
Gráfico de valores (E, perpendicular)	12
<b>Escena de luz 4</b>	
Datos de planificación	13
Rendering (procesado) en 3D	14
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Zona aparcamiento</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	15
Gama de grises (E, perpendicular)	16
Gráfico de valores (E, perpendicular)	17
<b>Escena de luz 5</b>	
Datos de planificación	18
Rendering (procesado) en 3D	19
Rendering (procesado) de colores falsos	20
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Zona aparcamiento</b>	
Isolíneas (E, perpendicular)	21
Gama de grises (E, perpendicular)	22
Gráfico de valores (E, perpendicular)	23

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BGP204 1xLED100/740 DM / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



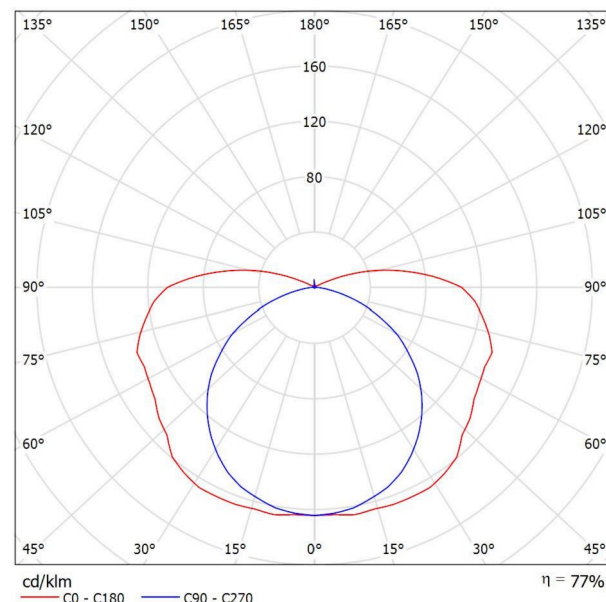
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 42 77 97 100 85

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por Noller  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 90  
Código CIE Flux: 35 62 84 90 77

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.2	18.6	17.7	19.0	19.5	15.2	16.5	15.6	17.0	17.4
	3H	20.0	21.2	20.4	21.7	22.2	16.4	17.6	16.9	18.1	18.6
	4H	21.4	22.6	21.9	23.0	23.6	16.8	18.0	17.3	18.5	19.0
	6H	22.8	23.9	23.3	24.4	24.9	17.1	18.2	17.6	18.7	19.2
	8H	23.4	24.5	24.0	25.0	25.6	17.1	18.2	17.6	18.7	19.3
4H	12H	24.1	25.1	24.6	25.7	26.2	17.1	18.2	17.7	18.7	19.3
	2H	17.8	19.0	18.3	19.5	20.0	16.3	17.5	16.8	17.9	18.5
	3H	20.8	21.9	21.4	22.4	22.9	17.8	18.9	18.4	19.4	20.0
	4H	22.5	23.4	23.0	23.9	24.5	18.5	19.4	19.0	19.9	20.5
	6H	24.1	24.9	24.6	25.5	26.1	18.9	19.7	19.4	20.3	20.9
8H	8H	24.8	25.6	25.4	26.2	26.9	19.0	19.8	19.6	20.4	21.0
	12H	25.6	26.3	26.2	26.9	27.6	19.1	19.8	19.7	20.4	21.0
	4H	22.8	23.6	23.4	24.2	24.8	19.7	20.4	20.2	21.0	21.7
	6H	24.7	25.4	25.3	26.0	26.6	20.5	21.1	21.1	21.7	22.4
	8H	25.7	26.3	26.3	26.9	27.6	20.8	21.4	21.4	22.0	22.7
12H	12H	26.7	27.2	27.3	27.8	28.6	21.0	21.5	21.6	22.2	22.9
	4H	22.8	23.6	23.4	24.1	24.8	20.0	20.7	20.6	21.3	22.0
	6H	24.8	25.4	25.4	26.0	26.7	21.1	21.7	21.7	22.3	23.0
	8H	25.9	26.4	26.5	27.0	27.8	21.5	22.1	22.2	22.7	23.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 2.0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.5					
Tabla estándar	BK12					BK13					
Sumando de corrección	9.6					3.9					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3350lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP / Tabla UGR

Luminaria: PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP

Lámparas: 1 x TL-D36W/840

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X                  Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.2	18.6	17.7	19.0	19.5	15.2	16.5	15.6	17.0	17.4
	3H	20.0	21.2	20.4	21.7	22.2	16.4	17.6	16.9	18.1	18.6
	4H	21.4	22.6	21.9	23.0	23.6	16.8	18.0	17.3	18.5	19.0
	6H	22.8	23.9	23.3	24.4	24.9	17.1	18.2	17.6	18.7	19.2
	8H	23.4	24.5	24.0	25.0	25.6	17.1	18.2	17.6	18.7	19.3
	12H	24.1	25.1	24.6	25.7	26.2	17.1	18.2	17.7	18.7	19.3
4H	2H	17.8	19.0	18.3	19.5	20.0	16.3	17.5	16.8	17.9	18.5
	3H	20.8	21.9	21.4	22.4	22.9	17.8	18.9	18.4	19.4	20.0
	4H	22.5	23.4	23.0	23.9	24.5	18.5	19.4	19.0	19.9	20.5
	6H	24.1	24.9	24.6	25.5	26.1	18.9	19.7	19.4	20.3	20.9
	8H	24.8	25.6	25.4	26.2	26.9	19.0	19.8	19.6	20.4	21.0
	12H	25.6	26.3	26.2	26.9	27.6	19.1	19.8	19.7	20.4	21.0
8H	4H	22.8	23.6	23.4	24.2	24.8	19.7	20.4	20.2	21.0	21.7
	6H	24.7	25.4	25.3	26.0	26.6	20.5	21.1	21.1	21.7	22.4
	8H	25.7	26.3	26.3	26.9	27.6	20.8	21.4	21.4	22.0	22.7
	12H	26.7	27.2	27.3	27.8	28.6	21.0	21.5	21.6	22.2	22.9
12H	4H	22.8	23.6	23.4	24.1	24.8	20.0	20.7	20.6	21.3	22.0
	6H	24.8	25.4	25.4	26.0	26.7	21.1	21.7	21.7	22.3	23.0
	8H	25.9	26.4	26.5	27.0	27.8	21.5	22.1	22.2	22.7	23.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.5				
Tabla estándar		BK12					BK13				
Sumando de corrección		9.6					3.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3350lm Flujo luminoso total											

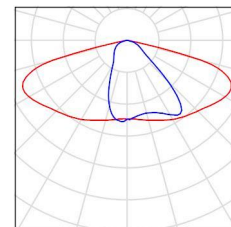
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

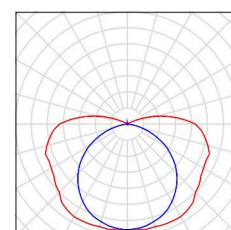
## Escena exterior 1 / Lista de luminarias

10 Pieza PHILIPS BGP204 1xLED100/740 DM  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 9350 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 11000 lm  
Potencia de las luminarias: 89.5 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 42 77 97 100 85  
Lámpara: 1 x LED100/740/- (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



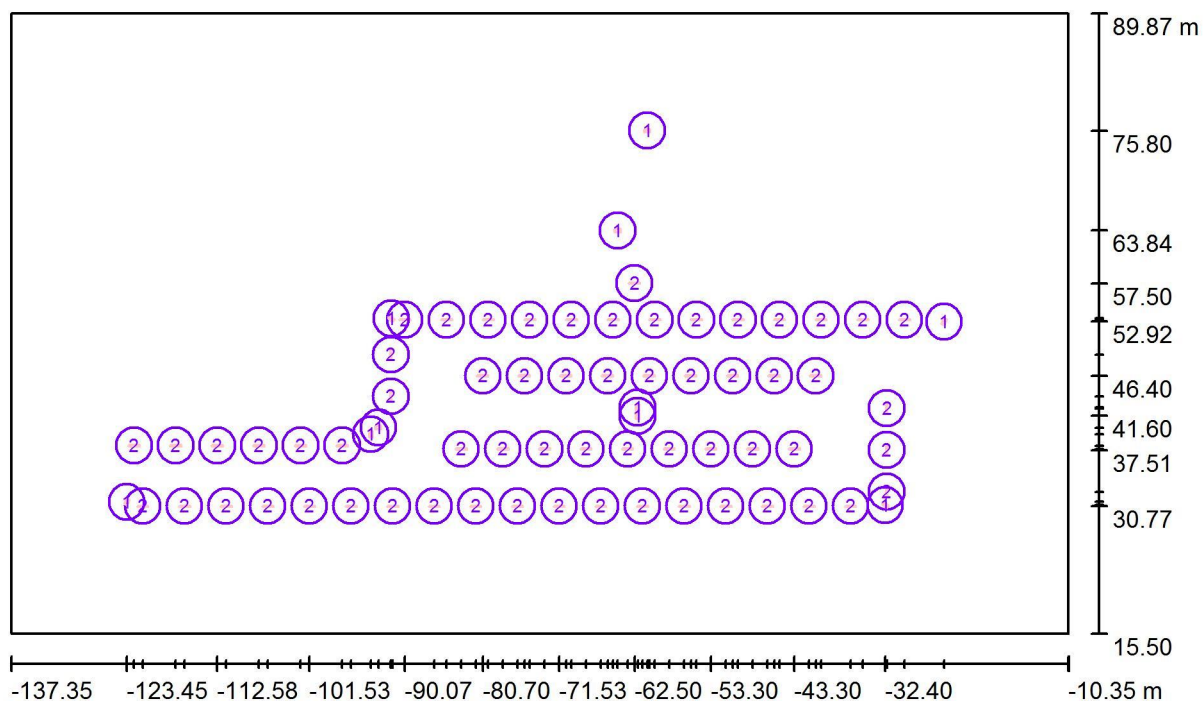
61 Pieza PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2579 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3350 lm  
Potencia de las luminarias: 36.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 90  
Código CIE Flux: 35 62 84 90 77  
Lámpara: 1 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por Noller  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Luminarias (ubicación)



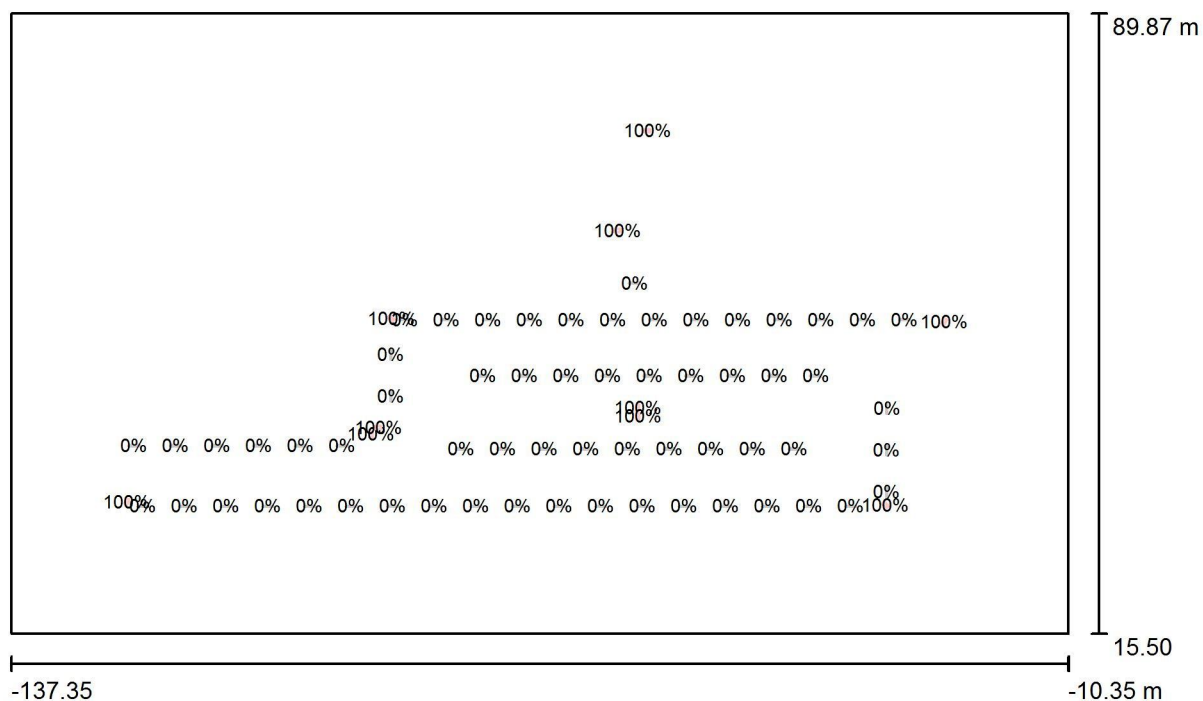
Escala 1 : 908

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	10	PHILIPS BGP204 1xLED100/740 DM
2	61	PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 3 / Datos de planificación

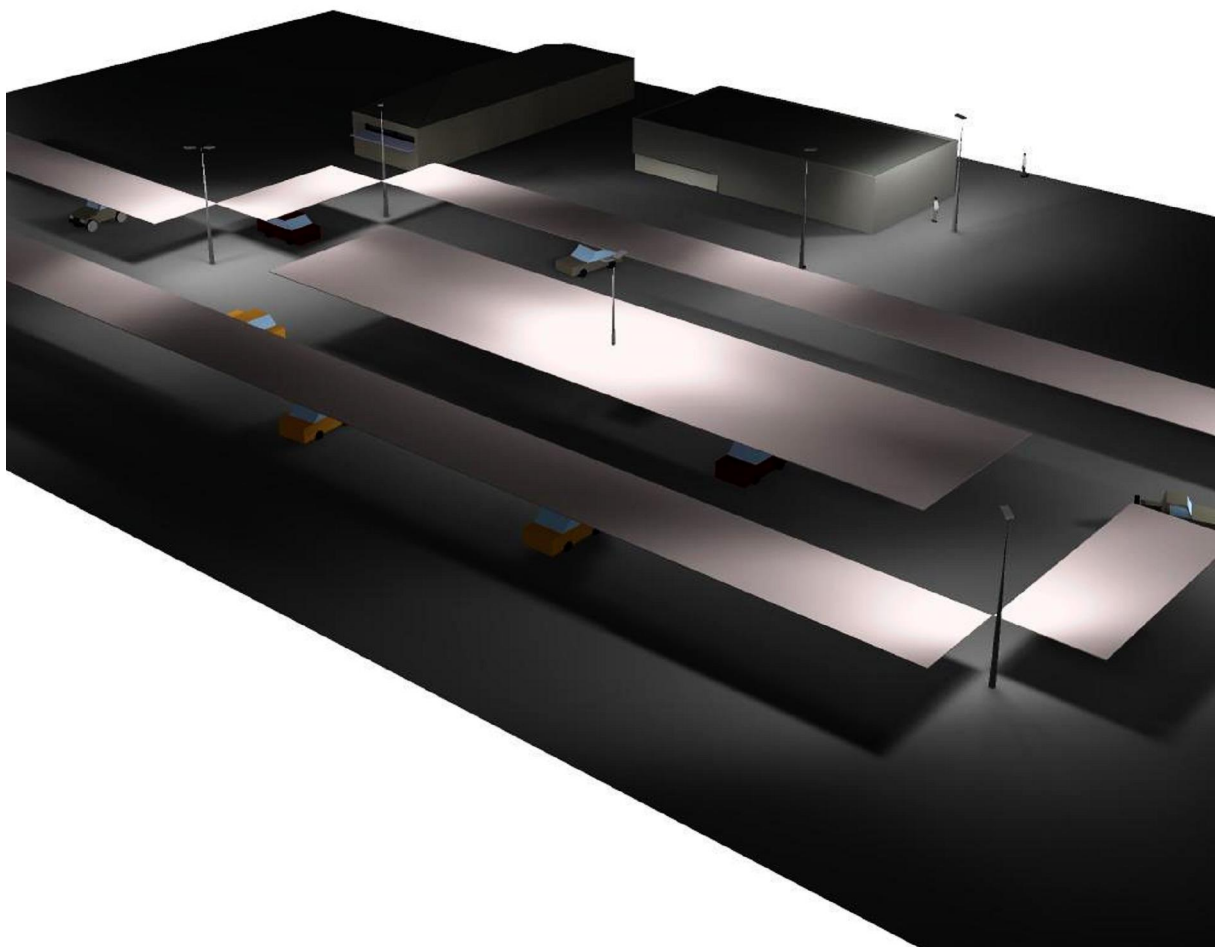


Escala 1 : 908

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	farolas (PHILIPS BGP204 1xLED100/740 DM)	100
	Todas las demás luminarias	0

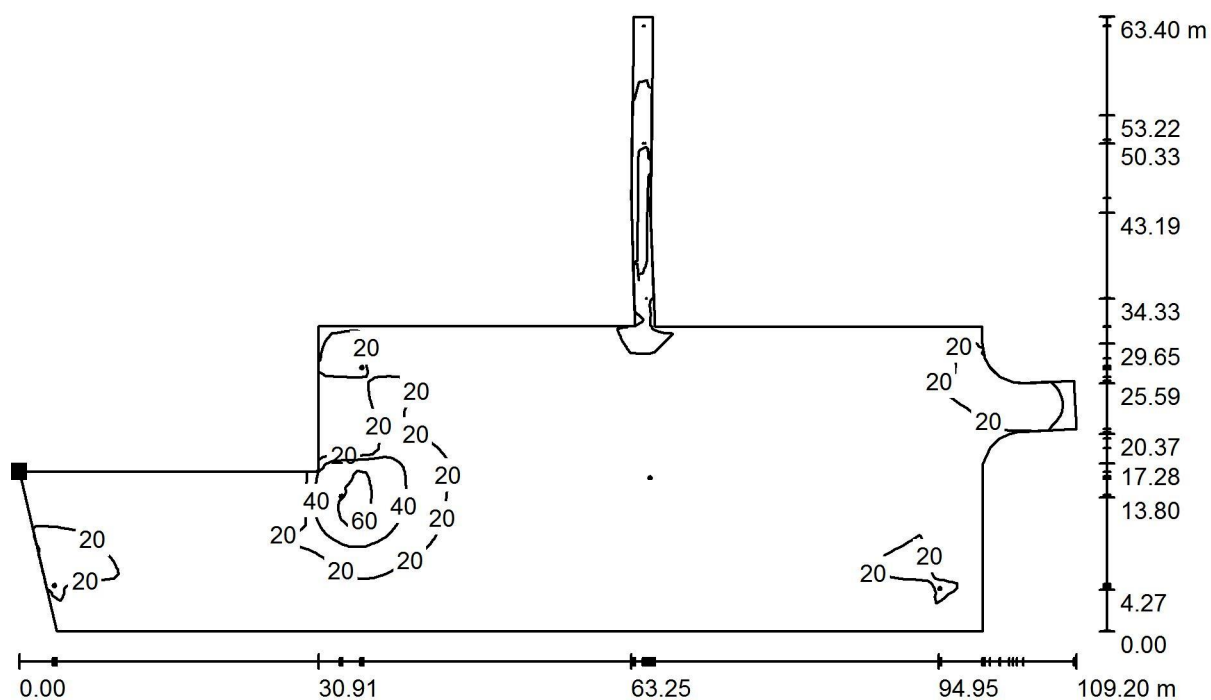
Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 3 / Rendering (procesado) en 3D



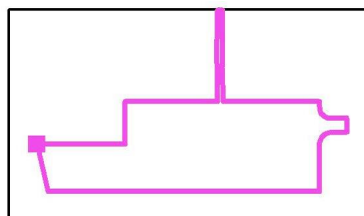
Proyecto elaborado por Nokter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 3 / Zona aparcamiento / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 781

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
10

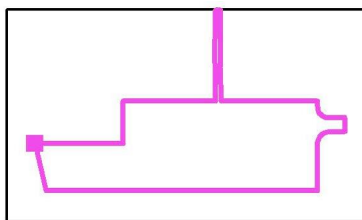
$E_{min}$  [lx]  
0.20

$E_{max}$  [lx]  
68

$E_{min} / E_m$   
0.020

$E_{min} / E_{max}$   
0.003

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)


$$E_m [Ix]$$
$$E_{\min} [Ix] = 0.20$$
$$E_{\max} [Ix] = 68$$
$$E_{\min} / E_m$$

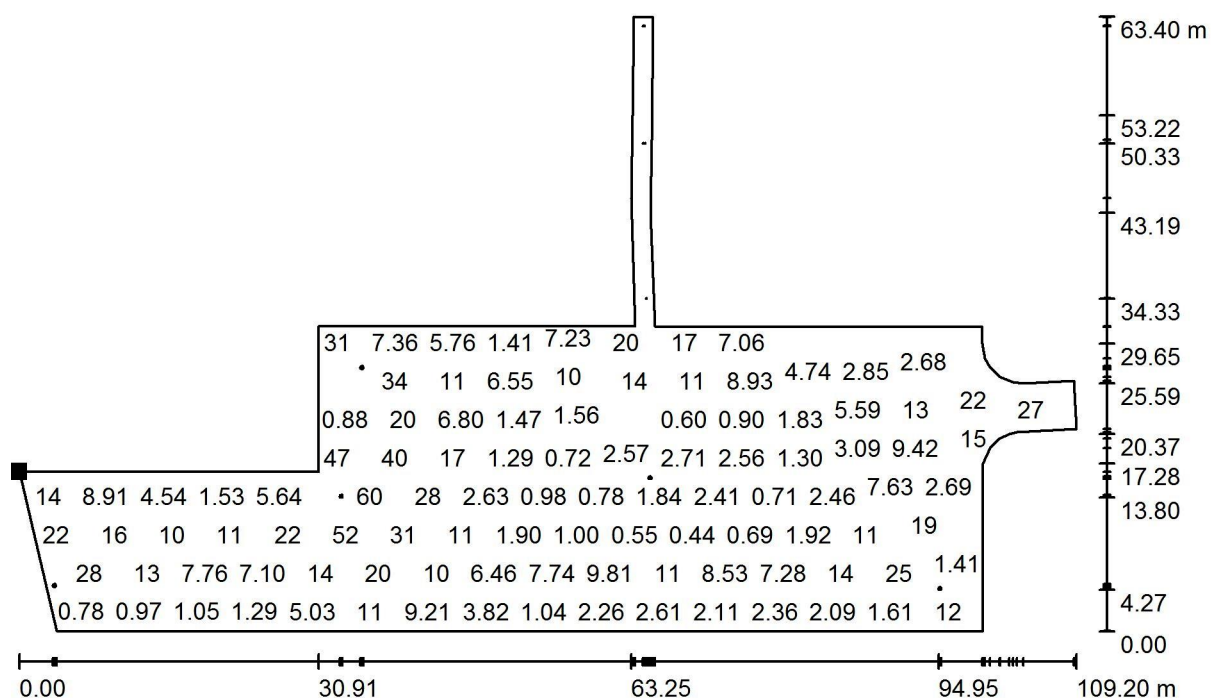
0.020

$$E_{\min} / E_{\max}$$

0.003

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

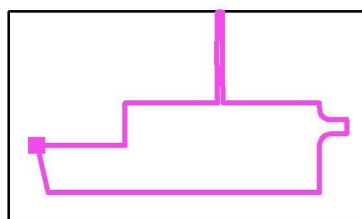
# Escena exterior 1 / Escena de luz 3 / Zona aparcamiento / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 781

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
0.20

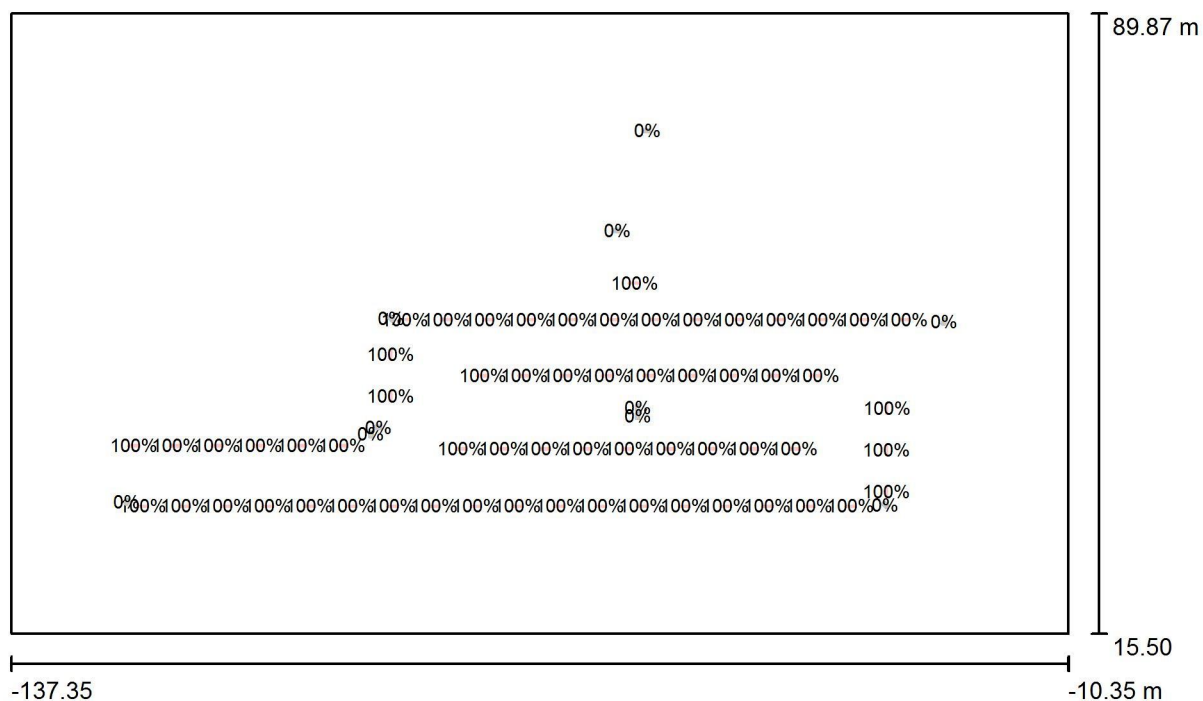
$E_{max}$  [lx]  
68

$E_{min} / E_m$   
0.020

$E_{min} / E_{max}$   
0.003

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 4 / Datos de planificación

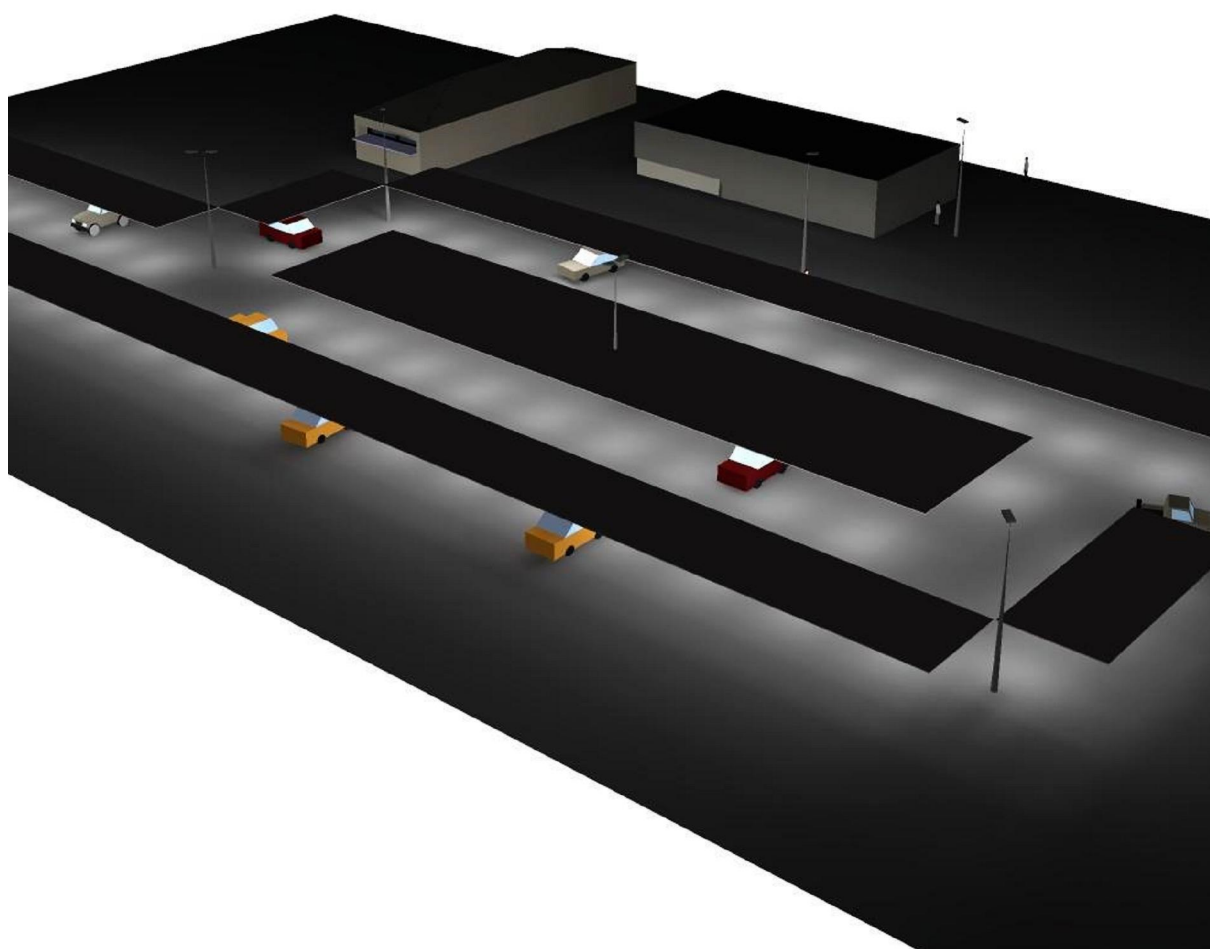


Escala 1 : 908

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	fluorescentes (PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP)	100
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

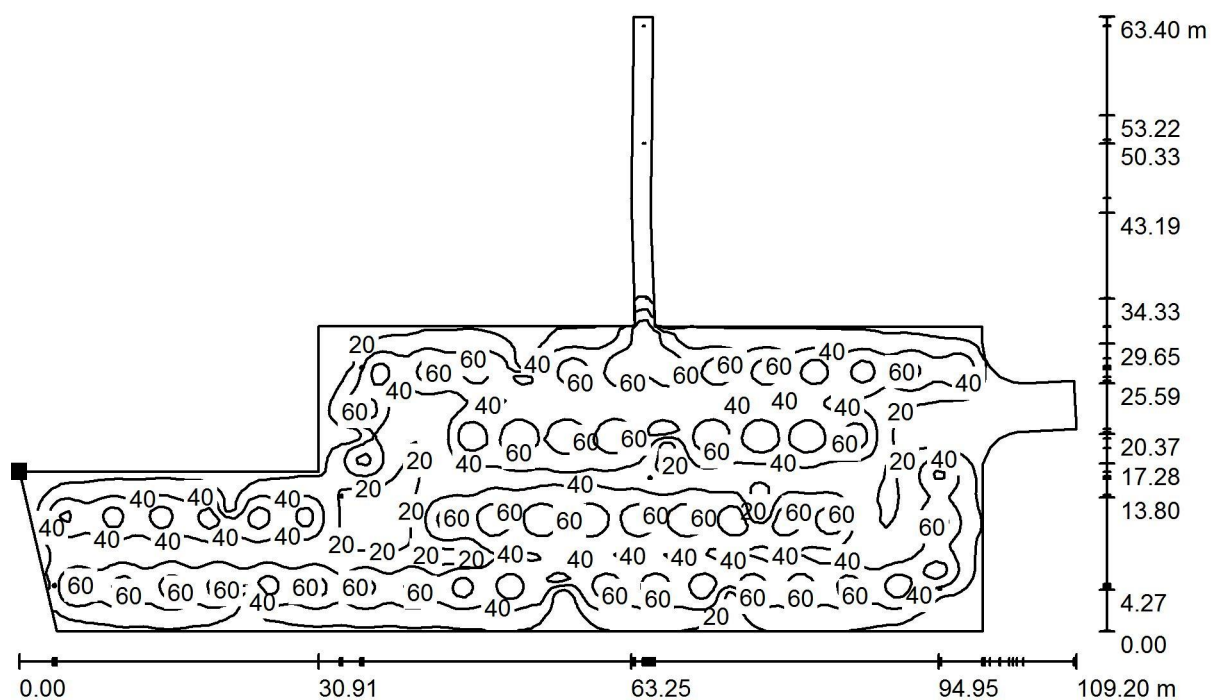
## Escena exterior 1 / Escena de luz 4 / Rendering (procesado) en 3D





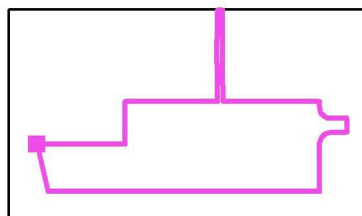
Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

# Escena exterior 1 / Escena de luz 4 / Zona aparcamiento / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 781

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
39

$E_{min}$  [lx]  
0.49

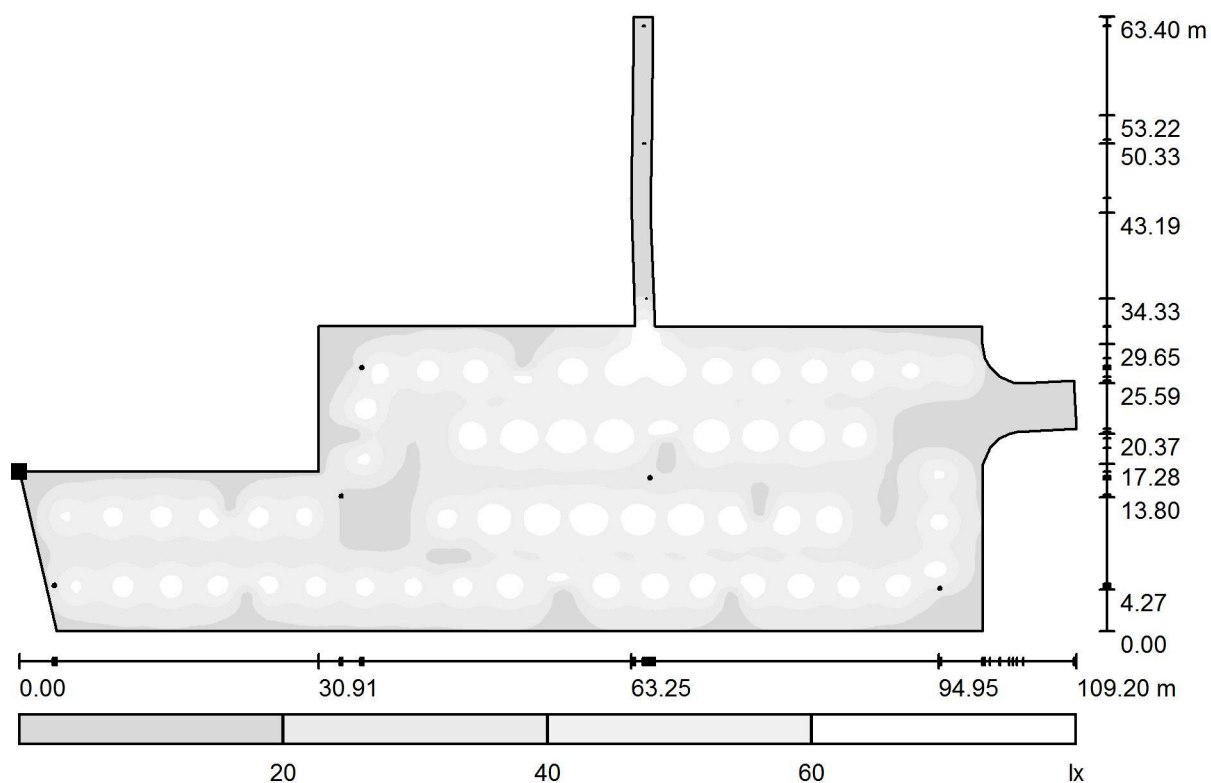
$E_{max}$  [lx]  
83

$E_{min} / E_m$   
0.013

$E_{min} / E_{max}$   
0.006

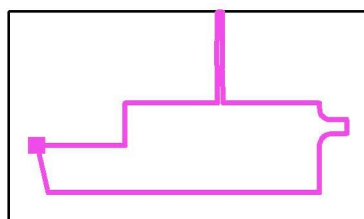
Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Escena de luz 4 / Zona aparcamiento / Gama de grises (E, perpendicular)**



Escala 1 : 781

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m [lx]$   
39

$E_{min} [lx]$   
0.49

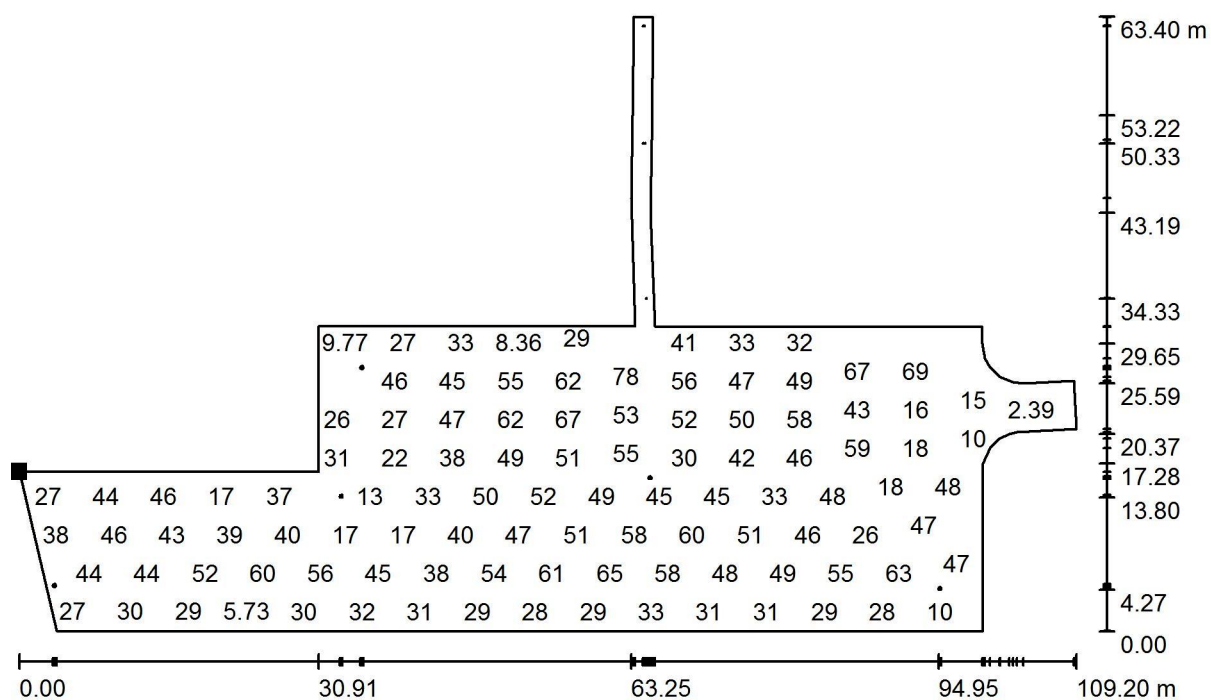
$E_{max} [lx]$   
83

$E_{min} / E_m$   
0.013

$E_{min} / E_{max}$   
0.006

Proyecto elaborado por Noller  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

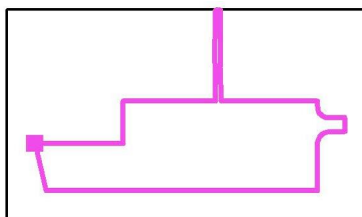
## Escena exterior 1 / Escena de luz 4 / Zona aparcamiento / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 781

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
39

$E_{min}$  [lx]  
0.49

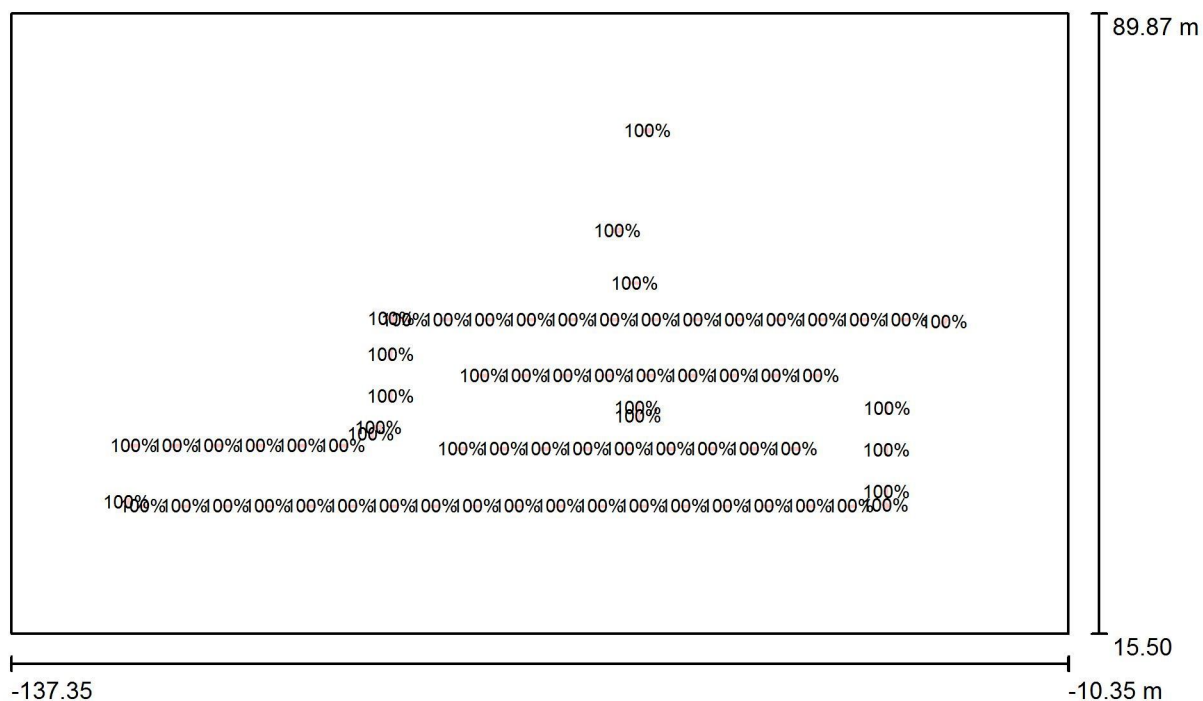
$E_{max}$  [lx]  
83

$E_{min} / E_m$   
0.013

$E_{min} / E_{max}$   
0.006

Proyecto elaborado por Noller  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 5 / Datos de planificación

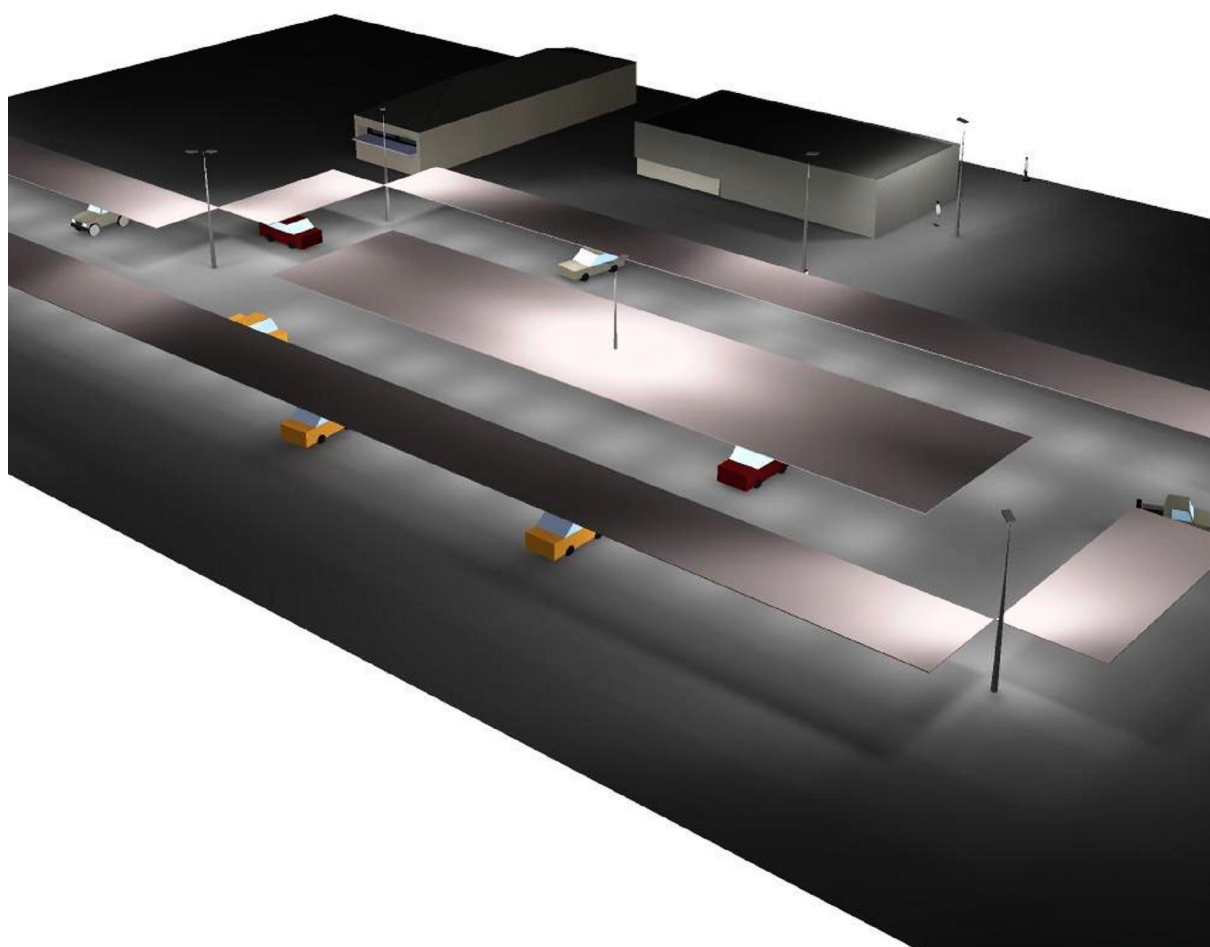


Escala 1 : 908

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	farolas (PHILIPS BGP204 1xLED100/740 DM)	100
2	fluorescentes (PHILIPS TCW216 1xTL-D36W HFP)	100
	Todas las demás luminarias	0

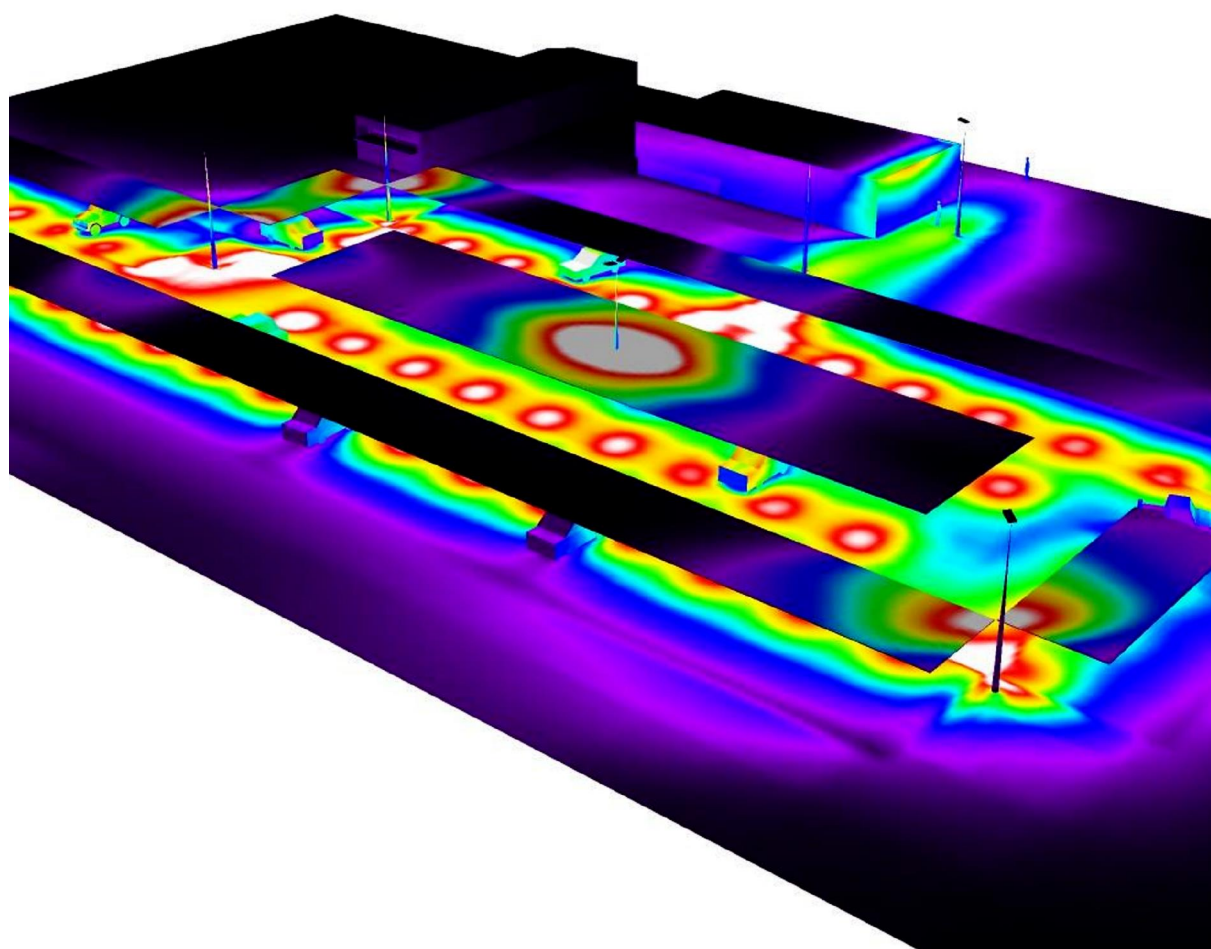
Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 5 / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

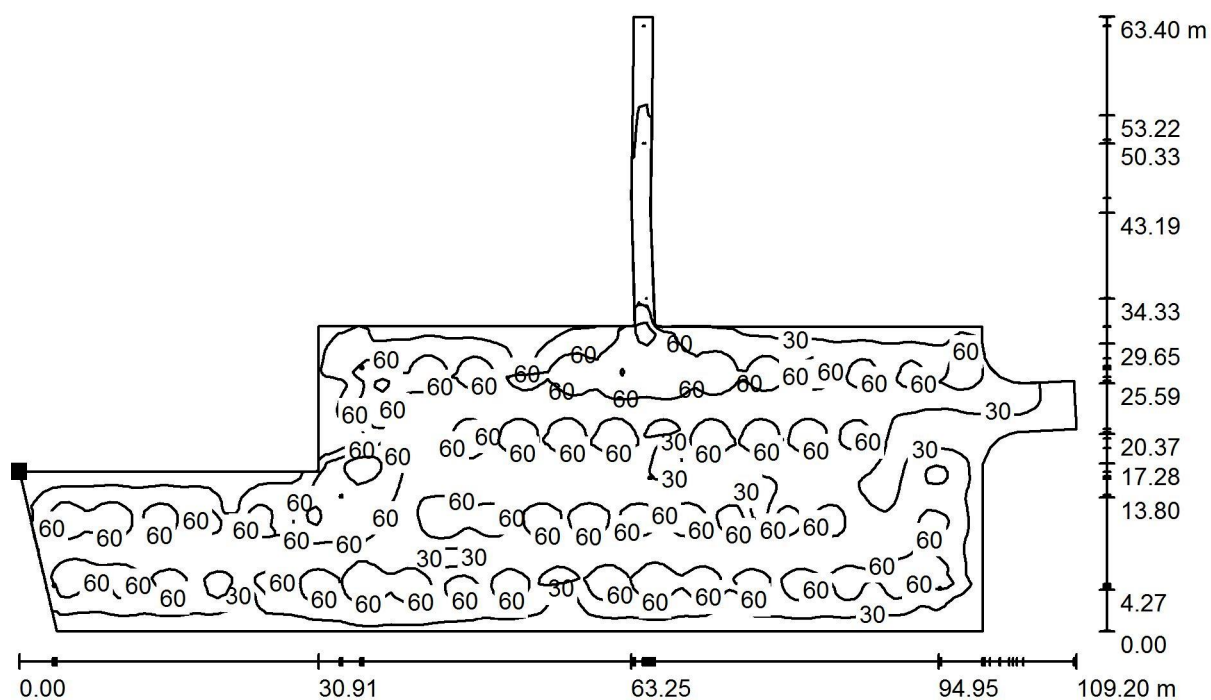
**Escena exterior 1 / Escena de luz 5 / Rendering (procesado) de colores falsos**



0 10 20 30 40 50 60 70 80 lx

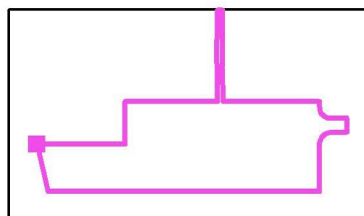
Proyecto elaborado por Noller  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Escena exterior 1 / Escena de luz 5 / Zona aparcamiento / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 781

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
49

$E_{min}$  [lx]  
4.45

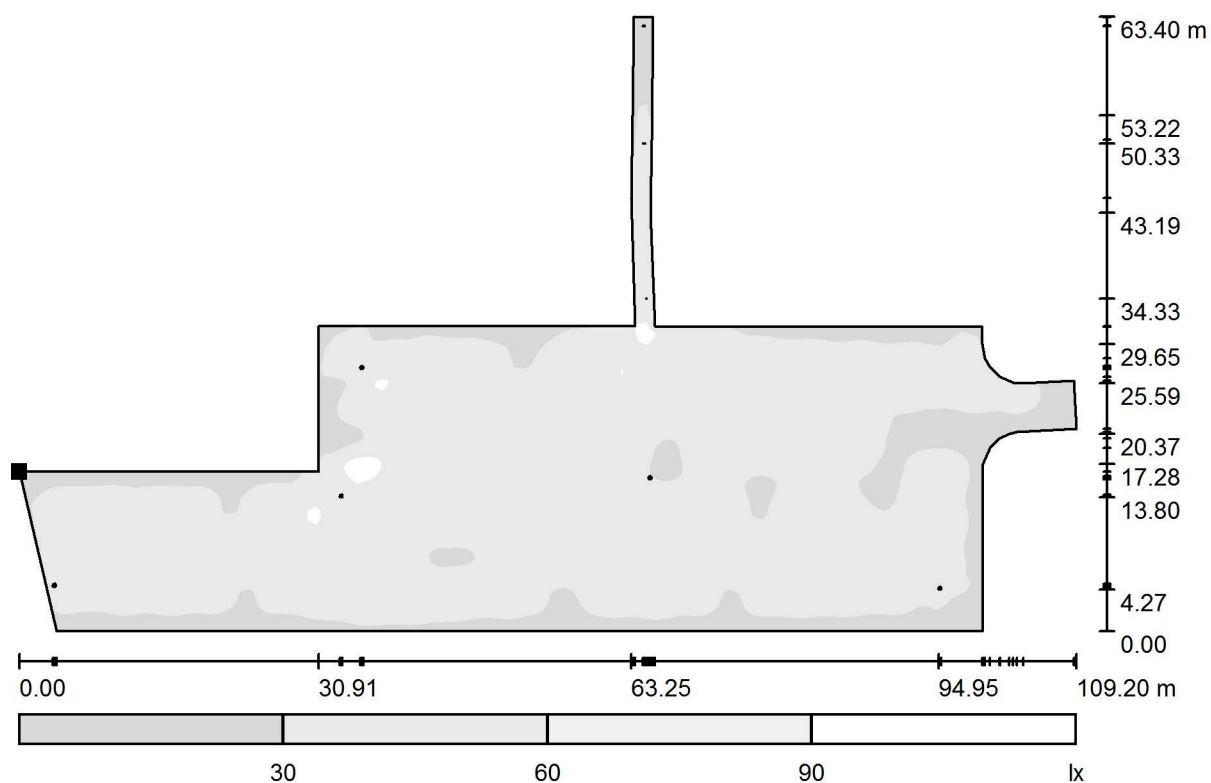
$E_{max}$  [lx]  
119

$E_{min} / E_m$   
0.091

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

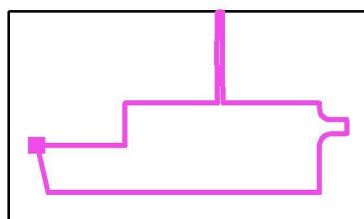
Proyecto elaborado por Nolter  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Escena exterior 1 / Escena de luz 5 / Zona aparcamiento / Gama de grises (E, perpendicular)**



Escala 1 : 781

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
49

$E_{min}$  [lx]  
4.45

$E_{max}$  [lx]  
119

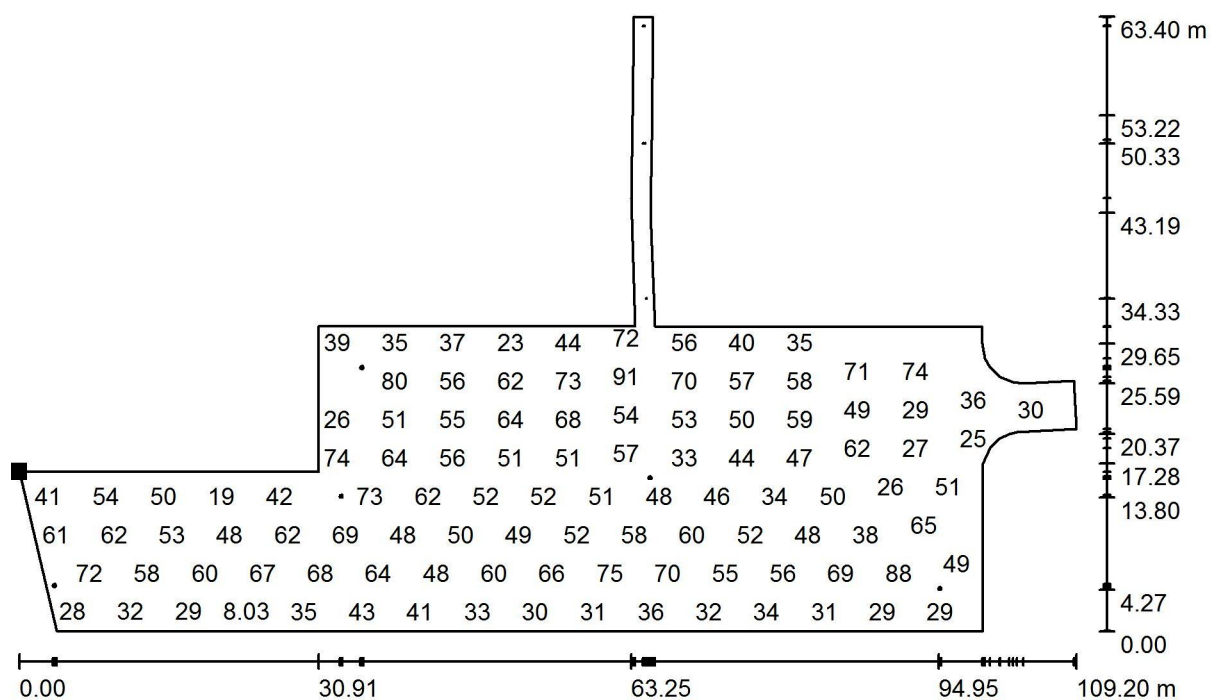
$E_{min} / E_m$   
0.091

$E_{min} / E_{max}$   
0.037



Proyecto elaborado por Noller  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

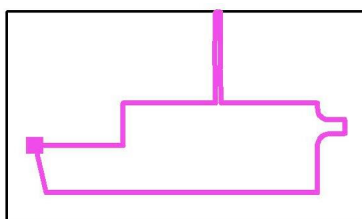
## Escena exterior 1 / Escena de luz 5 / Zona aparcamiento / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 781

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-127.260 m, 42.683 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
49

$E_{min}$  [lx]  
4.45

$E_{max}$  [lx]  
119

$E_{min} / E_m$   
0.091

$E_{min} / E_{max}$   
0.037

### **APÉNDICE 3.- ESTUDIO DE NECESIDAD DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO**

**Proyecto: 23461\_EDAR MADRID SUR****Ubicación: Madrid****Realizado por: NOLTER, NOLTER****Realizado para: CANAL DE ISABEL II**

## Informe de resultados obtenidos con Nimbus Project SU8

Según Código Técnico de Edificación, Sección SU8, seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

### 1. Necesidad de la instalación

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

#### 1.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos $N_e$

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ no. impactos / año}$$

- Densidad de impactos sobre el terreno:  $N_g = 2.00$  no. impactos / año, Km<sup>2</sup>
- Superficie de captura equivalente:  $A_e = 432996$  m<sup>2</sup>  
(Según medidas edificio: H:20.00 L:750.00 I:300.00 Ed. alto H:50.00 m)
- Coeficiente relacionado con el entorno:  $C_1 = 1$   
(Situación estructura: Aislada)



Por lo tanto:

$$N_e = 0.8660 \text{ no. impactos / año}$$

#### 1.2 Cálculo del riesgo admisible $N_a$

$$N_a = ( 5.5 / C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 ) \cdot 10^{-3}$$

- Coeficiente en función del tipo de construcción:  $C_2 = 1$   
(Estructura de hormigón - Cubierta metálica)
- Coeficiente en función del contenido del edificio:  $C_3 = 1$   
(Otros contenidos)
- Coeficiente en función del uso del edificio:  $C_4 = 1$   
(Resto de edificios)
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio:  $C_5 = 1$   
(Resto)

Por lo tanto:

$$N_a = 5.500e-3$$

### 1.3 Conclusión ¿Es necesario instalar una protección?

$$N_e > N_a$$

$$0.8660 > 0.0055$$

ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

## 2. Tipo de instalación

### 2.1 Eficiencia requerida

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (N_a / N_e) = 1 - (0.0055 / 0.8660) = 0.99$$

### 2.2 Nivel de protección

La siguiente tabla determina el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida:

	Nivell de protecció
$E \geq 0.98$	1
$0.95 \leq E < 0.98$	2
$0.80 \leq E < 0.95$	3
$0 \leq E < 0.80$	4

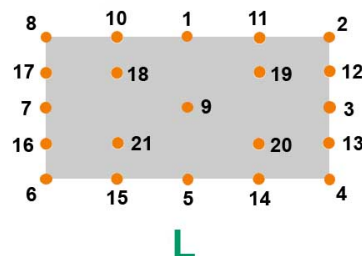
En este proyecto el nivel de protección es 1

## 3. Pararrayos recomendado

A partir de la colocación del pararrayos (9) se determina que la mayor distancia a proteger es de 403.89 m.

Con todos los datos obtenidos de los puntos anteriores, Cirprotec le recomienda:

Instalar MÁS DE UN PARARRAYOS



**Proyecto: 23462\_EDAR MADRID SUR UNE21886****Ubicación: Madrid****Realizado por: NOLTER, NOLTER****Realizado para: CANAL DE ISABEL II**

## Informe de resultados obtenidos con Nimbus Project

Según UNE 21186 (*Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivos de cebado (PDC)*)

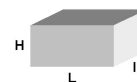
### 1. Necesidad de la instalación

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_d$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_c$ .

#### 1.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos $N_d$

$$N_d = N_g \cdot 1,1 \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ no. impactos / año}$$

- Densidad de impactos sobre el terreno:  $N_g = 2.00$  no. impactos / año, Km<sup>2</sup>
- Superficie de captura equivalente:  $A_e = 432996$  m<sup>2</sup>  
(Según medidas edificio: H:20.00 L:750.00 I:300.00 Ed. alto H:50.00 m)
- Coeficiente relacionado con el entorno:  $C_1 = 1$   
(Situación estructura: Aislada)



Por lo tanto:

$$N_d = 0.9526 \text{ no. impactos / año}$$

#### 1.2 Cálculo del riesgo admisible $N_c$

$$N_c = ( 3 / C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 ) \cdot 10^{-3}$$

- Coeficiente en función del tipo de construcción:  $C_2 = 1$   
(Estructura común - Cubierta metálica)
- Coeficiente en función del contenido del edificio:  $C_3 = 2$   
(Valor común o normalmente inflamable)
- Coeficiente en función del uso del edificio:  $C_4 = 0.5$   
(No ocupada)
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio:  $C_5 = 5$   
(Necesidad de continuidad en el servicio y alguna consecuencia sobre el entorno)

Por lo tanto:

$$N_c = 6.000e-4$$

### 1.3 Conclusión ¿Es necesario instalar una protección?

$$N_d > N_c$$

$$0.9526 > 0.0006$$

ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

## 2. Tipo de instalación

### 2.1 Eficiencia requerida

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (N_c / N_d) = 1 - (0.0006 / 0.9526) = 1.00$$

### 2.2 Nivel de protección

La siguiente tabla determina el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida:

	Nivell de protecció
$E \geq 0.98$	1
$0.95 \leq E < 0.98$	2
$0.80 \leq E < 0.95$	3
$0 \leq E < 0.80$	4

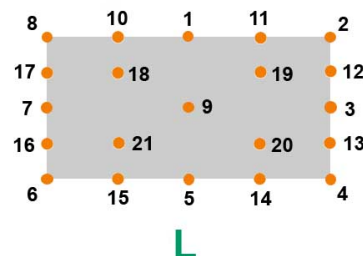
En este proyecto el nivel de protección es 1

## 3. Pararrayos recomendado

A partir de la colocación del pararrayos (9) se determina que la mayor distancia a proteger es de 403.89 m.

Con todos los datos obtenidos de los puntos anteriores, Cirprotec le recomienda:

Instalar MÁS DE UN PARARRAYOS



## ANEJO Nº 12.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

## INDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO Y CONTENIDO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>6</b>
2.1	Orden general de actuaciones .....	6
2.2	Desarrollo particular de actuaciones e interferencias .....	7
2.2.1	<i>Actuación 1. Tratamiento de caudales aliviados .....</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Actuación 2. Ejecución del nuevo aparcamiento .....</i>	<i>15</i>
2.2.3	<i>Actuación 3. Sustitución de las dos campanas gasométricas actuales correspondientes al almacenamiento de biogás de baja presión por gasómetros de membranas. ....</i>	<i>15</i>
2.2.4	<i>Actuación 4. Ejecución de cerramiento y cubierta en el edificio de tamizado de fangos. Sustitución de tamices actuales por unos de mayor capacidad y rendimiento. Nuevo equipo de desodorización. ....</i>	<i>16</i>
<b>3</b>	<b>DIAS ÚTILES DE TRABAJO .....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>ACTIVIDADES BÁSICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....</b>	<b>17</b>
4.1	Compra, fabricación y transporte de equipos.....	17
4.2	Primera instalación.....	17
4.3	Secuencia de los trabajos de obra civil.....	18
4.4	Secuencia de los trabajos de obra civil en redes.....	19
4.5	Montaje de equipos .....	19
4.5.1	<i>Personal.....</i>	<i>20</i>
4.5.2	<i>Secuencia y equipos de trabajo.....</i>	<i>20</i>
4.5.3	<i>Maquinaria.....</i>	<i>20</i>
4.5.4	<i>Ejecución .....</i>	<i>21</i>
4.5.5	<i>Pruebas de funcionamiento .....</i>	<i>21</i>
<b>5</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>21</b>
5.1	Pruebas de materiales y unidades de obra civil .....	21
5.2	Pruebas de materiales y elementos de taller.....	21
5.3	Pruebas de materiales y elementos de obra.....	21
5.4	Pruebas de materiales y elementos de laboratorio .....	21
5.5	Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha.....	22
<b>6</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE OBRA CIVIL.....</b>	<b>23</b>
6.1	Desbroce.....	23
6.2	Excavación en vaciados y zanjas.....	24
6.3	Terraplenes y rellenos .....	24
6.4	Demoliciones .....	24



6.5	Hormigón en masa y armado .....	24
6.6	Ferrallas .....	25
6.7	Montaje de encofrados y piezas prefabricadas .....	25
6.8	Equipo de edificación y albañilería.....	26
6.9	Estructuras metálicas .....	26
6.10	Equipo de oxicorte. ....	26
6.11	Tuberías en la planta y redes en urbanización.....	26
6.12	Urbanización y pavimentos de hormigón .....	27

## 1 OBJETO Y CONTENIDO

La Ley 17/1984 reguladora del Abastecimiento y Saneamiento del agua en la Comunidad de Madrid establece que los servicios de aducción y depuración son de interés de la Comunidad de Madrid, a la que corresponde la planificación general, con formulación de esquemas de infraestructuras y definición de criterios, en orden a dotar a todos sus ciudadanos de un abastecimiento con garantía de calidad y cantidad.

Canal de Isabel II Gestión S.A. es la empresa responsable de la Gestión Integral del ciclo del agua en la Comunidad de Madrid prestando sus servicios a 6,5 millones de habitantes.

Entre las numerosas instalaciones de depuración de aguas residuales que gestiona Canal Gestión, se encuentra la EDAR Sur, que se encuentra ubicada en el término municipal de Getafe junto al río Manzanares, disponiendo de una capacidad de tratamiento para 2.937.600 habitantes equivalentes y un caudal de 550.235 m<sup>3</sup>/d.

En la actualidad, la planta depuradora necesita diversas actuaciones complementarias para el tratamiento de los caudales que excedan del máximo de diseño (caudales aliviados) y adaptar las instalaciones de tamizado de fangos a las prescripciones de la Ley de Calidad de aire y Protección de la Atmósfera. Por tanto, esta instalación debe acometer una serie mejora de sus instalaciones para dar cumplimiento a los siguientes requerimientos legales y ambientales:

- o Artículo 259 relativo al desbordamiento de sistemas de saneamiento en episodios de lluvia, del RD 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, en el que se indica que los aliviaderos de entrada de la depuradora deberán dotarse de los elementos pertinentes para reducir la evacuación al medio receptor de, al menos, sólidos gruesos y flotantes.
- o Resolución de la D.G. de Evaluación Ambiental por la que se otorga la autorización administrativa establecida en la ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera de la EDAR Sur (de 11 de febrero de 2015) indica que la zona de tamices de fangos primarios deberá ser confinada y dotada del tratamiento de desodorización correspondiente, dando plazo de tres años para la realización de esta modificación.

Las obras e instalaciones que se describen en el presente proyecto tienen por objeto definir y valorar las obras e instalaciones necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos legales indicados, y que a continuación se relacionan numerando las actuaciones a realizar en este proyecto:

1. **Actuación nº 1:** Se construirá **un tratamiento de caudales aliviados**. La zona donde se llevará a cabo esta obra se destina actualmente a aparcamiento disponiendo éste de una superficie pavimentada y marquesinas. Este **nuevo tratamiento** se plantea mediante un conjunto de canales, desbastes de gruesos y finos y un tamizado final. Se **construirá un nuevo edificio**, para alojar los nuevos elementos de apartamentación eléctrica de Baja Tensión. Independiente a este nuevo edificio, **se colocará un nuevo centro de transformación**, ejecutando las conexiones eléctricas correspondientes.

2. **Actuación nº 2:** Se construirá un **nuevo aparcamiento** más amplio y de mayor capacidad que el existente, en una zona libre de la depuradora próxima a la entrada actual a la EDAR. en el interior de su parcela.
3. **Actuación nº 3:** Se **sustituirán las dos campanas gasométricas actuales** correspondientes al almacenamiento de biogás de baja presión **por gasómetros de membranas** aprovechando la obra civil existente.
4. **Actuación nº 4:** Se aislará mediante **un cerramiento y una nueva cubierta, el edificio de tamizado de fangos primarios** y **se tratará el aire viciado mediante un equipo de desodorización**. También se sustituirán los tamices actuales de fangos por otros equipos de escalera de mayor capacidad y rendimiento.



A efectos de programación, se han tenido en cuenta una serie de recursos tipo, sus rendimientos unitarios, el volumen de obras a realizar y las actividades en las que se divide la obra, obteniendo finalmente una valoración de la duración aproximada de la obra, que se traslada a la memoria del proyecto.

También, se han tenido en cuenta todas las relaciones entre las distintas actividades que forman parte de la obra, su orden de ejecución y la o las actividades a las que cada una de ellas se encuentra supeditada.

Para minimizar las afecciones e interferencias a la explotación de la EDAR, la ejecución de las obras deberá realizarse de acuerdo a los siguientes criterios:

- o Asegurar, en lo posible, la continuidad del servicio de los procesos.
- o Compartimentar y concentrar la ejecución de los nuevos elementos y de las nuevas instalaciones por áreas concretas con las mínimas interferencias en las actividades de

explotación y las de ejecución. Se evita de esta forma el que distintas actuaciones perjudiquen significativamente a los procesos de tratamiento que se quieren mejorar.

Para establecer la duración se ha valorado la magnitud de las unidades empleadas, con periodos de ejecución que permitan una realización ajustada, sin demasiadas holguras, pero realistas con una obra de estas características.

Con más detalle se han establecido relaciones entre tareas, ya que realmente estos vínculos sí que nos llevan a conocer el camino crítico de la obra, y fundamentalmente se han centrado en evitar las interferencias con la explotación de la propia EDAR., asegurando, en lo posible, la continuidad del servicio de los procesos.

Las estimaciones se han representado de forma gráfica en el diagrama de barras o Gantt. Asimismo se ha incluido en el diagrama de Gantt el camino crítico representado en color rojo.

Las actividades consideradas en el plan de obra son las que se han previsto de mayor entidad e importancia para el desarrollo general de la obra, habiéndose englobado aquellas menos importantes, bien por su escasa cuantía económica o por su carácter poco decisivo, en las actividades mayores representadas.

El plazo total obtenido es de **36 meses**.

## 2 DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 2.1 Orden general de actuaciones

Para establecer el orden de las actuaciones en la ejecución de los trabajos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Se darán comienzo los trabajos con la **Actuación 2**, ya que para ejecutar el nuevo tratamiento de caudales aliviados, será necesario acometer previamente el nuevo aparcamiento.
- b. Simultáneamente se iniciará la **Actuación 1** con la construcción del nuevo centro de transformación y edificio de cuadros eléctricos para el nuevo tratamiento de caudales aliviados.

De esta manera el orden de ejecución se plantea:

- 1) Actuación 1: Construcción del nuevo edificio de cuadros eléctricos y nuevo centro de transformación "CT Alivio", e inicio de las obras incluidas en la Actuación 2.- Nuevo aparcamiento

Una vez se haya terminado el nuevo aparcamiento se podrá proceder a la ejecución del resto de obras e instalaciones incluidas en la Actuación 1 (Tratamiento de caudales aliviados).

- 2) Actuación 3: Remodelación de gasómetros existentes
- 3) Actuación 4: Tamizado de fangos primarios

En general, las actuaciones se sucederán gradualmente en el tiempo con el objetivo de no afectar a dos o más zonas de la EDAR simultáneamente, reduciendo las interferencias con el funcionamiento de las instalaciones existentes.

Como excepción particular, la ejecución del nuevo aparcamiento comenzará simultáneamente con el inicio de la actuación 1 Tratamiento de caudales aliviados, ya que las obras del nuevo aparcamiento se realizarán en una zona no ocupada en la actualidad por instalaciones de la EDAR.

Las actuaciones ***se sucederán gradualmente en el tiempo***, para evitar interferencias con el funcionamiento de las instalaciones existentes.

## **2.2 Desarrollo particular de actuaciones e interferencias**

### **2.2.1 Actuación 1. Tratamiento de caudales aliviados**

Se construirá una instalación de desbaste y tamizado aguas abajo del aliviadero general de la EDAR para retener los sólidos y flotantes que se vierten al río en los episodios de lluvias que se exceda el caudal máximo de diseño de la planta. La zona donde se llevará a cabo esta obra se destina actualmente a aparcamiento y cuenta con superficie pavimentada y marquesinas.

Se incluye en esta actuación la construcción de un nuevo edificio de cuadros eléctricos y un centro de transformación adicional ya que el actual no dispone de potencia suficiente.

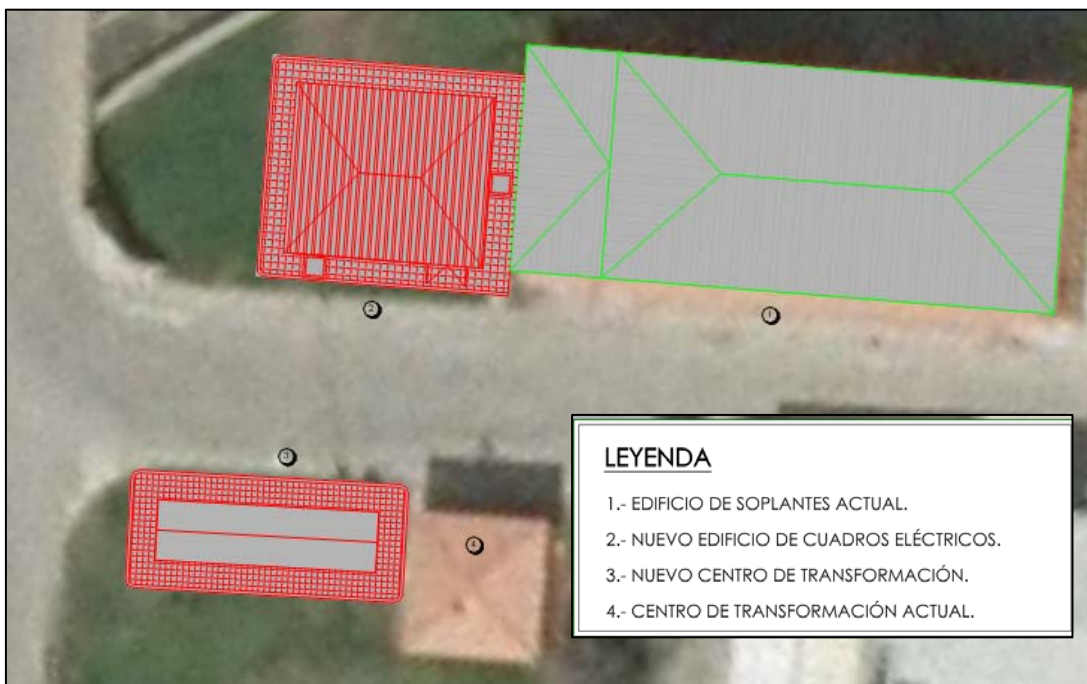
Se plantea los siguientes trabajos a ejecutar en esta actuación:

#### **1) Construcción del nuevo edificio de cuadros eléctricos y nuevo centro de transformación:**

Se acometerán los siguientes trabajos:

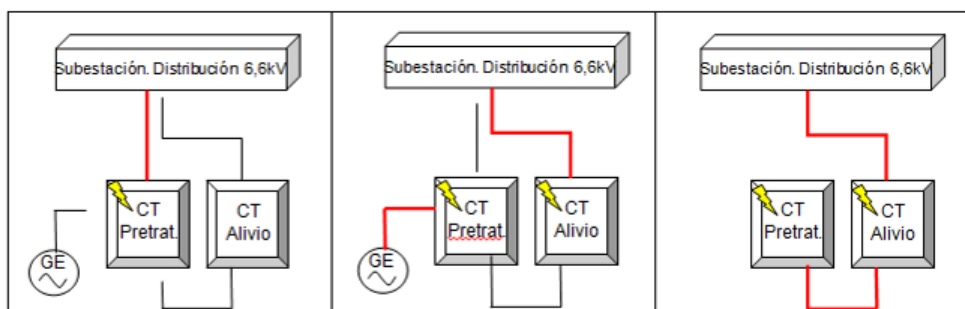
- Para la ejecución del nuevo edificio, se comenzará con la excavación de la cimentación, tras lo cual se procederá a cimentar el mismo mediante zapatas aisladas y riostras. Se verterá una solera de hormigón HA-30 con un espesor variable de 15 y 20cm, en función de las diferentes zonas, ejecutando las canaletas para la colocación del cableado eléctrico.
- Se levantarán pilares hormigonados in situ y se colocará un forjado de placa alveolada bajo una cubierta de teja cerámica curva.
- Se realizará un cerramiento exterior mediante fábrica de ladrillo caravista. A continuación se ejecutará la tabiquería interior para delimitar las estancias interiores, procediendo posteriormente a su enfoscado y pintura. Se colocará pavimento de uso industrial mediante la aplicación de resinas sintéticas mezcladas con arena de cuarzo.
- Se colocará la carpintería metálica y plataformas de tramex en las canaletas.
- Instalación del nuevo centro de transformación prefabricado, realizando las obras de preparación previa (excavación y lecho de arena lavada y nivelada). También se ejecutarán las zanjas para las nuevas conexiones eléctricas entre este centro de transformación con el actual.





Las **interferencias y afecciones más importantes** durante son:

- Durante la ejecución de la zanja que albergará el cableado eléctrico:
  - Para la puesta en marcha del nuevo CT se prevé el tendido de un nuevo cableado de media tensión hasta la subestación, independiente y paralelo al existente; asimismo se dejará realizada la instalación definitiva del cable que alimentará el CT Pretratamiento existente. De esta manera, se podrá realizar la migración de cableados para alimentar ambos centros, tal y como se muestra a continuación:



- Se producirá una interferencia puntual durante la ejecución de la Obra Civil del cruce de calzada de la zanja del nuevo cableado. Éste se solventará realizándola en dos fases y dando paso alternativo al tráfico rodado interior de la planta.
- Para dejar libre el soporte del marco sobre el canal del agua, durante esta actuación, se colocará una bandeja metálica ciega horizontal volada sobre el canal, por la que se reconducirán los cables de baja tensión existentes en el puente.

- Durante el conexionado con las instalaciones existentes, se producirá un corte de suministro de escasas horas de duración. En este proyecto se ha previsto el alquiler de un grupo electrógeno para mantener la continuidad del servicio del pretratamiento de la EDAR.

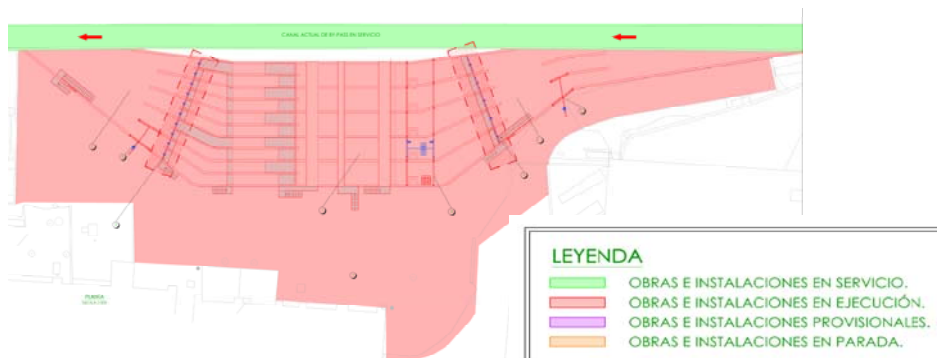
## 2) Construcción de un tratamiento de caudales aliviados

La nueva obra para el tratamiento de caudales, estará formada por:

- o Un ensanchamiento progresivo del canal actual, con dos guías interiores para el reparto del caudal y reducción de la velocidad.
- o Una zona de entrada a los cinco canales de desbaste
- o Los cinco canales de desbaste, con sus correspondientes rejillas de sólidos gruesos y medios con limpieza automática. En su parte final los cinco canales se duplican a diez situándose los tamices.
- o Una zona de reunión de efluentes tratados en los canales. un estrechamiento final y un cambio de dirección para conectar de nuevo con el canal actual.

Para la ejecución de estos trabajos se plantean la siguiente secuencia constructiva:

- o Demolición del aparcamiento existente y construcción de la obra civil del nuevo tratamiento de caudales aliviados:
  - Retirada de las marquesinas y demolición de los viales y estructuras de hormigón del aparcamiento.
  - Desbroce y excavación del vaciado para los nuevos canales.
  - Vertido de capa de 10 cms de hormigón limpieza y sobre la que se ejecutarán los trabajos necesarios para la solera: encofrado, ferrellado y hormigonado. Se dispondrán las esperas para el alzado de los muros y guías.
  - Ejecución de alzados de muros mediante los trabajos de encofrado, ferrellado, hormigonado y desencofrado posterior. Ejecución de juntas de dilatación y construcción en los mismos.
  - Colocación de escaleras, barandillas, tramex y tapas necesarias.



Se instalarán además los siguientes equipos mecánicos:

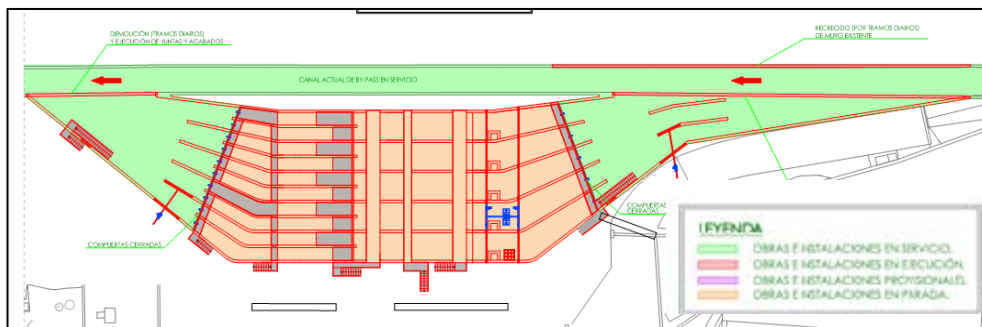
- Compuertas de entrada y salida de los canales.
- Puente grúa y los polipastos. El canal actual va a permanecer en servicio. El nuevo tratamiento se ejecuta en seco, incluso la unión solera del canal actual y del nuevo tratamiento de caudales aliviados.
- Se ejecutará también la nueva urbanización con su vial, pluviales y torres de iluminación.

Durante esta fase, los alivios generales de la EDAR se llevarán por el canal existente hasta el río Manzanares, tal y como se hace en la actualidad.

o **Ejecución de la comunicación entre el canal de alivio existente con el nuevo tratamiento. Esta fase de los trabajos consta de las siguientes actividades:**

- Cada día, se demolerá un tramo del muro en las zonas de entrada y salida del nuevo tratamiento, preparando las uniones de hormigón nuevo y existente en soleras y ejecutando la junta correspondiente.
- Se realizará únicamente lo que pueda ser ejecutado teniendo presente las previsiones meteorológicas, para que al final de cada día se retiren los escombros y la maquinaria y dejar perfectamente acabado el tramo sobre el que se actúa.

Las compuertas del nuevo tratamiento estarán cerradas y en el caso de que llegue una tormenta, el agua discurrirá por el canal de by-pass actual aunque se inunde las zonas de entrada y salida del nuevo tratamiento de aguas de alivio.



o **A continuación, se procederá a la construcción e instalación de la compuerta de clapeta en el canal de alivio existente.**

La compuerta de clapeta consiste en una estructura metálica que gira sobre un eje situado en la solera del canal para su apertura o cierre.

Para que no haya un estrechamiento de sección de paso en el canal cuando la compuerta está abatida, es necesario ejecutar una nueva solera en esta zona, 40 cm más profunda, tal y como se muestra en los planos de este proyecto.



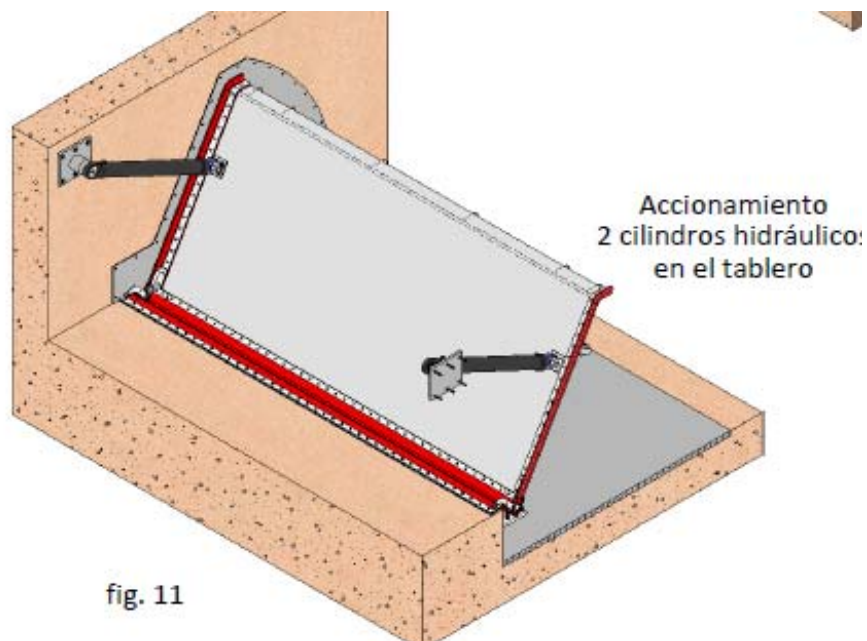
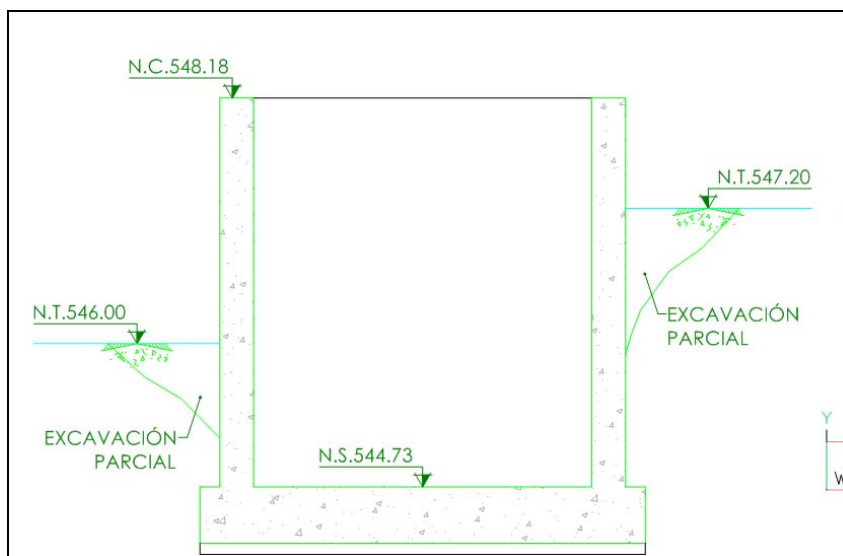


fig. 11

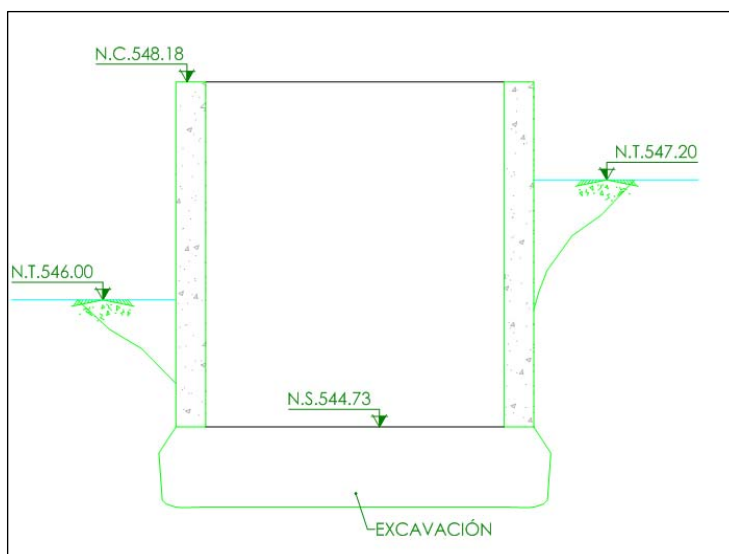
Para la construcción de esta solera más profunda, se cuenta con la circunstancia de que a unos 5 m al norte en el exterior de la parcela discurre un colector superficial cimentado sobre apoyos de hormigón, al que no se quiere afectar y por tanto no es recomendable un procedimiento habitual de construcción.

Se propone realizar las siguientes actuaciones:

- Ejecución de dos ataguías provisionales en el canal de alivio para que pueda disponerse de una zona seca en la zona donde se va a instalar la nueva compuerta.
- Excavación parcial de 1,50 m aproximadamente para reducir el empuje del terreno sobre los muros laterales.



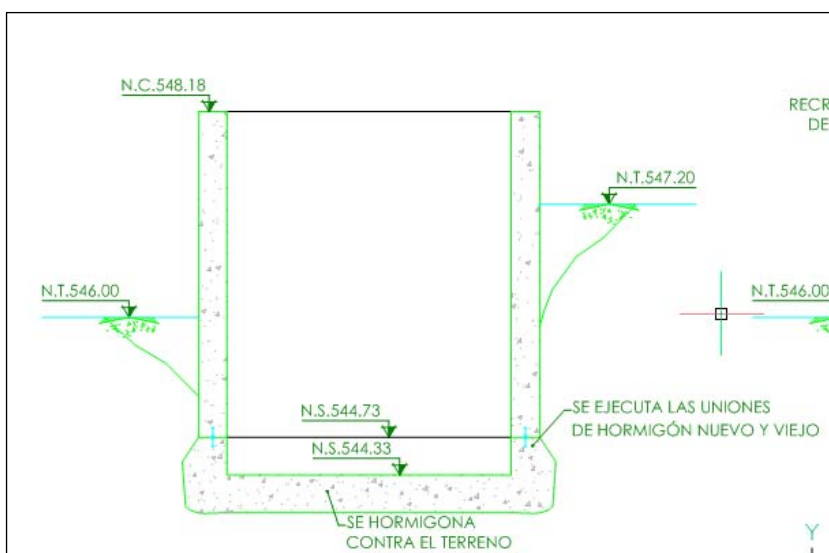
- Demolición de la solera del canal en el tramo definido por los planos. Los muros laterales no serán demolidos ya que servirán para entibar la actuación. La integridad de estructural de estos muros está asegurada por la continuidad de la armadura horizontal entre este tramo y los inmediatamente anterior y posterior que no son afectados. En todo caso, en obra se podrá valorar sobre el terreno si es necesario algún elemento de seguridad más, como puntuales de apoyo o realizar una excavación perimetral de más profundidad para reducir los empujes del terreno.



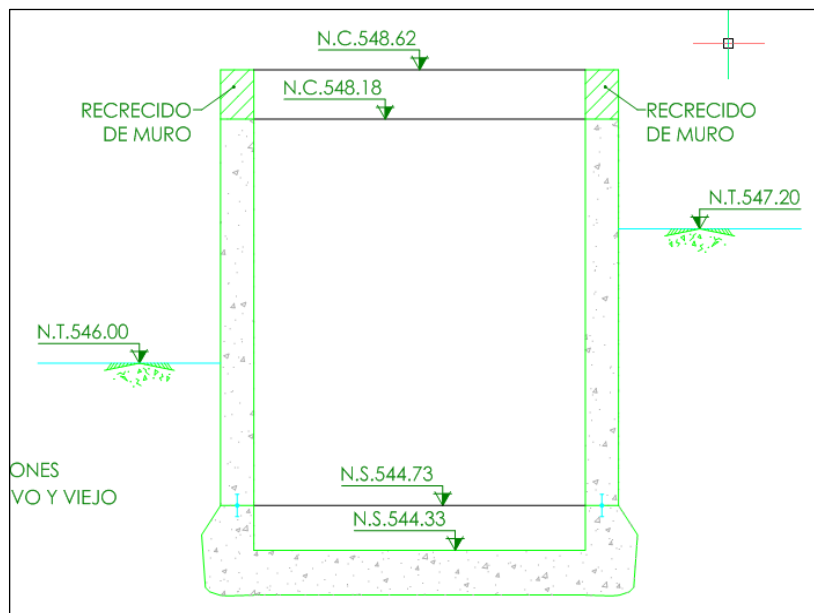
Se procederá a la excavación localizada para la construcción de la nueva solera.

- Ejecución de la nueva solera y tramo de alzados de los muros instalando previamente los anclajes y barras para asegurar la unión entre los hormigones actuales y nuevos.

El hormigonado se ejecutará con encofrado en la cara interior y utilizando el propio terreno como encofrado exterior.

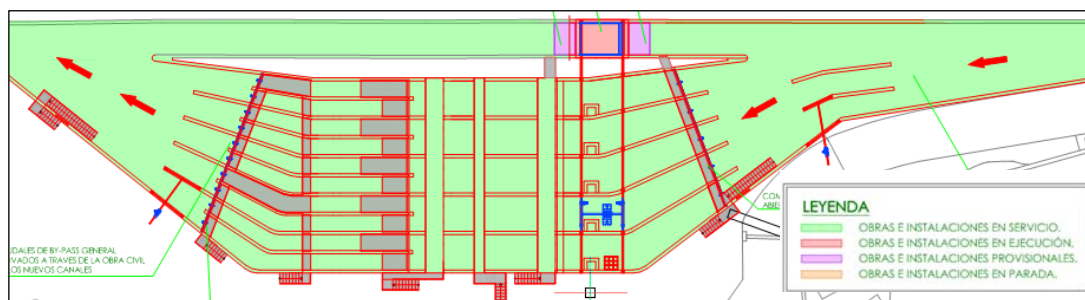


- Se procederá a continuación, a la instalación de las placas del accionamiento hidráulico de la compuerta mediante tornillos pasantes y la chapa metálica a ambos lados de cada muro, al relleno de la excavación perimetral efectuada inicialmente y a la ejecución del recrecido de los muros del canal.



- Finalmente se procederá a la instalación de la nueva compuerta de clapeta.

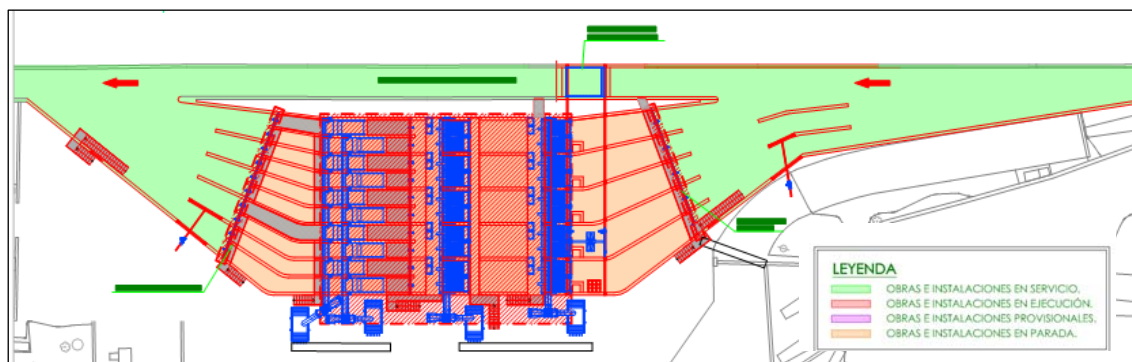
Durante este periodo, en el caso de que se alivie por el vertedero general de la EDAR, el agua discurrirá libremente por el nuevo tratamiento de caudales aliviados dado que las compuertas estarán abiertas pero sin las rejas y tamices que no se han instalado todavía.



#### o Instalación de los equipos de desbaste y tamizado.

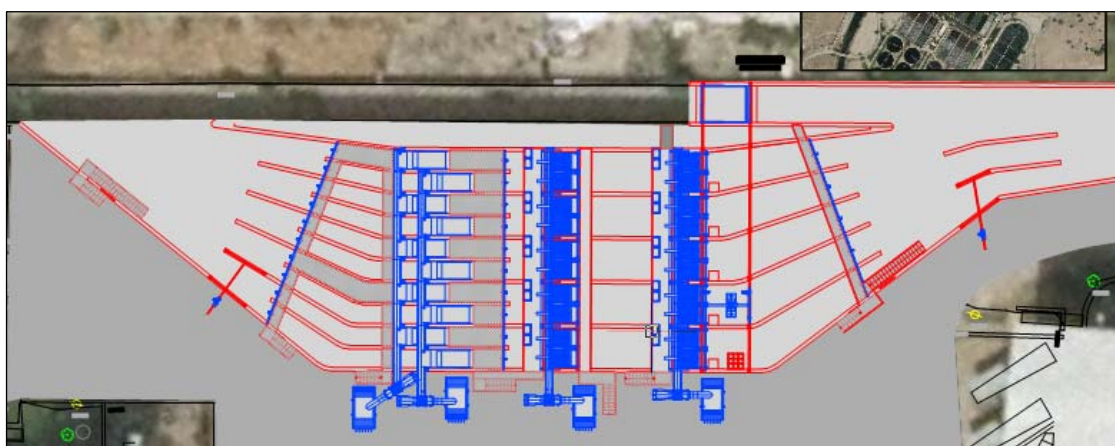
Una vez instalada la nueva compuerta-clapeta de emergencia, se dejará abierta y se cerrarán las compuertas del tratamiento de caudales aliviados para crear un recinto seco que permita la instalación de los equipos de rejas, tamices, cintas transportadoras y compactadores.

En el caso que la EDAR alivie por el canal de by-pass, el caudal se conducirá por el canal actual de by-pass que estará en servicio durante esta fase.



Esta actuación finalizará con los trabajos de pruebas de funcionamiento, acabados y remates finales.

Todos los trabajos descritos se podrán realizar manteniendo el servicio de la EDAR actual, *no presentando interferencias* significativas con su explotación, ya que antes de la ejecución de este nuevo caudal de aliviados se habrá ejecutado el nuevo aparcamiento de la planta para el uso de los trabajadores de la misma. Por el sistema constructivo expuesto en la fase 2 en la que se expone la conexión entre canal existente y nuevo, no se considera interferencia dicha conexión.



Si bien, como afección particular cabe destacar que en la actualidad existe un pozo de bombeo de recogida de aguas pluviales del actual aparcamiento y zonas periféricas al actual desarenador además de un pequeño caudal de aguas residuales procedentes de servicios y vestuarios de un edificio de la EDAR. Este bombeo se verá afectado con la construcción del nuevo tratamiento de caudales aliviados.

Por este motivo, la red de pluviales a ejecutar se canalizará hacia un pozo de bombeo nuevo que impulsará las aguas hasta la obra de llegada actual de la nueva EDAR. Este pozo de bombeo recibirá también las aguas residuales de servicios y vestuarios del edificio mencionado.

### 2.2.2 Actuación 2. Ejecución del nuevo aparcamiento

Se construirá un nuevo aparcamiento en una zona libre de la depuradora próxima al acceso de la misma.

Se realizarán los siguientes trabajos en esta actuación:

- o Se acondicionará el terreno mediante un despeje y desbroce de la superficie situada en las inmediaciones del acceso actual a la planta depuradora.
- o Se ejecutarán las zanjas para la colocación de las conducciones de la red eléctrica para el alumbrado del aparcamiento.
- o Se refinará, nivelará y compactará la superficie, bajo una capa base de zahorra artificial de 20 cm. Se colocará un firme de hormigón HF-4.
- o Se colocarán la estructura de acero laminado y placa grecada de las marquesinas, con sus canalones vistos y bajante de recogida de aguas pluviales.
- o Se colocarán bordillos y cerramiento y se pintarán las marcas viales horizontales y colocará señalización vertical.
- o Se colocarán las luminarias correspondientes en el nuevo viario del aparcamiento.

Durante los trabajos del nuevo aparcamiento, *no se afectará* a la explotación actual de la EDAR.

### 2.2.3 Actuación 3. Sustitución de las dos campanas gasométricas actuales correspondientes al almacenamiento de biogás de baja presión por gasómetros de membranas.

Se actuará primero en uno de los gasómetros y cuando se haya puesto en marcha, se procederá a actuar en el segundo.

Se realizarán los siguientes trabajos en cada uno de los gasómetros existentes:

- o Se aislará el gasómetro en el que se va a actuar de la red de biogás existente en la planta, procediendo a la retirada del agua y del biogás, inertización el interior para evitar explosiones e incendios.
- o Se desmontará la campana gasométrica metálica.
- o Se ejecutará una solera de hormigón HA-30, en base interior e inferior del tanque con acabado pulido, dejando embebidas las tuberías que se indican en planos.
- o Se limpiarán y prepararán los paramentos verticales y horizontales interiores mediante proyección de agua a presión.
- o Se tratará la superficie superior del tanque en la zona del anclaje de la membrana exterior e interior mediante mortero de cemento, dejando la superficie libre de irregularidades, permitiendo un perfecto apoyo de las pletinas de anclaje.

- o Se colocarán paneles de poliestireno a lo largo de toda la superficie interior del tanque, creando un cilindro libre de irregularidades para un apoyo continuo de la membrana exterior del revestimiento.
- o Una vez ejecutada la obra civil, se procederá a la colocación de las membranas y los equipos electromecánicos, terminando con las pruebas de funcionamiento correspondientes y su puesta en marcha.

#### **2.2.4 Actuación 4. Ejecución de cerramiento y cubierta en el edificio de tamizado de fangos. Sustitución de tamices actuales por unos de mayor capacidad y rendimiento. Nuevo equipo de desodorización.**

En el edificio de tamizado de fangos primarios, se sustituirá la cubierta y se aislará mediante un nuevo cerramiento. Se tratará el aire viciado del interior mediante un equipo de desodorización por vía biológica. Además, se sustituirán los tamices actuales de fangos por otros de mayor capacidad y rendimiento.

Se realizarán los siguientes trabajos:

- o Se construirá previamente una instalación provisional de tamizado, mediante una estructura metálica donde se instalarán los tamices y dos depósitos circulares de paredes de acero vitrificado para almacenamiento de fangos, contruidos sobre una solera de hormigón. Se instalarán las conducciones de conexión entre las instalaciones existentes y las provisionales.
- o Una vez puesta en servicio la instalación provisional, se procederá al desmontaje del tamizado actual.
- o Se acondicionará interiormente el edificio de tamizado de fangos existente.
- o Se procederá a la instalación de tres de los seis nuevos tamices, y todo el equipamiento mecánico de la instalación definitiva: conducciones, válvulas, etc.
- o Se retirará la cubierta existente y se colocará nueva cubierta tipo sándwich.
- o Se colocará cerramiento de fachada mediante paneles tipo sándwich en la parte superior del edificio que en la actualidad se encuentra abierto sobre el cerramiento caravista. También se colocará la carpintería metálica en puertas y la plataforma de tramex con su correspondiente barandilla y escaleras.
- o Finalmente y una vez puesta en marcha la nueva instalación se procederá al desmontaje de la instalación provisional.
- o Se procederá a trasladar los tres tamices de esta instalación a su ubicación definitiva y a realizar las pruebas correspondientes.

No se plantean *interferencias* con la explotación, salvo puntualmente en el momento de realizar las conexiones entre las instalaciones existentes y las provisionales y al finalizar los trabajos durante la conexión con las instalaciones definitivas.



### 3 DIAS ÚTILES DE TRABAJO

Aunque las estimaciones de duración de las actividades se han realizado aproximadamente, se detalla a continuación una tabla con las reducciones mensuales de días de trabajo para diferentes tajos por efecto climatológico, que suelen darse en la zona que nos ocupa. Estadísticamente las inclemencias del tiempo imposibilitan la realización todos los días de las actividades constructivas. Se han tomado para la realización de este estudio los siguientes coeficientes medios anuales del número de días de trabajo a partir del número de días laborables:

<i>Actividad</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Días Laborables</i>	<i>Días útiles</i>
<i>Hormigones</i>	<i>0,934</i>	<i>22</i>	<i>21</i>
<i>Explanaciones</i>	<i>0,870</i>	<i>22</i>	<i>19</i>
<i>Áridos</i>	<i>0,974</i>	<i>22</i>	<i>21</i>
<i>Riegos y tratamientos</i>	<i>0,580</i>	<i>22</i>	<i>13</i>
<i>Mezclas</i>	<i>0,718</i>	<i>22</i>	<i>16</i>

**Tabla nº 1:** Días útiles de trabajo por mes aplicando los coeficientes anteriores (considerando 22 días laborables).

### 4 ACTIVIDADES BÁSICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

#### 4.1 Compra, fabricación y transporte de equipos

Coincidiendo con la adjudicación de las obras, se iniciará la petición de ofertas de los equipos y posteriormente la compra de éstos. Previo a las ofertas, se habrá de elaborar las especificaciones definitivas de los equipos que han de ser aprobadas con antelación por la propiedad.

Para la realización de este trabajo se contará con un jefe de compras que se recomienda que no sea el jefe de obra, dada la dimensión de la obra, salvo dimensionamiento suficiente del equipo de obra. Desde este departamento se gestionarán las compras de los equipos, la activación, seguimiento y el tráfico de los equipos, para su transporte a obra.

Durante la fabricación, la unidad de calidad en colaboración con el departamento de compras, inspeccionará en taller los equipos y los someterá a los controles de calidad necesarios.

Según se vaya concluyendo la fabricación de los equipos, estos serán transportados, cumpliendo todas las normas de seguridad y controles de calidad para que la mercancía llegue a destino en óptimas condiciones a pie de obra.

#### 4.2 Primera instalación

La unidad de primera implantación se realizará al inicio de la obra. En ella quedan incluidos los acopios de material necesario para el inicio de las obras, la instalación de las casetas de obra

necesarias para el personal de la obra, vestuarios, botiquín, comedor y demás instalaciones de higiene y bienestar propias de una obra de estas características.

Se realizarán las siguientes instalaciones:

- Oficinas de obra.
- Oficina técnica.
- Taller de soldadura.
- Taller de máquinas y equipos.

El abastecimiento de energía eléctrica para máquinas y equipos se realizará mediante el empleo de un grupo electrógeno. El abastecimiento de agua potable para aseos y necesidades de obra, se tomará de un depósito de poliéster con abastecimiento periódico o de la propia red de abastecimiento local en el caso de las casetas móviles cuando estén cerca de la población.

#### **4.3 Secuencia de los trabajos de obra civil**

La secuencia de los trabajos a ejecutar serán:

- Demoliciones: Se demolerán los elementos o la parte de ellos necesaria para la ejecución de los nuevos elementos.
- Movimiento de tierras: Excavaciones y vaciados.
- Cimentaciones y Estructuras de Hormigón. Las actividades que comprende esta fase de la ejecución son:
  - Colocación de los encofrados.
  - Colocación de la ferralla.
  - Vertido y vibrado de hormigón.
  - Curado del hormigón.
  - Desencofrados.
- Movimiento de tierras: Rellenos en trasdós y ejecución de las zanjas, colocación de tuberías y rellenos posteriores.
- Trabajos de albañilería exterior e interior de todos los edificios y posteriores gremios
- Pavimentación
- Urbanización y jardinería



Paralelamente se ejecutarán los trabajos equipamiento electromecánico y centro de transformación y seccionamiento, para que se adecúen al tendido de tuberías eléctricas, alimentación de equipos ya instalados y no interfieran en la urbanización.

#### **4.4 Secuencia de los trabajos de obra civil en redes**

La secuencia de los trabajos a ejecutar en redes serán:

- Movimiento de tierras: Demoliciones y desbroces. Se eliminará la capa vegetal necesaria en las ocupaciones temporales y se demolerán los elementos bajo los cuales discurran las tuberías.
- Movimiento de tierras: Excavaciones en zanjas y cimentaciones de estructuras. Se realizará la excavación necesaria por tramos, acondicionando el fondo de zanja con un rasanteo tal que permita la instalación de las tuberías.
- Conducciones: Se instalarán por tramos las conducciones previstas, procediendo a la realización de las pruebas de estanqueidad y presión necesarias. Se realizará el tapado de las mismas con material granular y posteriormente el cubrimiento superior por tongadas.
- Elementos de hormigón. Las actividades que comprende esta fase de la ejecución son:
  - Colocación de los encofrados.
  - Colocación de la ferralla.
  - Vertido y vibrado de hormigón.
  - Curado del hormigón.
  - Desencofrados.
- Reposiciones: Se irán realizando a medida que avance la obra.

#### **4.5 Montaje de equipos**

Durante la realización de las actividades incluidas dentro de la obra civil se realizarán las obras pertinentes de ejecución de las estructuras metálicas soporte de los equipos. Una vez finalizadas estas actividades se instalarán los equipos necesarios para poner en marcha las instalaciones.

Esta tarea será progresiva como se recoge en el diagrama de Gantt, a medida que se vayan acabando las unidades necesarias de obra civil.

Según finalice la fabricación de los equipos serán transportados a obra, donde serán recepcionados, clasificados y codificados, de forma que haga factible su rápida localización cuando lo requiera el montador. De esta forma, además se consigue un control exhaustivo del material pudiendo detectar cualquier fallo o anomalía de estos.

La descarga y transporte de los equipos y materiales a almacenamiento será controlado y siguiendo las recomendaciones dadas por los suministradores.

Una vez catalogado el material se aplicará las normas dadas por el fabricante, de conservación, protección y mantenimiento.

Cuando se dispongan de los equipos en obra, se iniciarán los trabajos de montaje. Para ello será necesario que los elementos de obra civil, en los cuales van los equipos estén totalmente terminados.

#### **4.5.1 Personal**

Se contará con técnicos especializados en montaje de equipos mecánicos. De él dependerán los encargados de montaje mecánico, eléctrico e instrumentación y control, que son los que garantizan la correcta aplicación de las normas. Así mismo darán respuesta a los problemas técnicos que se planteen durante el montaje de los equipos y coordinan la ingeniería de apoyo y todo el desarrollo de los trabajos a realizar en esta fase.

Se dispondrá de un grupo de trabajo con maestros especialistas para cada operación (soldadores, ajustadores, tendidos de cable, trazados de bandejas, etc.).

Si el montaje lo requiere se reforzará puntualmente el personal de trabajo.

#### **4.5.2 Secuencia y equipos de trabajo**

Las operaciones de montaje se iniciarán según se vayan finalizando los trabajos de obra civil para que no haya interferencias. Cuando estén montados en su mayoría los equipos se ejecutarán las obras de electricidad, instrumentación y control necesarias en la planta. Las obras de acometidas y cableado se ejecutarán durante la ejecución de la obra civil.

Lo primero a realizar es el control y comprobación del protocolo de replanteo de la conformación de la obra civil, posición de los pernos, distancias, etc. de manera que si hubiera alguna anomalía se pueda rectificar antes de ejecutar los montajes, ya que si no puede ocasionar problemas en la buena marcha de los trabajos.

#### **4.5.3 Maquinaria**

La maquinaria y material más común para el montaje de los equipos estará compuestos por:

- Grúa móvil de 30 Tn.
- Equipos de soldadura.
- Equipos de oxicorte.
- Material fungible.

Además, cada montador contará con su caja de herramientas de trabajo, disponiendo de los medios especiales de montaje cuando sea necesario, a fin de que su labor sea facilitada y se dé celeridad a los trabajos.

#### **4.5.4 Ejecución**

El montaje de los equipos, se ejecutará de acuerdo a las disposiciones señaladas en la Norma de diseño, planos y especificaciones correspondientes. La inspección establecerá los controles necesarios, tanto en taller como en obra, para verificar el montaje conforme a los planos, norma y especificaciones.

Cada operación unitaria del montaje, así como cada equipo, dispondrá de su P.P.I. correspondiente, que será de obligado cumplimiento para el montador, aplicando y conformando el protocolo de ejecución correspondiente para la aceptación de la unidad de montaje.

Los montadores contarán con toda la documentación precisa que necesiten: listados de equipos, válvulas, planos, etc.

#### **4.5.5 Pruebas de funcionamiento**

Una vez concluida la instalación de los equipos, y su conexión eléctrica, todo ello tras la finalización de la obra civil, se procederá a realizar las pruebas de funcionamiento de cada uno de los nuevos equipos y procesos.

### **5 CONTROL DE CALIDAD**

Durante la ejecución de las obras y su puesta en marcha se acometerán distintos ensayos y pruebas con el objeto de comprobar la calidad de los materiales y equipos instalados, así como su funcionamiento y se pueden agrupar en:

#### **5.1 Pruebas de materiales y unidades de obra civil**

Durante la obra se realizarán las pruebas y ensayos indicados en el Plan de Aseguramiento de Calidad para todas las unidades de obra, según la normativa en vigor. Cobran especial relevancia las evaluaciones de consistencia y resistencia del hormigón, ensayos de parámetros de acero, de estanqueidad y presión en tuberías, de estanqueidad en recintos y de densidad en materiales de relleno, ensayos de líquidos penetrantes y radiografías.

#### **5.2 Pruebas de materiales y elementos de taller**

Durante la obra se realizarán las pruebas de taller indicadas en el Plan de Aseguramiento de Calidad para los equipos electromecánicos según los Programas de Puntos de Inspección de fabricación (PPI's).

#### **5.3 Pruebas de materiales y elementos de obra**

Durante la obra se realizarán las pruebas de obra indicadas en el Plan de Aseguramiento de Calidad para los equipos electromecánicos según los Programas de Puntos de Inspección de montaje (PPI's).

#### **5.4 Pruebas de materiales y elementos de laboratorio**

Durante la obra se realizarán las pruebas y ensayos para la Obra Civil y Equipos Mecánicos.

Se incluyen aquí las pruebas finales de todas las instalaciones, antes de realizar la etapa final de puesta en marcha. Incluye ensayos tanto en cuanto a estabilidad como estanqueidad, comprobación del funcionamiento de elementos mecánicos y eléctricos, accionamientos, enclavamientos y la comprobación de los sistemas de control y las protecciones anticorrosivas.

### **5.5 Pruebas de funcionamiento y puesta en marcha**

Previamente al arranque de cada equipo, se realizarán una serie de comprobaciones y operaciones, con objeto de ponerles a punto. Dichas actividades se efectuarán siguiendo los puntos e instrucciones dadas en los manuales de los respectivos fabricantes.

Las pruebas de funcionamiento que se realizarán, serán como mínimo las siguientes:

- Comprobación del montaje.
- Puesta a punto de los equipos.
- Pruebas de las instalaciones eléctricas.
- Pruebas del sistema de control.
- Comprobación del Montaje

Se revisará el completo y correcto montaje de todos y cada uno de los elementos de que consta la instalación, para lo cual nos serviremos de los planos de montaje, etc.

Antes de la puesta en marcha se efectuará una prueba en vacío de todos los equipos de la instalación. Se rodarán durante un tiempo prudencial y se comprobarán:

- Aislamiento de motores/bombas.
- Consumo.
- Calentamiento.
- Ruidos y vibraciones.
- Rendimientos

En general se realizará siguiendo las instrucciones procedentes de dichas máquinas (Bombas, etc.) que figuran en el libro de componentes, que comprenderá todo su protocolo de actividades:

- Bombas
- Motores
- Control de válvulas y tuberías.

Se realizarán las dos pruebas siguientes:

- Prueba de presión interior.

- Prueba de estanqueidad.

Pruebas de las instalaciones eléctricas. Se realizará fundamentalmente la comprobación de las características y condiciones de su funcionamiento, rendimientos de las líneas de fuerza, transformadores, motores, armarios, puestas a tierra, etc. Se comprobará la intensidad lumínica en relación con la ofertada.

Pruebas del sistema de control. Se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación marcha / paro de motores.

Se comprobará que los motores obedecen las órdenes de marcha / paro desde las estaciones de mando local previstas, desde los CCM's correspondientes a cada zona de proceso y desde el control central. Para lo cual deben de estar disponibles los CCM's, los armarios de control, así como el cableado de interconexión entre los armarios de control y los equipos de campo.

Asimismo se comprobará el cableado de interconexión entre los diferentes PLC's y el cuadro de control central.

Para la realización de estas pruebas nos serviremos de los esquemas eléctricos de los CCM's y de los armarios de control.

- Prueba del Programa de Control de la Planta

Se hará una comprobación previa de las características y condiciones de funcionamiento de los sistemas de medida, registro, alarma, etc. Se dedicará especial atención al Cuadro de Control de la instalación.

Para la realización de estas pruebas nos serviremos de los esquemas eléctricos de los CCM's y de los armarios de control.

## **6 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE OBRA CIVIL**

El tiempo de ejecución de las actividades a realizar se encuentra supeditado por la maquinaria, el personal y los materiales que se van a emplear en la obra.

Los rendimientos de maquinaria y equipos de trabajo adoptados se encuentran convenientemente corroborados por la práctica habitual. Por tanto, aunque la estimación es aproximada la empírica permite establecer unos plazos realistas que son los plasmados en el diagrama de Gantt.

Dentro de las obras a realizar en presente proyecto, la obra se divide en diversos tajos en función de las posibilidades de transporte-colocación y montaje de los elementos a instalar y de las obras de realizar. Estos tajos se realizarán de forma consecutiva a lo largo de toda la obra.

### **6.1 Desbroce**

Para la ejecución de esta actividad se propone el siguiente equipo:

- Pala cargadora neumática
- 1 Camión Dumper de apoyo
- 1 Peón ordinario

#### **6.2 Excavación en vaciados y zanjas**

Se propone un equipo:

- Pala retroexcavadora neumática
- Retroexcavadora de 30 T.
- 2 Camión Dumper de apoyo
- 1 Peón ordinario

#### **6.3 Terraplenes y rellenos**

Se propone un equipo:

- Pala cargadora neumática.
- 2 Camiones basculantes.
- Motoniveladora.
- Rodillo vibrante
- Camión cisterna.
- 2 Peones.

#### **6.4 Demoliciones**

Se propone un equipo:

- Pala retroexcavadora neumática con martillo picador
- 1 Camión Dúmpster de apoyo
- 1 Peón ordinario

#### **6.5 Hormigón en masa y armado**

El hormigón se conseguirá de las plantas existentes en la zona. Para el transporte del hormigón se han previsto camiones hormigonera alquilados.

La puesta en obra se hará por vertido indirecto desde el camión hormigonera a través de una autobomba de hormigón con hasta 42 m de brazo alquiladas a los mismos suministradores de

hormigón. Los equipos de hormigonado serán los mismos que los de montaje de encofrados con un máximo de dos equipos, conformados por:

- 1 autobomba hasta 52 m.
- 1 Camión Pluma 20 T para transporte de material
- 1 Grupo electrógeno con mesa de corte y doblado
- 1 Capataz de obra compartido
- 2 Oficiales de primera encofradores
- 2 Peones encofradores

#### **6.6 Ferrallas**

Se ha previsto para esta actividad un equipo compuesto por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Grúa de 30 T.
- 1 Camión Pluma 20 ton para tte. de material
- 1 Grupo electrógeno con mesa de corte y doblado
- Capataz de obra.
- 2 Oficiales 1ª ferralla.
- 2 Ayudantes ferralla.

#### **6.7 Montaje de encofrados y piezas prefabricadas**

Se ha previsto para esta actividad un equipo compuesto por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Grúa de 30 T. para montaje.
- 1 Camión Pluma 20 ton para el transporte del material
- 1 Grupo electrógeno con mesa de corte
- 1 Capataz de obra compartido
- 2 Oficiales de primera encofradores
- 2 Peones encofradores

## **6.8 Equipo de edificación y albañilería**

El equipo destinado para la ejecución de albañilería y acabados e instalaciones básicas generales en edificación estará compuesto por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Capataz compartido
- 1 Oficial de primera albañil
- 1 Oficial de segunda albañil
- 2 Peones ayudantes
- 1 Oficial de cada gremio adicional participante
- 1 Grupo electrógeno y material auxiliar
- 1 Camión Pluma 20 ton para montaje, compartido con tuberías

## **6.9 Estructuras metálicas**

Se emplearán el siguiente equipo de soldadura y montaje:

- 1 Grupo electrógeno y soldador 40 Amperios
- 1 Camión Pluma 20 ton para montaje

## **6.10 Equipo de oxicorte.**

- 1 Oficial de primera
- 2 Ayudantes

## **6.11 Tuberías en la planta y redes en urbanización**

Los equipos necesarios para realizar las obras de colocación y pruebas necesarias en las tuberías y canalizaciones de interconexión a la planta son:

- 1 Capataz compartido
- 1 Oficial de 1ª fontanero
- 1 Ayudante fontanero
- 1 Retroexcavadora 18 ton
- 1 Camión Pluma 20 ton para transporte, compartido con albañilería
- s/n Trácteres y eslingas
- 1 Motovolquete



- o 1 Grupo electrógeno

#### **6.12 Urbanización y pavimentos de hormigón**

El pavimento rígido de urbanización y viales, se realizará con una capa de hormigón de 18 cm de espesor. El hormigón se obtendrá de las plantas existentes en la zona que nos ocupa. Para el transporte del hormigón se han previsto camiones hormigonera alquilados. La puesta en obra se hará por vertido directo desde el camión hormigonera.

Los equipos necesarios para realizar los trabajos de urbanización de las zonas afectadas y pavimentación del nuevo aparcamiento de la planta y viales son:

- o 1 Camión grúa de 20 t para descenso de materiales y acarreo
- o 1 Retroexcavadora CAT 320 ruedas para labores auxiliares
- o 1 Rodillo vibrante autoprop.
- o 1 Máquina de fratasado por giro mecánico
- o 1 Motoniveladora CAT
- o 1 Dúmpster de aportación
- o 1 Grupo electrógeno
- o Vibradores
- o Cortadora de hormigón
- o 2 Oficiales
- o 2 Peones

## ANEJO Nº 13.- PLAN DE OBRA

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DIAGRAMA DE GANTT .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>HISTOGRAMA DE CERTIFICACIONES .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>INFORME DE OBRA .....</b>	<b>5</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

A continuación se detallan gráficamente tanto el programa de trabajos como el histograma de certificaciones y el informe de obra.

## 2 DIAGRAMA DE GANTT

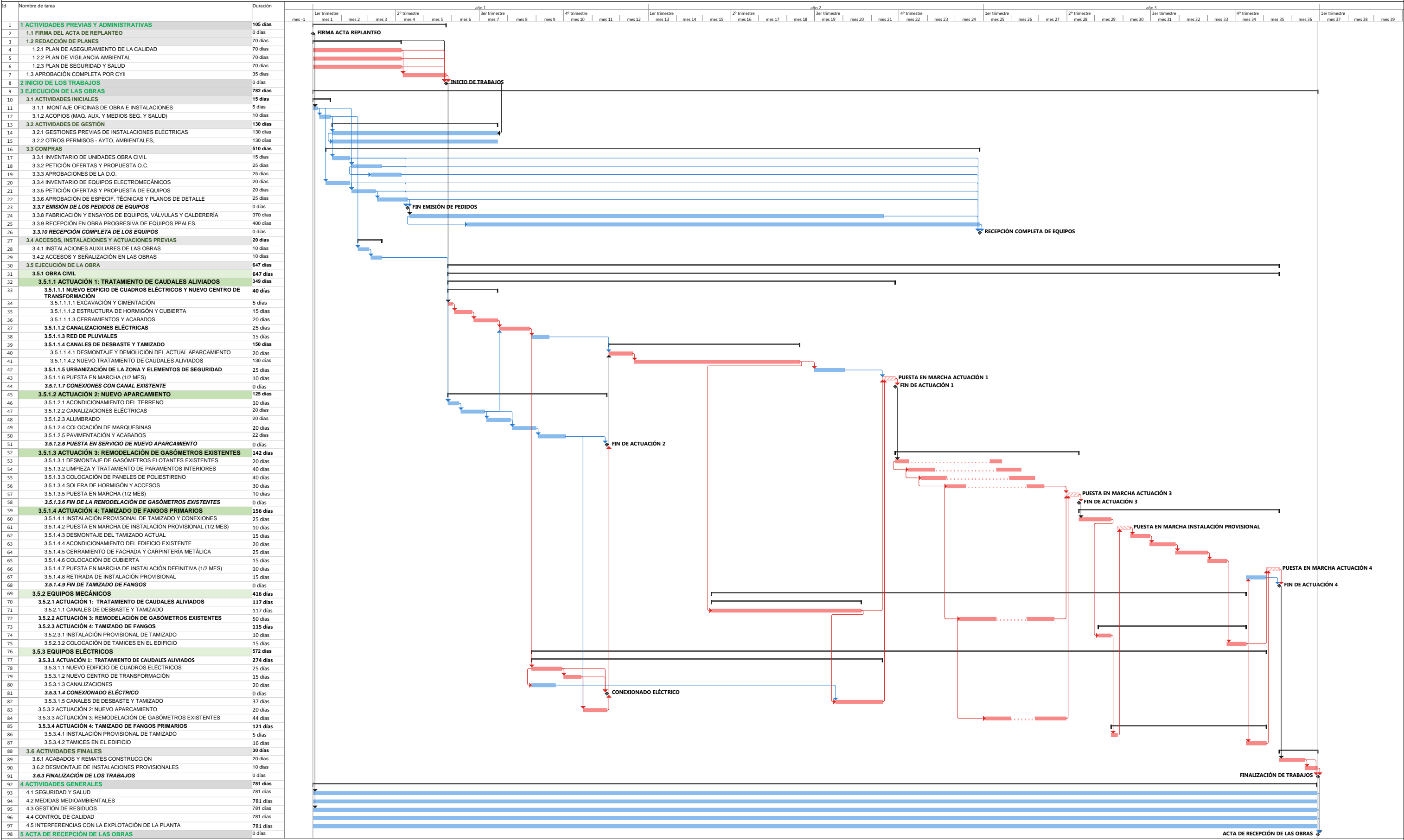
Para la correcta interpretación de la descripción del proceso constructivo detallado en el Anejo nº12, se muestra a continuación el programa de trabajos obtenido en su Diagrama de Gantt correspondiente, marcando en rojo el Camino Crítico.

Como puede observarse, el plazo de construcción obtenido es **de 36 meses**.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR (T.M. GETAFE)



DIAGRAMA DE GANTT



PLAZO TOTAL  
36 MESES

Tarea

División

Hito

Resumen

Resumen del proyecto

Tarea inactiva

Hito inactivo

Resumen inactivo

Tarea manual

solo duración

Informe de resumen manual

Resumen manual

solo el comienzo

solo fin

Tareas externas

Hbo externo

Fecha limite

Tareas criticas

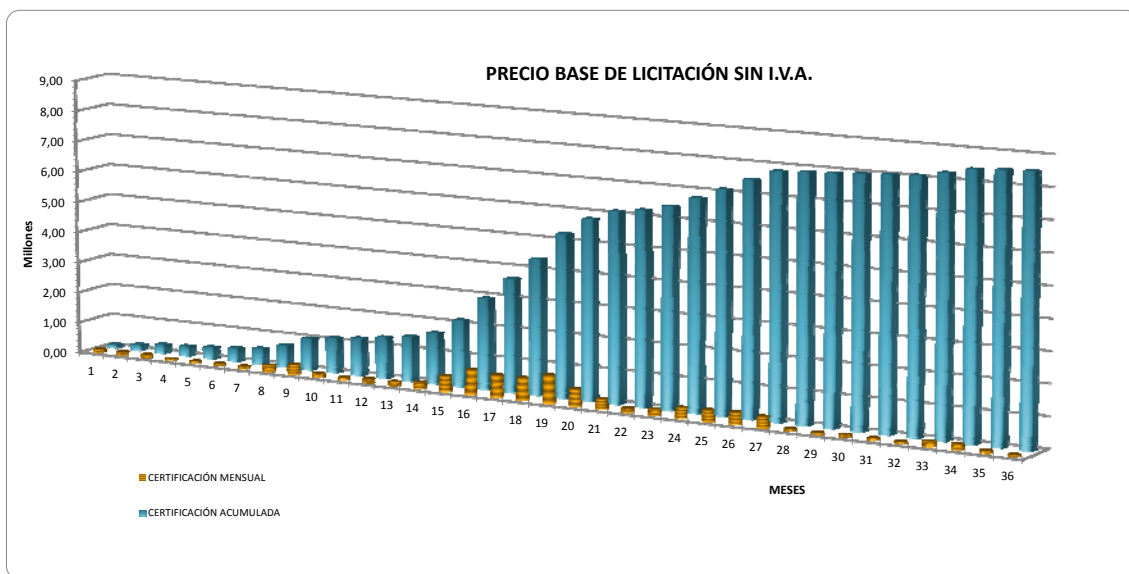
División critica

Progreso

Progreso manual

### 3 HISTOGRAMA DE CERTIFICACIONES

En este apartado, se muestra mes a mes la previsión presupuestaria a efectos de certificación del conjunto de actividades descritas.



	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR (T.M. GETAFE)																	
	HISTOGRAMA MENSUAL DE CERTIFICACIONES																	
ACTIVIDAD	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	mes 13	mes 14	mes 15	mes 16	mes 17	mes 18
ACTIVIDADES PREVIAS																		
REPLANTEO GENERAL Y COMPROBACIÓN DE COTAS																		
MONTAJE OFICINAS DE OBRA																		
REDACCIÓN DE PLANES																		
ACTIVIDADES DE GESTIÓN																		
SOLICITUDES Y AUTORIZACIONES ELÉCTRICAS																		
OTRAS SOLICITUDES (AYTO., AMBIENTALES...) Y AUTORIZACIONES																		
COMPRAS																		
INVENTARIO DE UNIDADES OBRA CIVIL																		
PETICIÓN OFERTAS Y PROPUESTA O.C.																		
INVENTARIO DE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS																		
PETICIÓN OFERTAS Y PROPUESTA DE EQUIPOS																		
APROBACIÓN DE PLANOS DE DETALLE Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																		
FABRICACIÓN Y ENSAYOS DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS																		
EJECUCIÓN DE OBRA																		
INSTALACIONES AUXILIARES DE OBRA, ACCESOS Y SEÑALIZACIÓN																		
OBRA CIVIL																		
ACTUACIÓN 1: NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
NUEVO EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS Y NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN					15.171,61													
RED DE PLUVIALES Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS																		
DESMONTAJE Y DEMOLICIÓN DEL ACTUAL APARCAMIENTO																		
NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
URBANIZACIÓN																		
PUESTA EN MARCHA (2 SEMANAS)																		
ACTUACIÓN 2: NUEVO APARCAMIENTO																		
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO																		
CANALIZACIONES ELÉCTRICAS																		
ALUMBRADO																		
COLOCACIÓN DE MARQUESINAS																		
PAVIMENTACIÓN Y ACABADOS																		
ACTUACIÓN 3: REMODELACIÓN DE GASÓMETROS EXISTENTES																		
DESMONTAJE DE GASÓMETROS FLOTANTES EXISTENTES																		
LIMPIEZA Y TRATAMIENTO DE PARAMENTOS INTERIORES																		
COLOCACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO																		
BANCADA DE HORMIGÓN Y ACCESOS																		
PUESTA EN MARCHA (2 SEMANAS)																		
ACTUACIÓN 4: TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS																		
INSTALACIÓN PROVISIONAL DE TAMIZADO Y CONEXIONES																		
PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN PROVISIONAL (2 SEMANAS)																		
DESMONTAJE DEL TAMIZADO ACTUAL																		
ACONDICIONAMIENTO DEL EDIFICIO EXISTENTE																		
CERRAMIENTO DE FACHADA Y CARPINTERÍA METÁLICA																		
COLOCACIÓN DE CUBIERTA																		
PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN DEFINITIVA (2 SEMANAS)																		
EQUIPOS MECÁNICOS																		
ACTUACIÓN 1: NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
ACTUACIÓN 3: REMODELACIÓN DE GASÓMETROS EXISTENTES																		
ACTUACIÓN 4: TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS																		
EQUIPOS ELÉCTRICOS																		
ACTUACIÓN 1: NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
ACTUACIÓN 2: NUEVO APARCAMIENTO																		
ACTUACIÓN 3: REMODELACIÓN DE GASÓMETROS EXISTENTES																		
ACTUACIÓN 4: TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS																		
ACTIVIDADES FINALES																		
ACABADOS Y REMATES CONSTRUCCIÓN																		
DESMONTAJE DE INSTALACIONES																		
ACTIVIDADES GENERALES																		
SEGURIDAD Y SALUD																		
CONTROL DE CALIDAD																		
SEGUIMIENTO AMBIENTAL																		
INTERFERENCIAS CON LA EXPLOTACIÓN DE LA E.D.A.R.																		
GESTIÓN DE RESIDUOS																		

P.E.M. MENSUAL (€)	75.123,85	75.123,85	75.123,85	28.242,19	49.106,55	57.029,11	59.400,59	163.333,34	261.020,11	95.129,47	64.069,73	103.453,84	99.156,05	170.069,91	419.265,83	668.442,66	597.528,80	597.528,80
P.E.M. ACUMULADO (€)	75.123,85	150.247,71	225.371,56	253.613,74	302.720,29	359.749,40	419.149,98	582.483,33	843.503,44	938.632,91	1.002.702,63	1.106.156,48	1.205.312,52	1.375.382,43	1.794.648,26	2.463.090,92	3.060.619,73	3.658.148,53

PRECIO BASE DE LICITACIÓN MENSUAL SIN I.V.A. (€)	89.397,38	89.397,38	89.397,38	33.608,20	58.436,79	67.864,64	70.686,70	194.366,68	310.613,94	113.204,06	76.242,97	123.110,07	117.995,70	202.383,19	498.926,33	795.446,77	711.059,27	711.059,27
PRECIO BASE DE LICITACIÓN ACUMULADA SIN IVA (€)	89.397,38	178.794,77	268.192,15	301.800,36	360.237,14	428.101,78	498.788,48	693.155,16	1.003.769,09	1.116.973,16	1.193.216,13	1.316.326,21	1.434.321,90	1.636.705,10	2.135.631,43	2.931.078,20	3.642.137,47	4.353.196,75

CERTIFICACIÓN MENSUAL SIN IVA (%)	1,05%	1,05%	1,05%	0,39%	0,69%	0,80%	0,83%	2,28%	3,65%	1,33%	0,90%	1,45%	1,39%	2,38%	5,86%	9,34%	8,35%	8,35%
CERTIFICACIÓN ACUMULADA SIN IVA (%)	1,05%	2,10%	3,15%	3,54%	4,23%	5,03%	5,86%	8,14%	11,78%	13,11%	14,01%	15,45%	16,84%	19,21%	25,07%	34,41%	42,76%	51,10%

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR (T.M. GETAFE)																		
HISTOGRAMA MENSUAL DE CERTIFICACIONES																		
ACTIVIDAD	mes 19	mes 20	mes 21	mes 22	mes 23	mes 24	mes 25	mes 26	mes 27	mes 28	mes 29	mes 30	mes 31	mes 32	mes 33	mes 34	mes 35	mes 36
ACTIVIDADES PREVIAS																		
REPLANTEO GENERAL Y COMPROBACIÓN DE COTAS																		
MONTAJE OFICINAS DE OBRA																		
REDACCIÓN DE PLANES																		
ACTIVIDADES DE GESTIÓN																		
SOLICITUDES Y AUTORIZACIONES ELÉCTRICAS																		
OTRAS SOLICITUDES (AYTO., AMBIENTALES...) Y AUTORIZACIONES																		
COMPRAS																		
INVENTARIO DE UNIDADES OBRA CIVIL																		
PETICIÓN OFERTAS Y PROPUESTA O.C.																		
INVENTARIO DE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS																		
PETICIÓN OFERTAS Y PROPUESTA DE EQUIPOS																		
APROBACIÓN DE PLANOS DE DETALLE Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																		
FABRICACIÓN Y ENSAYOS DE LOS EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS																		
EJECUCIÓN DE OBRA																		
INSTALACIONES AUXILIARES DE OBRA, ACCESOS Y SEÑALIZACIÓN																		
OBRA CIVIL																		
ACTUACIÓN 1: NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
NUEVO EDIFICIO DE CUADROS ELÉCTRICOS Y NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN																		
RED DE PLUVIALES Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS																		
DESMONTAJE Y DEMOLICIÓN DEL ACTUAL APARCAMIENTO																		
NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
URBANIZACIÓN																		
PUESTA EN MARCHA (2 SEMANAS)																		
ACTUACIÓN 2: NUEVO APARCAMIENTO																		
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO																		
CANALIZACIONES ELÉCTRICAS																		
ALUMBRADO																		
COLOCACIÓN DE MARQUESINAS																		
PAVIMENTACIÓN Y ACABADOS																		
ACTUACIÓN 3: REMODELACIÓN DE GASÓMETROS EXISTENTES																		
DESMONTAJE DE GASÓMETROS FLOTANTES EXISTENTES																		
LIMPIEZA Y TRATAMIENTO DE PARAMENTOS INTERIORES																		
COLOCACIÓN DE PANELES DE POLIESTIRENO																		
BANCADA DE HORMIGÓN Y ACCESOS																		
PUESTA EN MARCHA (2 SEMANAS)																		
ACTUACIÓN 4: TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS																		
INSTALACIÓN PROVISIONAL DE TAMIZADO Y CONEXIONES																		
PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN PROVISIONAL (2 SEMANAS)																		
DESMONTAJE DEL TAMIZADO ACTUAL																		
ACONDICIONAMIENTO DEL EDIFICIO EXISTENTE																		
CERRAMIENTO DE FACHADA Y CARPINTERÍA METÁLICA																		
COLOCACIÓN DE CUBIERTA																		
PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN DEFINITIVA (2 SEMANAS)																		
EQUIPOS MECÁNICOS																		
ACTUACIÓN 1: NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
ACTUACIÓN 3: REMODELACIÓN DE GASÓMETROS EXISTENTES																		
ACTUACIÓN 4: TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS																		
EQUIPOS ELÉCTRICOS																		
ACTUACIÓN 1: NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS																		
ACTUACIÓN 2: NUEVO APARCAMIENTO																		
ACTUACIÓN 3: REMODELACIÓN DE GASÓMETROS EXISTENTES																		
ACTUACIÓN 4: TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS																		
ACTIVIDADES FINALES																		
ACABADOS Y REMATES CONSTRUCCIÓN																		
DESMONTAJE DE INSTALACIONES																		
ACTIVIDADES GENERALES																		
SEGURIDAD Y SALUD																		
CONTROL DE CALIDAD																		
SEGUIMIENTO AMBIENTAL																		
INTERFERENCIAS CON LA EXPLOTACIÓN DE LA E.D.A.R.																		
GESTIÓN DE RESIDUOS																		

<b>P.E.M. MENSUAL (€)</b>	749.022,54	457.410,81	272.596,33	100.995,68	161.574,14	283.036,19	298.242,58	314.921,88	286.086,61	42.623,62	28.261,27	52.771,24	44.809,19	36.983,45	135.986,44	151.469,26	53.031,75	30.510,64
<b>P.E.M. ACUMULADO (€)</b>	4.407.171,07	4.864.581,88	5.137.178,21	5.238.173,89	5.399.748,03	5.682.784,21	5.981.026,79	6.295.948,67	6.582.035,28	6.624.658,90	6.652.920,16	6.705.691,40	6.750.500,59	6.787.484,04	6.923.470,48	7.074.939,74	7.127.971,49	7.158.482,12
<b>PRECIO BASE DE LICITACIÓN MENSUAL SIN I.V.A. (€)</b>	891.336,82	544.318,87	324.389,63	120.184,86	192.273,22	336.813,06	354.908,67	374.757,04	340.443,07	50.722,10	33.630,91	62.797,77	53.322,94	44.010,30	161.823,86	180.248,42	63.107,78	36.307,66
<b>PRECIO BASE DE LICITACIÓN ACUMULADA SIN IVA (€)</b>	5.244.533,57	5.788.852,44	6.113.242,07	6.233.426,93	6.425.700,15	6.762.513,21	7.117.421,88	7.492.178,92	7.832.621,98	7.883.344,09	7.916.974,99	7.979.772,77	8.033.095,70	8.077.106,01	8.238.929,87	8.419.178,29	8.482.286,07	8.518.593,72

CERTIFICACIÓN MENSUAL SIN IVA (%)	10,46%	6,39%	3,81%	1,41%	2,26%	3,95%	4,17%	4,40%	4,00%	0,60%	0,39%	0,74%	0,63%	0,52%	1,90%	2,12%	0,74%	0,43%
CERTIFICACIÓN ACUMULADA SIN IVA (%)	61,57%	67,96%	71,76%	73,17%	75,43%	79,39%	83,55%	87,95%	91,95%	92,54%	92,94%	93,67%	94,30%	94,82%	96,72%	98,83%	99,57%	100,00%



#### **4 INFORME DE OBRA**

En este apartado, se enumeran las unidades de obra por orden decreciente del importe del presupuesto.

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40113002	Ud	Tamiz de escalera para tamizado de sólidos finos en tratamiento de caudales aliviados de las siguientes características: Luz de paso: 6 mm; Anchura canal: 1,5 m; Altura canal: 4,0 m; Motor eléctrico 1.400 r.p.m., 50 Hz. Tensión 400 V. Potencia: 4 kW. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Según ET 2035.2.	81.734,40	10,000	817.344,00	11,42	817.344,00	11,42
40140021	Ud	Gasómetro de doble membrana de las siguientes características: Diámetro depósito: 27,2 m; Volumen: 8.915 m3. Presión de servicio: 18 mbar; Incluye membrana de revestimiento, membrana interior y membrana exterior, un ventilador de 1000 Nm3/h a 180 mca, válvula hidráulica de seguridad de sobrepresión, detector de gases entre membrana exterior e interior y tuberías, valvulas de impulsión de aire a la cámara entre membranas y sonda de nivel. Según ET 2500.	251.057,00	2,000	502.114,00	7,01	1.319.458,00	18,43
40112202	Ud	Reja para desbaste de gruesos de las siguientes características: Luz de paso: 30 mm; Anchura canal: 3,3 m; Altura canal: 4,0 m; Motor eléctrico 1.500 r.p.m., 50 Hz. Tensión 400 V. Potencia: 5,52 kW. Materiales: acero inoxidable. Incluye limpiarrejas con peine de limpieza, limpiapeine y bastidor. Según ET 2023.2.	91.370,00	5,000	456.850,00	6,38	1.776.308,00	24,81
40112201	Ud	Reja para desbaste de muy gruesos de las siguientes características: Luz de paso: 80 mm; Anchura canal: 3,3 m; Altura canal: 4,0 m; Motor eléctrico 1.500 r.p.m., 50 Hz. Tensión 400 V. Potencia: 5,52 kW. Materiales: acero inoxidable. Incluye limpiarrejas con peine de limpieza, limpiapeine y bastidor. Según ET 2023.1.	88.970,00	5,000	444.850,00	6,21	2.221.158,00	31,03
U07018242M	m³	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qa o HA-30/B/20/IV+Qb, elaborado en central y vertido desde camión con bomba en elementos horizontales de estructura (cimentaciones, soleras, vigas, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.	149,36	2.949,733	440.572,12	6,15	2.661.730,12	37,18
U07030050	kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras corrugadas B 500 S, incluso cortado, doblado y recortes, según peso teórico.	1,03	368.222,760	379.269,44	5,30	3.040.999,56	42,48

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
W0022	Ud	Partida alzada a justificar para actuaciones imprevistas que resulten indispensables para la adecuada ejecución de la obra en los términos definidos en Pliego de Prescripciones Técnicas.	338.144,42	1,000	338.144,42	4,72	3.379.143,98	47,20
Y0003	Ud	Desmontaje de campana gasométrica metálica, incluyendo retirada de todos los elementos metálicos, estructuras soportes, conducciones interiores, troceado y carga sobre camión, maquinaria especial de izado y cualquier medio necesario para su total retirada.	100.000,00	2,000	200.000,00	2,79	3.579.143,98	50,00
83220501	Ud	Centro de control de motores denominado CCM TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS 400Vac 50kA IP54 ejecución extraíble en compartimentación 4a y las siguientes salidas (VER NUMERO DE SALIDAS EN ESQUEMA UNIFILAR CORRESPONDIENTE): - Arranque directo: compuestas de protección magnética+diferencial+relé guardamotor comunicable vía bus+contactor. - Arranque directo con inversor: compuestas de protección magnética+diferencial+relé guardamotor comunicable vía bus+inversor de giro+contactor. - Alimentación directa tetrapolar (feeder extraíble): compuesta por protección magnetotérmica+diferencial. - Alimentación fija directa tetrapolar: compuesta por protección magnetotérmica+diferencial. - Alimentación fija directa unipolar: compuesta por protección magnetotérmica+diferencial. La acometida al cuadro se dispondrá en una columna de	184.450,18	1,000	184.450,18	2,58	3.763.594,16	52,58
40212304	Ud	Compuerta deslizante de canal de las siguientes características: Tipo: de canal. Ancho de canal: 1,5 m; Altura de canal: 3,94 m. Altura de accionamiento: 4,04 m. Accionamiento: Servomotorizado; Servicio: Entrada tamizado de sólidos finos; Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Incluye perfiles de deslizamiento y cierre. Según ET 2001.	14.250,80	10,000	142.508,00	1,99	3.906.102,16	54,57
W0025	Ud	Seguridad y Salud.	141.867,72	1,000	141.867,72	1,98	4.047.969,88	56,55

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40113001	Ud	Tamiz de escalera para tamizado de fangos primarios de las siguientes características: Luz de paso: 3 mm; Anchura canal: 0,6 m; Altura canal: 1,0 m; Motor eléctrico 1.410 r.p.m., 50 Hz. Tensión 400 V. Potencia: 1,1 kW. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Incluye cajón metálico en AISI-316 L. Según ET 2035.1.	22.560,00	6,000	135.360,00	1,89	4.183.329,88	58,44
40111200	Ud	Prensa compactadora de las siguientes características: Capacidad en admisión: 10 m3/h; Producción a la salida: 4 m3/h; Servicio: Retirada de residuos de tratamiento de caudales aliviados; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 9 kW, IP 55 400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2031.2.	31.815,00	4,000	127.260,00	1,78	4.310.589,88	60,22
40212303	Ud	Compuerta deslizante de canal de las siguientes características: Tipo: de canal. Ancho de canal: 1,25 m; Altura de canal: 3,94 m. Altura de accionamiento: 4,04 m. Accionamiento: Servomotorizado; Servicio: Salida tamizado de sólidos finos; Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Incluye perfiles de deslizamiento y cierre. Según ET 2001.	12.432,80	9,000	111.895,20	1,56	4.422.485,08	61,78
U07020080M	m2	Encofrado plano para elementos verticales de estructura (muros, etc.) con paneles metálicos o fenólicos, con calidad de acabado cara vista, para trabajos a cualquier altura, incluso molduras y berenjenos, velas, puntales, cimbras y andamiaje, desencofrado y limpieza.	26,29	4.152,083	109.158,26	1,52	4.531.643,34	63,30
U07030010	kg	Suministro y colocación de acero laminado tipo S275 JR en estructuras (pilares, vigas, cerchas, etc.) según peso teórico incluso parte proporcional de despuntes, soldadura, montaje, dos manos de pintura antioxidante. Totalmente terminado.	2,24	44.387,323	99.427,60	1,39	4.631.070,94	64,69
U07018542M	m³	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qa o HA-30/B/20/IV+Qb, elaborado en central y vertido desde camión con bomba en elementos verticales de estructura (muros, pilares, etc.), incluso compactación, vibrado, curado y acabado. Según EHE vigente.	153,03	641,970	98.240,67	1,37	4.729.311,61	66,07

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
W1600	Ud	Redacción de documento con estructura de proyecto "as built" de acuerdo a las especificaciones del Canal de Isabel II.	90.000,00	1,000	90.000,00	1,26	4.819.311,61	67,32
U09034020	m3	Pavimento de losas de hormigón en masa tipo HM-40 (fct,k = 40 kp/cm2), con cemento CEMI 32,5, tamaño máximo del árido 40 mm y adición de superplastificante, ejecutado a mano con encofrados fijos, incluso p.p. de encofrado, vibrado, acabado con textura superficial ranurada mediante cepillado o arrastre de arpillera y pulverización de producto filmógeno de curado sobre su superficie terminada, incluso juntas. Totalmente terminado.	115,92	750,389	86.985,09	1,22	4.906.296,70	68,54
40253301	Ud	Compuerta abatible con accionamiento mediante cilindros hidráulicos de doble efecto de las siguientes características: Tipo: abatible. Dimensiones: Ancho: 3.000 mm, Alto: 3.800 mm. Carga de agua: 3.400 mm. Accionamiento: mediante dos cilindros hidráulicos. Incluye posicionador interno con señal 4-20 mA, central hidráulica y equipo eléctrico para accionamiento, armario de mando con automata local, señalización preparada para telemando automático, manual y de emergencia con batería. Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: tablero en AISI-316 L, cierres inox-inox + elastómero. Según ET 2003.	74.639,69	1,000	74.639,69	1,04	4.980.936,39	69,58

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83100501	Ud	<p>Cuadro General de Distribución de Baja Tensión CT Alivio 400Vac 70kA IP54 ejecución fija en compartimentación 4b y la siguiente composición:</p> <p>Alimentación: 2 Uds Acometida desde transformadores de potencia formada por interruptor automático tetrapolar de 1.000 A, 70kA, ejecución extraíble y bastidor abierto, con protección magnetotérmica y diferencial regulable, motorizadas; 1 interruptor automatico 1.000A tetrapolar para conexión de grupo electrogeno, Analizador de redes con comunicación Ethernet a sistema de control, 1 transformador sumador5+5/5 A para conexión a regulador de factor de potencia. El cuadro dispondra de espacio fisico libre para otra acometida de iguales características, en prevision de ampliacion futura.</p> <p>SALIDAS</p> <p>- Alimentacion directa tetrapolar: 1 Ud compuesta por protección magnetotérmica+diferencial 4P 630A 70kA.</p> <p>- Alimentación directa tripolar: 1 Ud</p>	72.372,47	1,000	72.372,47	1,01	5.053.308,86	70,59
40121200	Ud	<p>Depósito circular de las siguientes características: diámetro: 10 m, calado: 3 m, altura recta total: 3,6 m. Material: acero vitrificado. Incluye fijaciones, refuerzos superiores galvanizados, refuerzos de viento, ángulos de base, cubre tuercas de plástico y sellante de panel. Incluso boca de hombre en pared y escalera vertical de acero galvanizado con plataforma de inspección.</p>	34.846,23	2,000	69.692,46	0,97	5.123.001,32	71,57
U08010110	m	<p>Barandilla de acero inoxidable AISI 304 de 1.000 mm de altura, compuesta por balaustres de pletina 40x10, fijados mediante placa de 150x80 con dos anclajes tipo M10, y distanciados entre sí 1.500 mm, con pasamanos de tubo de diámetro 50x1,5, dos barras intermedias pasantes de tubo de diámetro 28x1,5 y rodapié de pletina de 200x5. Totalmente colocada.</p>	335,60	203,226	68.202,65	0,95	5.191.203,97	72,52

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40212302	Ud	Compuerta deslizante de canal de las siguientes características: Tipo: de canal. Ancho de canal: 2,47 m; Altura de canal: 3,85 m. Altura de accionamiento: 4,04 m. Accionamiento: Servomotorizado; Servicio: Aislamiento desbaste de muy gruesos; Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Incluye perfiles de deslizamiento y cierre. Según ET 2001.	21.304,64	3,000	63.913,92	0,89	5.255.117,89	73,41
Y2000	dia	Coste diario de la puesta en marcha de las instalaciones según estimación del anejo nº23.- Prescripciones para la puesta en marcha.	957,49	60,000	57.449,40	0,80	5.312.567,29	74,21
U08020640	m2	Cubierta de chapa plegada de color, incluso limpieza y preparación de la superficie, colocación y fijación de chapas, medios auxiliares para su ejecución y p.p. de piezas especiales.	28,59	1.972,551	56.395,23	0,79	5.368.962,52	75,00
U10030300	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 4x6 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	6,19	7.980,000	49.396,20	0,69	5.418.358,72	75,69
40111303	Ud	Cinta transportadora de las siguientes características: Capacidad: 6,71 m3/h; Longitud: 19 m; Ancho de banda: 600 mm. Servicio: Retirada de residuos de tamizado de sólidos finos; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 4 kW, IP-55 230/400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2030.3.	24.494,10	2,000	48.988,20	0,68	5.467.346,92	76,38
90001001	Mes	Seguimiento ambiental de las obras durante la fase de ejecución.	1.250,00	36,000	45.000,00	0,63	5.512.346,92	77,00
50500001	Ud	Miniexcavadora cargadora compacta de las siguientes características: Potencia del motor: 23,9 kW. Peso operativo: 1.855 kg. Carga operativa: 455 kg. Neumáticos: estándar. Cabina basculante con protección antivuelco y antichoque. Incluye accesorio para barredora. Según ET 2770.	41.560,00	1,000	41.560,00	0,58	5.553.906,92	77,58

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83220502	U	<p>Cuadro eléctrico local asociado a CCM Caudales Aliviados para control de central oleohidráulica REJAS, 400Vac IP55 ejecución fija, instalación intemperie, formado por chapa metálica con puerta plena mecanizadas con pilotos y mandos, y las siguientes salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 ud. Alimentación fija directa tetrapolar: compuesta por protección magnetotérmica+diferencial y contactor.</li> <li>- 1 ud. Alimentación a grupo electroválvulas: compuesta por protección magnetotérmica (1ud)+diferencial (1ud)+relés de control (6uds.)</li> </ul> <p>La acometida al cuadro dispondrá de un interruptor magnetotérmico general III+N de 35A 50kA, con relé indirecto para protección diferencial 300mA con regulación en tiempo y sensibilidad, y protección contra sobretensiones tipo II. Se alimenta desde CCM Caudales aliviados, salidas tipo TETRA de rejas.</p> <p>Ubicación: intemperie junto a rejas del nuevo tratamiento de caudales</p>	4.155,00	10,000	41.550,00	0,58	5.595.456,92	78,17
U12000030	m3	Carga, transporte y descarga a vertedero, fuera de la obra, para distancias entre 10 y 30 km y por cualquier medio, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil sin incluir canon de vertedero.	13,93	2.821,987	39.310,28	0,55	5.634.767,20	78,71
U08080200	m2	<p>Plataforma formada por rejilla antideslizante tipo tramex de PRFV, de 8x8 mm de cuadro, espesor de 30 mm, montado sobre perfilera de PRFV. Las piezas de PRFV se fabricarán mediante pultrusión, con resina ISOFTÁLICA en espacios sin agresión química y con VINILESTER en espacios confinados con agresión química, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia UV 5 en la escala de grises conforme a norma UNE-EN ISO 4892-parte 2 y/o según normativa vigente</li> <li>- Resistencia al fuego M-1 (ASTM-E84)</li> <li>- Resistencia al humo F-1 (ASTM-E84)</li> <li>- Pigmentación mediante resina tintada</li> </ul> <p>Incluso p.p. de elementos de sujeción en acero inoxidable austenítico AISI 316. Totalmente terminada y colocada.</p>	171,24	209,371	35.852,69	0,50	5.670.619,89	79,22



Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
10630250	Ud	Junta de desmontaje de acero con junta de estanqueidad. DN: 250. Tipo: Telescópicas; Conexiones: brida-brida. Montaje: Horizontal o vertical; Estanqueidad: Juntas tóricas; Material: Cuerpo: AISI-316; Juntas: Neopreno. Según ET 2230.	1.476,00	24,000	35.424,00	0,49	5.706.043,89	79,71
30820021	Ud	Equipo de desodorización por eliminación biológica de las siguientes características: Capacidad: 4.000 m3/h. Servicio: edificio de tamizado de fangos. Formado por: una torre vertical de lavado de 2 m de diámetro y 7 m de altura, una bomba centrífuga horizontal para recirculación del líquido de lavado de 15 m3/h a 17 mca, un ventilador centrífugo de 4.000 m3/h, un depósito de nutrientes de 1.000 l y una bomba dosificadora de 45 l/h de caudal. Incluso tuberías, válvulas y accesorios de alimentación de nutrientes entre depósito y torre en PVC. Según ET 2724.	34.055,00	1,000	34.055,00	0,48	5.740.098,89	80,19
U07040020	m	Junta elastomérica de estanquidad de 300 mm de ancho y 10 mm de espesor mínimo, con tubo central, incluso fijación y medios auxiliares.	14,88	2.231,800	33.209,18	0,46	5.773.308,07	80,65
82300630	Ud	Transformador reductor de llenado integral, de interior y en baño de éster vegetal (según Norma UNE 21428 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 630 kVA. Tensión primaria 6.600 +/- 2,5%, +/- 5% V, tensión secundaria 420/240 V en vacío. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Totalmente instalado y funcionando Según E.T. 3211	15.363,00	2,000	30.726,00	0,43	5.804.034,07	81,08

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
86000008	Ud	PLC asociado a CCM Trat. Caudales aliviados , con puerto Ethernet de serie, equipado para 384 E/D, 96 S/D, 8 E/A y 0 S/A de acuerdo a las características descritas en el anejo de control. Incluyendo: procesador, 12 Tarjetas de 32 entradas digitales, 3 Tarjetas de 32 salidas digitales 24 Vcc, 1 Tarjetas de 8 entradas analógicas 0/4..20 mA, 0..10 V. 0 Tarjetas de 8 salidas analógicas. Además incluye: 2 Fuentes de alimentación 220V 2.8A, unidad de control E/S principal, unidad interfaz E/S expensor, cable conexión bastidores, módulo de comunicaciones RS232C+RS422/485. Panel de operador pantalla TFT 12" y conexión a red Ethernet. Protecciones de entrada general de alimentación. Fuente de alimentación es-tabilizada y cortocircuitable. Transformador de aislamiento 400/220 Vca de 800 VA. Se incluyen interfaces cables-borneros incluso programación de los algoritmos de automatización y panel operador y puesta en servicio. Todo ello montado sobre un cuadro IP55 con ventilación y calefacción	29.762,18	1,000	29.762,18	0,42	5.833.796,25	81,49
82137220	Ud	Celda de interruptor automatico para protección de transformadores . Incluye seccionador en SF6, mando motorizado,disyuntor en SF6 con bobina de apertura doble,, s.p.a.t., captadores de intensidad, relé para protección sobreintensidad instantanea y retardada y enclavamientos instalada. Características principales: 7,5kV, 400A, 20 kA. Según ET 3206	13.186,00	2,000	26.372,00	0,37	5.860.168,25	81,86
U10030140	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 1x240 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	36,16	720,000	26.035,20	0,36	5.886.203,45	82,23
10230250	m	Tubería acero inoxidable AISI-316 L. DN 250. Fabricación: con soldadura longitudinal según norma DIN 2463; Espesor mínimo 2 mm. Incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Según ET 2204.	172,19	145,000	24.967,55	0,35	5.911.171,00	82,58

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
82212401	u	Edificio de hormigón modular para centro de transformación CT Alivio, de dimensiones exteriores 10.260 x 2.560 y altura vista 2.620 mm., incluyendo su transporte y montaje. Incluye excavación de un foso de dimensiones 3.100 x 10.760 mm. para alojar el edificio prefabricado modular, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 575 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado. Incluye ventilación forzada en cada cubículo de máquina transformadora. Totalmente instalado.	24.783,00	1,000	24.783,00	0,35	5.935.954,00	82,92
U10030210	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 3x1,5 mm <sup>2</sup> . Instalado bajo tubo o conductos.	2,70	9.115,000	24.610,50	0,34	5.960.564,50	83,27
40111301	Ud	Cinta transportadora de las siguientes características: Capacidad: 3,35 m <sup>3</sup> /h; Longitud: 19 m; Ancho de banda: 600 mm. Servicio: Retirada de residuos de desbaste de sólidos muy gruesos; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 4 kW, IP 55 230/400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2030.1.	24.494,10	1,000	24.494,10	0,34	5.985.058,60	83,61
40111302	Ud	Cinta transportadora de las siguientes características: Capacidad: 6,71 m <sup>3</sup> /h; Longitud: 19 m; Ancho de banda: 600 mm. Servicio: Retirada de residuos de desbaste de sólidos gruesos; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 4 kW, IP 55 230/400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2030.2.	24.494,10	1,000	24.494,10	0,34	6.009.552,70	83,95
82342016	Ud	Cuadro de baja tensión para protección de salida de transformadores compuesto por armario de estructura metálica conteniendo dos (2) interruptores automáticos de calibre 1000A 50kA a 380/415V 4P, con unidad de control, tetrapolar, regulables, totalmente instalado y funcionando.	24.370,70	1,000	24.370,70	0,34	6.033.923,40	84,29
U10030310	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 4x10 mm <sup>2</sup> . Instalado bajo tubo o conductos.	9,87	2.445,000	24.132,15	0,34	6.058.055,55	84,63
U12000350	m3	Pago de canon por descarga a vertedero, de los productos resultantes de excavaciones o demoliciones, medido sobre perfil.	8,49	2.821,987	23.958,67	0,33	6.082.014,22	84,96

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
10230400	m	Tubería acero inoxidable AISI-316 L. DN 400. Fabricación: con soldadura longitudinal según norma DIN 2463; Espesor mínimo 2,3 mm. Incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Según ET 2204.	339,60	70,000	23.772,00	0,33	6.105.786,22	85,29
U10050340	ud	Suministro y montaje de columna de acero galvanizado, por inmersión en caliente tipo LAB-070, de 8 m de altura y 4 mm de espesor de chapa, abatible desde la mitad mediante sistema manual, incluyendo pernos de anclaje, puerta de registro, tornillo T.T., bornas, fusible de protección, línea de alimentación desde caja a luminaria en conductor VV-6 / 1 KV de 3x2,5 mm <sup>2</sup> cobre y perfil para soporte de uno a tres proyectores. Según E.T. 3602	1.673,87	14,000	23.434,18	0,33	6.129.220,40	85,62
40212301	Ud	Compuerta deslizante de canal de las siguientes características: Tipo: de canal. Ancho de canal: 2,54 m; Altura de canal: 3,85 m. Altura de accionamiento: 4,04 m. Accionamiento: Servomotorizado; Servicio: Aislamiento desbaste de muy gruesos; Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Incluye perfiles de deslizamiento y cierre. Según ET 2001.	21.813,68	1,000	21.813,68	0,30	6.151.034,08	85,93
U10030278	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 4x1,5 mm <sup>2</sup> . Instalado bajo tubo o conductos.	2,83	7.560,000	21.394,80	0,30	6.172.428,88	86,23
40212306	Ud	Compuerta deslizante de canal de las siguientes características: Tipo: de canal. Ancho de canal: 2,32 m; Altura de canal: 3,85 m. Altura de accionamiento: 4,04 m. Accionamiento: Servomotorizado; Servicio: Aislamiento desbaste de muy gruesos; Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Incluye perfiles de deslizamiento y cierre. Según ET 2001.	20.985,46	1,000	20.985,46	0,29	6.193.414,34	86,52
Y1011	Ud	Inertización del gasómetro y línea de gas asociada con nitrógeno gas antes de su puesta en marcha.	10.275,00	2,000	20.550,00	0,29	6.213.964,34	86,81

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U08080220M	m	<p>Suministro e instalación de escalera inclinada de PRFV abatible, de 800 mm de ancho y peldaños antideslizantes cada 230 mm, incluyendo pasamanos, montantes, rodapié, listones intermedios y bisagras. Las piezas de PRFV se fabricarán mediante pultrusión, con resina ISOFTÁLICA en espacios sin agresión química y con VINILESTER en espacios confinados con agresión química, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia UV 5 en la escala de grises conforme a norma UNE-EN ISO 4892-parte 2 y/o según normativa vigente</li> <li>- Resistencia al fuego M-1 (ASTM-E84)</li> <li>- Resistencia al humo F-1 (ASTM-E84)</li> <li>- Pigmentación mediante resina tintada</li> </ul> <p>incluso pluma manual para izado de escalera p.p. de elementos de sujeción en acero inoxidable austenítico AISI 316.</p>	1.667,96	11,400	19.014,74	0,27	6.232.979,08	87,07
U09012030	m3	<p>Base de zahorra artificial, husos ZA (20) / ZA (25), con material "no plástico", conforme norma UNE-EN 103104 y/o según normativa vigente, con un porcentaje mínimo de partículas trituradas del 75% y un índice de lajas inferior a 35, puesta en obra extendida y compactada, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm de espesor, medido sobre perfil. Desgaste de los Angeles de los áridos inferior a 30.</p>	21,15	829,318	17.540,08	0,25	6.250.519,16	87,32

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
89010001	Ud	Adaptación del "CCM TAMIZADO FANGOS" asociado a Tamizado/espesado, consistente en la instalación de nuevas salidas equipadas para la renovación del sistema de tamizado de fangos, utilizando salidas a desmontar y espacio reserva disponible. Incluyendo: - Arranque directo: 2 Ud compuestas de protección magnetotermica+diferencial+guard amotor+contactor. - Arranque mediate inversor: 1 Ud compuestas de protección magnetotermica+diferencial+guard amotor+contactor+inversor. - Alimentación directa tetrapolar: 7 Ud compuesta de protección magnetotermica+diferencial. - Desmontaje de 8 salidas a tamices actuales. Toda la aparamenta que no quepa en el espacio liberado, se instalará en el hueco libre en la parte superior de la 4ª columna, en disposición horizontal si fuese necesario. SALIDAS SEGÚN ESQUEMA ELÉCTRICO CORRESPONDIENTE. Aparamenta de idénticas	17.456,00	1,000	17.456,00	0,24	6.267.975,16	87,56
U08020090	m2	Plancha de poliestireno expandido de 4 cm de espesor y densidad 25 kg/m3, incluso sujeción y colocación.	5,58	2.905,445	16.212,38	0,23	6.284.187,54	87,79
30110001	Ud	Bomba centrífuga horizontal de las siguientes características: Ejecución: horizontal; Fluido a bombear: fangos tamizados a espesadores; Caudal: 450 m3/h; Altura manométrica: 9 m.c.a.; Potencia: 22 kW. Velocidad: 960 r.p.m; Incluye pedestal; Según ET 2300.	8.056,00	2,000	16.112,00	0,23	6.300.299,54	88,01
20100250	Ud	Válvula de compuerta de las siguientes características: Tipo: husillo no ascendente; DN: 250; PN: 10; Conexiones: embridadas; Cierre: elástico; Accionamiento: manual por volante. Según ET 2101.	888,53	18,000	15.993,54	0,22	6.316.293,08	88,24
90010000	m²	Reposición de zonas ajardinadas afectadas por la ejecución de las obras.	15,54	1.000,000	15.540,00	0,22	6.331.833,08	88,45
40111101	Ud	Transportador-compactador de tornillo de las siguientes características: Capacidad: 0,5 m3/h; Longitud: 8,5 m; Paso de hélice: 200 mm; Servicio: Retirada de residuos del tamizado de fangos primarios; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 1,1 kW, IP-55 230/400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2031.1	15.410,00	1,000	15.410,00	0,22	6.347.243,08	88,67

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U08080220	m	Suministro e instalación de escalera inclinada de PRFV, de 800 mm de ancho y peldaños antideslizantes cada 230 mm, incluyendo pasamanos, montantes, rodapié y listones intermedios. Las piezas de PRFV se fabricarán mediante pultrusión, con resina ISOFTÁLICA en espacios sin agresión química y con VINILESTER en espacios confinados con agresión química, con las siguientes características: - Resistencia UV 5 en la escala de grises conforme a norma UNE-EN ISO 4892-parte 2 y/o según normativa vigente - Resistencia al fuego M-1 (ASTM-E84) - Resistencia al humo F-1 (ASTM-E84) - Pigmentación mediante resina tintada incluso p.p. de elementos de sujeción en acero inoxidable austenítico AISI 316.	374,75	40,850	15.308,54	0,21	6.362.551,62	88,88
82137520	u	Cabina protección general disyuntor automático, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor 400A en SF6 con mando RI motorizado, con bobina de apertura para relé, bobina de cierre y bobina de apertura adicional para protección térmica, mando RI motorizado, captadores de intensidad, y relé para protección indir. y enclavamientos instalados. Totalmente instalada y funcionando. Según ET 3204.	15.213,00	1,000	15.213,00	0,21	6.377.764,62	89,09
W1500	Ud	Redacción de informe para solicitud de permiso de cruce o actuación, tramitación del permiso y realización de todas las gestiones necesarias ante el Organismo competente para la obtención de la conformidad de la actuación.	3.000,00	5,000	15.000,00	0,21	6.392.764,62	89,30
40212307	Ud	Compuerta deslizante de canal de las siguientes características: Tipo: de canal. Ancho de canal: 1,54 m; Altura de canal: 3,94 m. Altura de accionamiento: 4,04 m. Accionamiento: Servomotorizado; Servicio: Salida tamizado de sólidos finos; Estanqueidad: A tres (3) lados. Materiales: acero inoxidable AISI-316 L. Cierre lateral: Inoxidable-inoxidable. Cierre inferior: Neopreno. Incluye perfiles de deslizamiento y cierre. Según ET 2001.	14.541,68	1,000	14.541,68	0,20	6.407.306,30	89,51

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40140011	Ud	Trampa de llamas con apagallamas, de las siguientes características: Fluido: gas de digestión; DN: 250; Conexiones: bridas ASA; Material: acero inoxidable. Según ET 2520.	7.186,49	2,000	14.372,98	0,20	6.421.679,28	89,71
40140013	Ud	Dispositivo cortallamas por fusible térmico de las siguientes características: Tamaño: 10"; Material: aluminio. Según ET 2520.	7.186,49	2,000	14.372,98	0,20	6.436.052,26	89,91
30520001	Ud	Puente grua de las siguientes características: Tipo: monocarril posado; Capacidad de carga: 3.200 kg; Servicio: Tratamiento de caudales aliviados; Luz entre ejes: 4,35 m; Velocidad de elevación: 3 m/min; Velocidad de traslación: 20 m/min; Tensión de alimentación: II 400 V. 50 Hz; Tensión de mando: 48 V. 50 Hz. Potencia del motor de elevación: 1,8 kW; Potencia del motor de traslación del carro: 0,18 kW; Potencia traslación del puente: 2x0,37 kW. Incluye carro enrollable. Según ET 2712.	13.681,50	1,000	13.681,50	0,19	6.449.733,76	90,10
U01021010	m3	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno blando (suelo con golpeo en el ensayo SPT menor o igual que 10 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	2,41	5.649,184	13.614,53	0,19	6.463.348,29	90,29
87263120	Ud	Suministro y montaje de luminaria para alumbrado viario con tecnología LED compacta, para alturas de montaje de 6 a 16m. Características: IP66, IK08, con carcasa de aluminio y cierre de vidrio plano templado, color aluminio RAL 7035, temperatura de color blanco neutro 4000K, flujo del sistema hasta 11050lm, consumo del sistema hasta 100W, eficacia 100lm/W, vida 60.000h, con regulador programable (hasta 5 pasos DDF), opciones de óptica con distribución media o ancha a definir en obra . Incluye protección contra sobretensiones 10kV. Según E.T. 3603.	745,00	18,000	13.410,00	0,19	6.476.758,29	90,48
U070101020	m3	Suministro y puesta en obra de hormigón de limpieza HL-150/B/12 o HL-150/B/20, elaborado en central y vertido desde camión o bomba, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, colocado a cualquier profundidad. Según EHE vigente.	77,33	172,984	13.376,85	0,19	6.490.135,14	90,66



Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40111305	Ud	Cinta transportadora de las siguientes características: Capacidad: 2 m <sup>3</sup> /h; Longitud: 8 m; Ancho de banda: 600 mm. Servicio: Retirada de residuos de tamizado de fangos primarios; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 1,5 kW, IP-55 230/400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2030.5.	13.313,40	1,000	13.313,40	0,19	6.503.448,54	90,85
20100350	Ud	Válvula de compuerta de las siguientes características: Tipo: husillo no ascendente; DN: 350; PN: 10; Conexiones: embridadas; Cierre: elástico; Accionamiento: manual por volante. Según ET 2101.	2.148,55	6,000	12.891,30	0,18	6.516.339,84	91,03
30511001	Ud	Polipasto eléctrico de las siguientes características: ;Tipo: monocarril; Capacidad de carga: 2.500 kg; Servicio: Tratamiento de caudales aliviados; Velocidad de elevación: 4 m/min; Velocidad de traslación: 20 m/min; Tensión de alimentación: III 230/400 V. 50 Hz; Tensión de mando: 48 V. 50 Hz. Potencia del motor de elevación: 2,2 kW. Potencia del motor de traslación: 0,18 kW. Según ET 2711.1.	6.401,00	2,000	12.802,00	0,18	6.529.141,84	91,21
40110001	Ud	Cuchara electrohidráulica anfibia para extracción de residuos de las siguientes características: Capacidad: 1.000 l. N° de brazos: dos valvas; Motor eléctrico: 7,5 kW, 1.500 rpm, 230/400 V, 50 Hz, IP-68. Clase F. Según ET 2032.	12.164,25	1,000	12.164,25	0,17	6.541.306,09	91,38
X1008	m	Tubería de doble pared PEAD Ø160, corrugada exterior, lisa interior, en canalizaciones eléctricas, colocada en zanja.	12,89	915,007	11.794,44	0,16	6.553.100,53	91,54
W1603	Ud	Partida de abono integro para los derechos de ampliación de potencia y verificación de los equipos de medida a abonar a la Compañía Distribuidora (aumento de potencia estimado en 350 kW).	11.445,00	1,000	11.445,00	0,16	6.564.545,53	91,70
Y1010	Ud.	Limpieza con medios humanos y maquinaria apropiados del canal de by-pass general existente y del nuevo tratamiento de caudales aliviados en el caso de que ocurra un alivio por el vertedero general de la EDAR durante el periodo de construcción y puesta en marcha de las nuevas instalaciones. Incluso carga en contenedor sin retirada del mismo.	750,00	15,000	11.250,00	0,16	6.575.795,53	91,86

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
10630350	Ud	Junta de desmontaje de acero con junta de estanqueidad. DN: 350. Tipo: Telescópicas; Conexiones: brida-brida. Montaje: Horizontal o vertical; Estanqueidad: Juntas tóricas; Material: Cuerpo: AISI-316; Bidas: aluminio; Juntas: Neopreno. Según ET 2230.	1.850,00	6,000	11.100,00	0,16	6.586.895,53	92,02
X1002	m²	Limpieza con agua a presión incluyendo preparación y limpieza del soporte, mediante proyección de agua a presión a 200 kg/cm², de los paramentos horizontales y verticales de hormigón, eliminando lechada superficial y polvo y partículas mal adheridas, con la rugosidad aproximada de 1.0 mm, incluso limpieza y soplado y aspirado del soporte tratado incluido los trabajos previos.	3,60	2.905,445	10.459,60	0,15	6.597.355,13	92,16
U12000330	m3	Carga, transporte y deposición controlada en vertedero autorizado de residuos peligrosos, así como los medios auxiliares necesarios.	82,86	122,793	10.174,63	0,14	6.607.529,76	92,30
U01030320	m3	Relleno localizado en trasdós de muros con suelos adecuados procedentes de la excavación, incluso aportación, extendido, humectación y compactación en capas de 30 cm de espesor, con un grado de compactación del 95% del P.M.	4,85	2.095,775	10.164,51	0,14	6.617.694,27	92,45
U01030050	m3	Relleno de zanjas con suelos adecuados, tamaño máximo 150 mm, procedentes de la propia excavación, incluso aportación, extendido y compactación hasta una densidad del 100% P.M., medido sobre perfil.	5,73	1.773,186	10.160,36	0,14	6.627.854,63	92,59
30820002	Ud	Conductos de captación de aire del edificio de los tamices de fangos y de la cámara de mezcla de fangos espesados hasta la nueva unidad de desodorización formado por: conducto general de aire en diámetro 400 mm, tres conductos de captación de diámetro 250 mm, contruidos en polipropileno, 20 rejillas de aspiración, incluso codos, piezas especiales, válvulas, accesorios y soportes.	9.897,00	1,000	9.897,00	0,14	6.637.751,63	92,73
U01022020	m3	Excavación en zanja, por medios mecánicos, en terreno medio (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 10 y 30 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	11,44	830,955	9.506,13	0,13	6.647.257,76	92,86

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40321001	Ud	Arqueta de reparto a tamizado de fangos primarios de las siguientes características: Dimensiones: Longitud: 2,4 m, Anchura: 1,6 m, Altura total: 1,8 m. Incluye 6 vertederos de 0,4 m de longitud, 9 bridas de Ø250 mm, 2 bridas de Ø400 mm, 1 compuerta de 0,4x0,4 m y 3 compuertas de 0,25x0,25 m. Material: poliéster reforzado en fibra de vidrio.	9.352,00	1,000	9.352,00	0,13	6.656.609,76	92,99
U01010110	m3	Demolición de cimentación de hormigón armado por medios mecánicos, incluyendo retirada de escombros, medido sobre perfil.	50,75	182,909	9.282,63	0,13	6.665.892,39	93,12
40140108	Ud	Caja purgadora de humedad contenida en el gas de digestión, según las siguientes características: Número embocaduras: 2; DN: 250; Conexiones: bridas DIN 2502; Material: acero inoxidable. Según ET 2521.	4.326,20	2,000	8.652,40	0,12	6.674.544,79	93,24
10230350	m	Tubería acero inoxidable AISI-316 L. DN 350. Fabricación: con soldadura longitudinal según norma DIN 2463; Espesor mínimo 2,3 mm. Incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Según ET 2204.	201,98	40,000	8.079,20	0,11	6.682.623,99	93,35
X1003	kg	Desmontaje de elementos metálicos mediante medios manuales y/o mecánicos incluso retirada de materiales desmontados y escombros y medios auxiliares.	0,50	15.930,353	7.965,18	0,11	6.690.589,17	93,46

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
83220503	Ud	<p>Cuadro eléctrico provisional para instalación provisional de tamizado de fangos primarios, 400Vac 50kA IP54 ejecución fija, formado por columnas de chapa con puerta plena mecanizadas con pilotos y mandos, y las siguientes salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 Uds Arranque directo: compuestas de proteccion magnética+diferencial+relé guardamotor.</li> <li>- 1 Ud. Arranque directo con inversor: compuestas de proteccion magnética+diferencial+relé guardamotor+inversor de giro+contactor.</li> <li>- 3 Uds Alimentacion fija directa tetrapolar: compuesta por protección magnetotérmica+diferencial.</li> </ul> <p>La acometida al cuadro dispondrá de un interruptor magnetotérmico general III+N de 100A 50kA, con relé indirecto para protección diferencial regulable en tiempo y sensibilidad.</p> <p>Ubicación: sala eléctrica edificio de tamizado/espesado.</p> <p>Dimensiones aproximadas: 600mm largo x 1830mm alto x 250mm</p>	7.950,00	1,000	7.950,00	0,11	6.698.539,17	93,57
30113001	Ud	<p>Pozo prefabricado de bombeo de las siguientes características: Nº de bombas instaladas: 2 uds. Ejecucion: sumergible. Fluido a bombear: pluviales. Caudal unitario: 15 m3/h. Altura manométrica: 10 mca. Potencia unitaria: 1,7 kW. Velocidad: 2.900 rpm. Tipo de impulsor: Vortex.</p>	7.552,95	1,000	7.552,95	0,11	6.706.092,12	93,68
U08020680	m2	<p>Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada de 0,6 mm con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3 con un espesor total de 30 mm sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,6 mm y 500 mm de desarrollo medio, instalado, incluso medios auxiliares y elementos de seguridad, según normativa vigente. Medida en verdadera magnitud.</p>	41,19	182,700	7.525,41	0,11	6.713.617,53	93,79

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40111306	Ud	Cinta transportadora de las siguientes características: Capacidad: 2 m <sup>3</sup> /h; Longitud: 2 m; Ancho de banda: 600 mm. Servicio: Retirada de residuos de tamizado de fangos primarios; Posición de trabajo: horizontal; Potencia del motorreductor: 1,1 kW, IP-55 230/400 V 50 Hz; Materiales: AISI-316L. Según ET 2030.6.	7.510,86	1,000	7.510,86	0,10	6.721.128,39	93,89
U02062190	m	Suministro e instalación de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio para saneamiento, de diámetro nominal DN 300 mm, presión nominal PN 6, conforme a norma UNE-EN 14364 y/o según normativa vigente, rigidez 10.000 N/m <sup>2</sup> , incluso parte proporcional de junta de unión, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.	89,02	84,330	7.507,06	0,10	6.728.635,45	94,00
X1010	m <sup>2</sup>	Tratamiento de la superficie superior del tanque en la zona de anclaje membrana exterior e interior mediante mortero de cemento, para la reparación de los desconchados, rugosidades y otro tipo de imperfecciones existentes en la superficie actual, dejando esta libre de irregularidades que pudieran dañar los tejidos de poliéster de las membranas de los gasómetros, permitiendo el perfecto apoyo de las pletinas de anclaje en este muro superior, totalmente terminado.	25,54	270,526	6.909,23	0,10	6.735.544,68	94,09
10230300	m	Tubería acero inoxidable AISI-316 L. DN 300. Fabricación: con soldadura longitudinal según norma DIN 2463; Espesor mínimo 2 mm. Incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Según ET 2204.	229,55	30,000	6.886,50	0,10	6.742.431,18	94,19
89100002	l	Suministro de combustible para grupos electrógenos	1,38	4.824,000	6.657,12	0,09	6.749.088,30	94,28
82107220	Ud	Ud. celda de interruptor de línea equipada con interruptor-seccionador en SF <sub>6</sub> de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión instalados. Características: 400A, 7,5kV y 20kA. Según ET 3201.	3.262,00	2,000	6.524,00	0,09	6.755.612,30	94,37
U01010160	m3	Levantado por medios mecánicos (retroexcavadora con martillo hidráulico o similar) de firme con base de hormigón hidráulico o adoquín, de cualquier espesor, incluso retirada, medido sobre perfil.	22,67	281,443	6.380,31	0,09	6.761.992,61	94,46

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U10040340	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de canaleta metálica de rejilla instalada sobre muro, de 200x60 mm, con parte proporcional de uniones, curvas, soportes y tornillería. Según E.T. 3101	52,35	120,000	6.282,00	0,09	6.768.274,61	94,55
U01010120	m3	Demolición de solera de hormigón armado de cualquier canto con martillo compresor, incluyendo retirada de escombros, medido sobre perfil.	74,52	83,592	6.229,28	0,09	6.774.503,89	94,64
82610180	Ud	Compensación automática de reactiva 180 kVAr a 400Vac (escalones 20+4x40). Armario modular de acero pintado en epoxi. Grado de protección IP 30. Regulador digital de 96 x 96 mm. Protección general del equipo por un interruptor y fusibles. Tem. ambiente: máx. 40°C. Ventilación forzada por ventilador. Disposit. antiexplosión: Incorporado. Resistencias descarga: Incorporadas. Normas: CEI 33-5 / UNE - EN 60439 / 73/23 CEE / 89/336CEE. Dieléctrico reforzado. Ud. instalada y montada. Según E.T. 3322	6.116,00	1,000	6.116,00	0,09	6.780.619,89	94,72
U07010390	m2	Tratamiento superficial de solera de hormigón extendida mediante fratasado mecánico (helicóptero) incluso adición de cemento y áridos y parte proporcional de serrado posterior de juntas de retracción.	5,19	1.162,289	6.032,28	0,08	6.786.652,17	94,81
90001011	Ud	Seguimiento ambiental durante el periodo de garantía de las obras por parte del personal idóneo requerido.	6.000,00	1,000	6.000,00	0,08	6.792.652,17	94,89
40310000	Kg	Acero en soportes con anclajes, abrazaderas, etc; Material: acero inoxidable AISI-316 L.	10,90	550,000	5.995,00	0,08	6.798.647,17	94,97

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
X1004	m²	Preparación de superficie para uniones de hormigón con la colocación de esperas, incluso con patilla a 90° para doble parrilla de piel donde fuese necesario, en el contacto entre hormigones existentes y nuevo, mediante ejecución de taladro de longitud básica l, o en su defecto al menos 25 cm de profundidad, con taladros Ø 12/14/18/22/25 mm respectivamente para barras de nuevo armado respectivo Ø 8/10/12/16/20, incluso colocación de armadura y aplicación de mortero epoxi de relleno, de dos componentes, garantizando tanto en superficie de paramento a unir como en taladro la rugosidad preconizada por EHE-08 y la adherencia entre ambos. Incluye, limpieza previa de la superficie a tratar mediante sopladoy apertura de grano en superficie, así como suministro y aplicación de resina de tensión de rotura mínima de adherencia de 6,9 N/mm².	82,42	72,551	5.979,65	0,08	6.804.626,82	95,06
U08060070	m	Canalón visto de PVC de 150 mm de diámetro, incluso p.p. de piezas especiales, elementos de fijación, medios auxiliares para su montaje y colocación.	20,13	295,200	5.942,38	0,08	6.810.569,20	95,14
U01030150	m3	Terraplén formado con suelos seleccionados procedentes de excavación, incluso aportación, nivelación y compactación al 95% P.M., medido sobre perfil.	4,73	1.224,675	5.792,71	0,08	6.816.361,91	95,22
U08010100	m	Barandilla metálica de tubo de diámetro 50 mm x e=1,5 mm y altura 1,00 m, compuesta por montantes separados cada 1,80 m, pasamanos y travesaño intermedio, y rodapié de pletina de 200 x 5 mm, incluso placas y tornillos de anclaje, pintura al esmalte satinado, dos manos y una mano de minio o antioxidante, previo raspado de los óxidos y limpieza manual. Totalmente colocada.	137,21	41,780	5.732,63	0,08	6.822.094,54	95,30
82192416	u	Cabina de medida, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión. Ud. instalada y funcionando. Según ET 3205	5.721,00	1,000	5.721,00	0,08	6.827.815,54	95,38
86800002	Ud	Caja estanca control marcha paro marcha . Según E.T. 3411	181,91	31,000	5.639,21	0,08	6.833.454,75	95,46

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U02062160	m	Suministro e instalación de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio para saneamiento, de diámetro nominal DN 150 mm, presión nominal PN 6, conforme a norma UNE-EN 14364 y/o según normativa vigente, rigidez 10.000 N/m2, incluso parte proporcional de junta de unión, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.	40,68	136,320	5.545,50	0,08	6.839.000,25	95,54
W1601	Ud	Legalización de las instalaciones de Media Tensión definidas en el proyecto, incluyendo la redacción del proyecto, Dirección de Obra, tramitación, emisión de certificados, visados, presentación del proyecto en los Organismos oficiales, aprobación, abono de tasas y licencias de obras, así como las gestiones necesarias ante la Compañía suministradora.	5.500,00	1,000	5.500,00	0,08	6.844.500,25	95,61
W1602	Ud	Legalización de las instalaciones de Baja Tensión definidas en el proyecto, incluyendo la redacción del proyecto, Dirección de Obra, tramitación, emisión de certificados, visados, presentación del proyecto en los Organismos oficiales, aprobación, abono de tasas y licencias de obras, así como las gestiones necesarias ante la Compañía suministradora.	5.500,00	1,000	5.500,00	0,08	6.850.000,25	95,69
89010002	Ud	Adaptación del "CCM DIGESTIÓN FASE 1", consistente en la instalación de nuevas salidas equipadas para la ampliación de digestores, utilizando espacio reserva disponible. Incluyendo: - Alimentación directa tetrapolar: 3 Ud compuesta de protección magnetotermica+diferencial. SALIDAS SEGÚN ESQUEMA ELÉCTRICO CORRESPONDIENTE. Aparamenta de idénticas características eléctricas a las existentes en dicho cuadro. Totalmente instalado y probado.	5.437,50	1,000	5.437,50	0,08	6.855.437,75	95,77
U12000190	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "obras de fábrica" (17 01 02), así como los medios auxiliares necesarios.	9,66	552,568	5.337,81	0,07	6.860.775,56	95,84
U10030280	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 4x2,5 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	4,20	1.220,000	5.124,00	0,07	6.865.899,56	95,91



Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
84120030	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 5x6 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	7,84	645,000	5.056,80	0,07	6.870.956,36	95,98
X1013	m	Suministro e instalación de tubería de polietileno PE-100, diámetro nominal 400 mm y presión nominal de 1,00 MPa, conforme a norma UNE EN 12201 SDR 11 para abastecimiento y UNE-EN 13244 para saneamiento o reutilización y/o según normativa vigente, incluso p.p. de elementos de unión, medios auxiliares y pruebas.	54,68	90,000	4.921,20	0,07	6.875.877,56	96,05
84010240	m	Cable 6/10 KV aislado en polietileno reticulado, tipo HEPRZ1 1x240 mm2 A1+H16 instalado bajo tubos, según memoria y pliegos. Totalmente montado.	13,64	360,000	4.910,40	0,07	6.880.787,96	96,12
U07020010	m2	Encofrado plano con madera en cimentaciones, soleras, pozos y arquetas, colocado a cualquier profundidad, incluso desencofrado y limpieza.	24,57	198,808	4.884,71	0,07	6.885.672,67	96,19
40114100	Ud	Contenedor para recogida de residuos de las siguientes características: Capacidad: 5,00 m3. Forma trapezoidal. Material: metálico de chapa de acero con refuerzos en perfiles laminados.	965,00	5,000	4.825,00	0,07	6.890.497,67	96,26
U08020160	m2	Fábrica de ladrillo cara vista 24x11,5x6,8 cm, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena tipo M-5, para revestir en alzados, conforme a norma UNE-EN 998-1 y/o según normativa vigente y medida deduciendo huecos superiores a 1 m2.	45,13	104,200	4.702,55	0,07	6.895.200,22	96,32
87233200	Ud	Columna troncocónica de 12m equipada con tres equipos LED 200W. Ud. conectada e instalada.	2.300,00	2,000	4.600,00	0,06	6.899.800,22	96,39
U07020040	m2	Encofrado plano para elementos horizontales de estructura (losas, etc.) con paneles metálicos, con calidad de acabado cara vista, para trabajos a partir de 3 m de altura y hasta 5 m de altura, incluso molduras y berenjenos, velas, puntales, cimbras y andamiaje, desencofrado y limpieza.	27,34	167,710	4.585,19	0,06	6.904.385,41	96,45

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
X1005	Ud.	Ejecución de orificios pasantes en los muros del canal de by-pass para instalación del anclaje del accionamiento hidráulico de la compuerta abatible mediante taladro de Ø25 mm, y suministro e instalación de chapas de 0,6 x 0,6 m y de 12 mm de espesor (AISI-316) con varillas roscadas, tuercas y arandelas en AISI-316 y protección contra la acción agresiva del terreno en su cara exterior, Incluso ojales para la conexión del cilindro hidráulico.	4.434,87	1,000	4.434,87	0,06	6.908.820,28	96,51
5127108	Ud	Indicador de nivel por microondas radar. Rango: 0-15 m. Salida: 2 hilos (4-20 mA). Según E.T. 4209.	1.435,49	3,000	4.306,47	0,06	6.913.126,75	96,57
10230150	m	Tubería acero inoxidable AISI-316 L. DN 150. Fabricación: con soldadura longitudinal según norma DIN 2463; Espesor mínimo 2 mm. Incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Según ET 2204.	142,69	30,000	4.280,70	0,06	6.917.407,45	96,63
U01021030	m3	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno de transición entre medio y duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 30 y 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	3,18	1.338,592	4.256,72	0,06	6.921.664,17	96,69
U08040050	m2	Carpintería metálica con perfiles de acero conformado en frío, en ventanas o puertas abatibles, ejecutada con perfiles de tubo hueco de acero laminado en frío, esmaltados al horno, de 1,5 mm ó 2 mm de espesor, junquillos de 30x15 mm, con bulones a presión, perfil vierteaguas, herrajes de colgar y seguridad, patillas para anclaje i/corte, preparación y soldadura de perfiles en taller, ajuste y montaje en obra, i/ vidrio, recibido en obra.	234,42	17,790	4.170,33	0,06	6.925.834,50	96,75
U08020600	m2	Formación de faldones de cubierta para tejado compuesto por tabiquillos palomeros de ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm separados entre sí 100 cm, recibidos con mortero de cemento CEM-II/B-P 32,5 N y arena de río de tipo M-5 y tablero de rasillón machihembrado de 100x25x4 cm, recibidos con idéntico mortero, capa de compresión de 3 cm de mortero de cemento M-5, y mallazo electrosoldado de 20x30 cm. D=4/4 mm, incluso replanteo.	53,80	76,878	4.136,04	0,06	6.929.970,54	96,81

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U08020050	m2	Forjado de placa alveolada prefabricada de hormigón, canto 20 cm, en piezas de 120 cm. de ancho, con capa de compresión de 5 cm. de hormigón HA-35/P/20/I, incluso parte proporcional de encofrado, desencofrado, vertido, vibrado, curado y armadura de reparto de 15x30x6 con ayuda de grúa telescópica para montaje, terminado según normativa vigente.	62,60	64,380	4.030,19	0,06	6.934.000,73	96,86
U01010360	m3	Demolición de muro de hormigón, con compresor, retirada de escombros, medido sobre perfil.	48,12	83,748	4.029,95	0,06	6.938.030,68	96,92
89000030	Ud	Reestudio de selectividad de protecciones desde la cabina de protección general hasta los disyuntores de entrada a los distintos cuadros de alta/baja tensión, mediante informe de OCA a elegir por Canal Gestión entre terna propuesta por contratista. Además se implementarán las conclusiones de dicho estudio en el ajuste de las protecciones correspondientes. A realizar por el contratista.	4.000,00	1,000	4.000,00	0,06	6.942.030,68	96,98
89000031	Ud	Justificación por parte del contratista del cumplimiento de la IEEE 519-1992 respecto a CHD, VHD, THDv máximas permitidas en el punto de acoplamiento común y punto interno de acoplamiento (IPC), mediante medida directa, para el caso mas desfavorable. El número de mediciones/pruebas/informes será el necesario hasta consecución de éxito. Dicha justificación consistirá en informe emitido por OCA, a elegir por CYIIG entre terna propuesta por el contratista.	4.000,00	1,000	4.000,00	0,06	6.946.030,68	97,03
82900001	Ud	Ud. Cuadro de alarmas. Servicio: Señalización y alarmas. Características: Cuadro de indicación del estado y defecto de los interruptores de Media Tensión y Baja Tensión así como el disparo de las protecciones propias del transformador . Incluye dispositivo de prueba de lámparas . Alimentado desde la fuente de alimentación de emergencia. Incluso conexión con el sistema de control de planta. Según E.T. 3223	3.939,40	1,000	3.939,40	0,06	6.949.970,08	97,09
U01040010	m2	Refino, nivelación y apisonado en explanadas, por cualquier procedimiento, incluso limpieza.	1,44	2.710,195	3.902,68	0,05	6.953.872,76	97,14

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
82100003	Ud	Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de RZ1, de 3x240mm <sup>2</sup> para las fases y de 2x240mm <sup>2</sup> para el neutro con sus correspondientes elementos de conexión. Según E.T. 3222	1.948,00	2,000	3.896,00	0,05	6.957.768,76	97,20
U10010180	ud	Arqueta de hormigón prefabricada para canalización de alta tensión, de 1,00x1,00x1,40 m, con tapa de hormigón. Totalmente instalada.	258,66	15,000	3.879,90	0,05	6.961.648,66	97,25
86000001	Ud	Ampliación del PLC asociado con el "CCM Tamizado/Espesado" para integración de los actuadores relacionados con esta actuación: incluidas las tarjetas de entradas y salidas, analógicas y digitales necesarias así como ampliación de bastidores y cableados necesarios. Totalmente instalado y funcionando. Según ET 4102	3.750,00	1,000	3.750,00	0,05	6.965.398,66	97,30
U10040170	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de tubo de acero rígido, M 20, grapado sobre hormigón, con tres abrazaderas de acero plastificadas, tres tacos de plástico y tres tirafondos de acero inoxidable, incluso p.p. de caja de derivación y regleta de conexión. Según E.T. 3111	9,36	400,000	3.744,00	0,05	6.969.142,66	97,36
W0031	Ud	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, correspondiente a los equipos que comprende el presente proyecto.	50,00	74,000	3.700,00	0,05	6.972.842,66	97,41
U10030130	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 1x150 mm <sup>2</sup> . Instalado bajo tubo o conductos.	23,04	160,000	3.686,40	0,05	6.976.529,06	97,46
90000104	Ud	Actuaciones de limpieza final de las zonas afectadas por las obras (complementarias a la limpieza general en ámbitos de especial interés)	3.585,40	1,000	3.585,40	0,05	6.980.114,46	97,51
20300250	Ud	Válvula de mariposa de las siguientes características: Tipo: embridada; DN: 250; Cierre: Estanco; Montaje: Vertical u horizontal; Accionamiento: Manual. Según ET 2100.	595,32	6,000	3.571,92	0,05	6.983.686,38	97,56

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
8000368	Ud	Sistema de alimentación ininterrumpida de tecnología On-line doble conversión de 3000 VA, para una autonomía de 60 minutos. Tensión de entrada monofásica 230V, tensión de salida monofásica 230V. Según ET 4012.	3.536,49	1,000	3.536,49	0,05	6.987.222,87	97,61
W1501	Ud	Tramitación completa para la inclusión de la instalación global en el Registro de Establecimientos Industriales (R.E.I.) según la reglamentación vigente, incluidos proyectos, Dirección de Obra, visados, inventarios de equipos e instalaciones, certificados, inspecciones, abono de tasas y cualquier otra gestión necesaria ante Organismos competentes para la obtención de la conformidad de la instalación.	3.500,00	1,000	3.500,00	0,05	6.990.722,87	97,66
X1009	m	Tubería de doble pared PEAD Ø200, corrugada exterior, lisa interior, en canalizaciones eléctricas, colocada en zanja.	23,00	139,315	3.204,25	0,04	6.993.927,12	97,70
Y0001	Ud	Desmontaje y retirada de la instalación completa existente en la sala de tamizado de fangos primarios, incluyendo tamices rotativos, tuberías, válvulas y soportes.	3.200,00	1,000	3.200,00	0,04	6.997.127,12	97,75
U070102020	m3	Suministro y puesta en obra de hormigón no estructural HNE-15/B/12 o HNE-15/B/20, elaborado en central y vertido desde camión o bomba, para rellenos o elementos no estructurales, colocado a cualquier profundidad, incluso compactación, curado y acabado. Según EHE vigente.	77,57	41,231	3.198,29	0,04	7.000.325,41	97,79
20200350	Ud	Válvula de retención de las siguientes características: Tipo: clapeta batiente; DN: 350; PN: 10; Conexiones: embridadas. Montaje: Horizontal o vertical. Según ET 2102.	1.516,30	2,000	3.032,60	0,04	7.003.358,01	97,83
86130001	Ud	Partida para la integración de las nuevas instalaciones en el programa Scada de control, operativo en el PC principal del edificio de Control.	3.000,00	1,000	3.000,00	0,04	7.006.358,01	97,87
W1502	Ud	Legalización de las instalaciones para protección contra incendios según el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales en vigor, incluidos proyectos, Dirección de Obra, visados, certificados, inspecciones, abono de tasas y cualquier otra gestión necesaria ante Organismos competentes para la obtención de la conformidad de las instalaciones.	3.000,00	1,000	3.000,00	0,04	7.009.358,01	97,92

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
W0032		Elaboración de la documentación necesaria para protección contra explosiones de acuerdo con el RD 681/2003 como consecuencia de la modificación de la línea de gas, incluso proyectos , Dirección de Obra, visados, certificados, inspecciones, abono de tasas y cualquier otra gestión necesaria ante Organismos competentes para la obtención de la conformidad de las instalaciones.	3.000,00	1,000	3.000,00	0,04	7.012.358,01	97,96
U10070080	ud	Cable de cobre desnudo de 1x50 mm2, enterrado en zanja de 50 cm de profundidad.	9,28	315,000	2.923,20	0,04	7.015.281,21	98,00
U10050030	ud	Suministro y montaje de luminaria estanca fluorescente IP-55, 1x36 W, 220 V alto factor, arranque rápido, construida en aleación ligera estampada, con junta de etileno propileno y resortes de cierre de acero inoxidable, con reflector de aluminio anodizado brillante y difusor de metacrilato transparente, con equipo y lámpara totalmente montada, incluso prensaestopas de latón cadmiado y fijaciones inoxidables.	46,85	61,000	2.857,85	0,04	7.018.139,06	98,04
83310162	Ud	Cuadro de alumbrado para nuevo aparcamiento de EDAR SUR 400Vac 50A 10kA IP55 reserva 25% en instalación interior superficie compuesta por: -Envolvente IP55, alto 650 mm, ancho 600mm, profundidad 186mm. -Interruptores automáticos magnetotérmicos: 1 Ud 4x50A, 1 Ud 4x16A, 1 Ud 4x25A, 6Uds 2x6A, 1Uds 2x16A. -Interruptores diferenciales: 1Ud 4x25A 30mA, 3Ud 2x10A 30mA, 1Ud 4x20A 30mA y 1Ud 4x16 30mA. Incluye contactores y reloj astronómico para control limínico día/noche. Ubicación: 1 Ud edificio centro de transformación Pretratamiento Ud. montada, instalada y colocada. Según E.T. 3321	2.850,00	1,000	2.850,00	0,04	7.020.989,06	98,08
40340000	Ud	Controlador de nivel de las siguientes características: Tipo: de flotador con interruptor de mercurio. Cubierta: Polipropileno (PP). Cable: PVC especial. Capacidad de ruptura: 220 V-10 A, 380 V-6 A. Instalación: Vertical colgada. Longitud de cable: Varios según los casos. Temperatura de funcionamiento: 0-50° C. Según ET 4201	49,73	56,000	2.784,88	0,04	7.023.773,94	98,12

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
82811020	Ud	Ud. Fuente de alimentación . Características: 230 Vac e intensidad de salida 20A. Batería de alimentación Ni-Cd de 105 Ah. Incluso dos módulos (1+1) rectificadores enchufables en caliente y aparatos de medida de tensión e intensidad en la entrada y salida. Incluso fusibles de batería y automático de salida hasta 32A. Incluye unidad de control. Alimentación de equipos de protección y maniobra en centro de transformación. Ud. instalada y funcionando. Según E.T. 3224	2.756,70	1,000	2.756,70	0,04	7.026.530,64	98,16
U08020610	m2	Cubierta de teja cerámica curva de 40x19 cm, incluso preparación de la superficie, mortero de agarre, medios auxiliares, y p.p. de piezas especiales, según normativa vigente.	34,70	76,878	2.667,67	0,04	7.029.198,31	98,19
83310161	Ud	Cuadro de servicios y alumbrado para nuevo edificio eléctrico (junto edificio soplantes) de EDAR SUR 400Vac 100A 10kA IP55 reserva 25% en instalación superficie compuesta por: -Envolvente IP55, alto 850 mm, ancho 600mm, profundidad 186mm. -Interruptores automáticos magnetotérmicos: 1 Ud 4x100A, 1 Ud 2x25A, 5Ud 2x16A, 3Uds 2x10A, 1Uds 4x16A, 2Uds 2x6A, 1Uds 4x32A. -Interruptores diferenciales: 2Ud 2x25A 30mA, 1Ud 4x25A 30mA, 1Ud 4x40A 30mA.  Ubicación: 1 Ud edificio eléctrico Ud. montada (segun esquema unifilar de Planos), instalada y colocada. Según E.T. 3321	2.630,00	1,000	2.630,00	0,04	7.031.828,31	98,23
U10040200	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de tubo de acero rígido, M 40, grapado sobre hormigón, con tres abrazaderas de acero plastificadas, tres tacos de plástico y tres tirafondos de acero inoxidable, incluso p.p. de caja de derivación y regleta de conexión. Según E.T. 3111	19,05	135,000	2.571,75	0,04	7.034.400,06	98,27
86800001	Ud	Caja estanca con un pulsador marcha-paro tipo seta con enclavamiento y conmutador de tres posiciones. Según E.T. 3411	127,35	20,000	2.547,00	0,04	7.036.947,06	98,30
84304315	m	Cable de cobre apantallado tipo RC4Z-K Cu 0,6/1 KV clase 5 de 3x1,5 mm2 de sección de características de acuerdo a E.T. 3001.	3,69	665,000	2.453,85	0,03	7.039.400,91	98,34

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U08020680M	m2	Cerramiento de fachada formado por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada de 0,6 mm con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg/m3 con un espesor total de 30 mm sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,6 mm y 500 mm de desarrollo medio, instalado, incluso medios auxiliares y elementos de seguridad, según normativa vigente. Medida en verdadera magnitud.	41,19	59,205	2.438,65	0,03	7.041.839,56	98,37
U07040140	m	Ejecución de juntas de dilatación en solera, comprendiendo: Preparación de superficies por medios mecánicos y ejecución de cajero, colocación de fondo de junta (molde inerte), adhesivo Epoxi, Elastómero tixotrópico, Laminado y Recubrimiento de Acabado.	39,81	61,000	2.428,41	0,03	7.044.267,97	98,40
U12000340	ud	Punto limpio en obra para acopio y almacén de los residuos generados en la construcción. Incluye una zona despejada para el acopio de material no peligroso así como una zona habilitada para materiales peligrosos. esta última se constituye por una estructura de chapa prefabricada de 9x3 m que supone la parte superior del almacenamiento (techo y las paredes), la parte inferior consta de una solera de hormigón, (que actuará como cubeto de retención ante posibles derrames líquidos) lo cual requiere una excavación a máquina previa de 20 cm, para colocar un encachado de piedra y una lámina de plástico, después se realizará la solera de hormigón de 15 cm de espesor con mallazo de acero, para constituir labase del almacén que deberá tener una mínima inclinación para desembocar a un sumidero sifónico de pvc, que se conectará con un tubo de pvc (con una longitud de unos 6 m) a una arqueta prefabricada también de PVC. dicha arqueta requerirá además de	2.409,22	1,000	2.409,22	0,03	7.046.677,19	98,44
U01030020	m3	Grava o gravilla en rellenos o asiento de tubería, por cualquier procedimiento, de tamaño máximo 25 mm, exenta de materia orgánica, con contenido de sulfatos inferior al 0,3%, expresado en trióxido de azufre, incluso aportación, extendido y nivelación, medido sobre perfil.	17,33	135,745	2.352,46	0,03	7.049.029,65	98,47



Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
89100001	días	Alquiler de grupo electrógeno de 400kVA incluyendo transporte, entrega y retirada, grúa de descarga y trabajos y materiales de conexión y desconexión. Potencias: Potencia en continuo 410 KVA, Potencia máxima 470 KVA. Consumo gasoil al 75% 67l/h.	460,21	5,000	2.301,05	0,03	7.051.330,70	98,50
U09020110	m2	Suministro y colocación de adoquinado prefabricado de hormigón de 6 cm de espesor de color gris sobre hormigón, incluso mortero de asiento y lechada de juntas.	30,60	73,864	2.260,24	0,03	7.053.590,94	98,53
U10040360	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de canaleta metálica de rejilla instalada sobre muro, de 450x62 mm, con parte proporcional de uniones, curvas, soportes y tornillería.	112,58	20,000	2.251,60	0,03	7.055.842,54	98,57
30530000	m	Carril de rodadura de polipasto de las siguientes características: Tipo: IPN-220; Material: acero St 275 JR.	46,88	48,000	2.250,24	0,03	7.058.092,78	98,60
U05010020	ud	Módulo base prefabricado de hormigón armado para pozos de registro, de diámetro interior 1.200 mm y de altura útil hasta 1.500 mm, incluso colocación, perforaciones para la conexión de los tubos, juntas de goma para uniones y medios auxiliares.	437,19	5,000	2.185,95	0,03	7.060.278,73	98,63
U08080210M	m²	Tapa antideslizante PRFV, espesor de 30 mm. La rejilla dispondrá de elementos de unión incorporados en su proceso de fabricación para el ensamblaje de las rejillas formando un todo uno sin elementos externos. Las piezas de PRFV se fabricarán mediante pultrusión, con resina ISOFTÁLICA en espacios sin agresión química y con VINILESTER en espacios confinados con agresión química, con las siguientes características: - Resistencia UV 5 en la escala de grises conforme a norma UNE-EN ISO 4892-parte 2 y/o según normativa vigente - Resistencia al fuego M-1 (ASTM-E84) - Resistencia al humo F-1 (ASTM-E84) - Pigmentación mediante resina tintada Totalmente terminada y colocada.	90,50	23,923	2.165,03	0,03	7.062.443,76	98,66

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
81490004	Ud	Tierras interiores del centro de transformación para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm <sup>2</sup> de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	2.081,00	1,000	2.081,00	0,03	7.064.524,76	98,69
X1007	m	Tubería de doble pared PEAD Ø110, corrugada exterior, lisa interior, en canalizaciones eléctricas, colocada en zanja.	8,59	239,880	2.060,57	0,03	7.066.585,33	98,72
U08030270	m2	Pavimento para uso industrial incluyendo: limpieza, fresado o chorreado superficial del pavimento base, impregnación, sellado y recubrimiento, con aplicación de resinas sintéticas mezcladas con arena de cuarzo, materiales, mano de obra, elementos y medios auxiliares necesarios, totalmente acabado.	39,10	50,603	1.978,58	0,03	7.068.563,91	98,74
81490006	Ud	Ud. de tierras exteriores de servicio código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. Ud. instalada y funcionando. Según E.T. 3502	953,00	2,000	1.906,00	0,03	7.070.469,91	98,77
U09020230	m2	Suministro y colocación de loseta hidráulica de 20x20 cm, con botones cilíndricos, en aceras de pasos de peatones, incluso mortero de asiento y enlechado de juntas.	22,01	86,040	1.893,74	0,03	7.072.363,65	98,80
86000002	Ud	Programación para integrar los nuevos actuadores en el sistema de control asociado con el CCM Tamizado-espesado, incluso adaptación de SCADA.	1.862,00	1,000	1.862,00	0,03	7.074.225,65	98,82
U01027010	kWh	Agotamiento con bombas de hasta 10 kW, cuando sea necesario para cualquier tipo de actuación, incluso manguera de by pass hasta 50 m de longitud, parte proporcional de tiempo de parada, energía y personal auxiliar para instalación, retirada y mantenimiento, transporte y retirada de obra.	2,05	900,000	1.845,00	0,03	7.076.070,65	98,85
Y0002	Ud	Desmontaje, traslado y montaje de los tamices de la instalación de tamizado de fangos provisional hasta su nueva ubicación en el edificio de tamizado de fangos primarios.	1.800,00	1,000	1.800,00	0,03	7.077.870,65	98,87

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
X1012	m	Suministro e instalación de tubería de polietileno PE-100, diámetro nominal 350 mm y presión nominal de 1,00 MPa, conforme a norma UNE EN 12201 SDR 11 para abastecimiento y UNE-EN 13244 para saneamiento o reutilización y/o según normativa vigente, incluso p.p. de elementos de unión, medios auxiliares y pruebas.	39,84	45,000	1.792,80	0,03	7.079.663,45	98,90
86000003	Ud	Ampliación del PLC asociado con el "CCM Digestores" para integración de los actuadores relacionados con esta actuación: incluidas las tarjetas de entradas y salidas, analógicas y digitales necesarias así como ampliación de bastidores y cableados necesarios. Totalmente instalado y funcionando. Según ET 4102	1.750,00	1,000	1.750,00	0,02	7.081.413,45	98,92
Y1050	Ud.	Conexión provisional con la impulsiones existente de fangos primarios y las conducciones de alimentación a espesadores para puesta en servicio de la instalación provisional de tamizado de fangos.	1.750,00	1,000	1.750,00	0,02	7.083.163,45	98,95
Y1051	Ud.	Retirada de las conexiones provisionales con la impulsiones existente de fangos primarios y con las conducciones de alimentación a espesadores. Incluso suministro e instalación de todas las piezas especiales necesarias (bridas ciegas, soportes, etc) que aseguren la estanqueidad de la conducción en las nuevas condiciones de servicio.	1.750,00	1,000	1.750,00	0,02	7.084.913,45	98,97
U10030510	m	Cable de cobre multipolar aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 10x1,5 mm <sup>2</sup> . Instalado bajo tubo o conductos.	4,75	365,000	1.733,75	0,02	7.086.647,20	99,00
87110258	Ud	Luminaria 2X58W TL HF, para adosar. Luminaria estanca de poliéster con fibra de vidrio IP65. Cuerpo de luminaria: fabricado en poliéster con fibra de vidrio. Sistema óptico con reflector interior de chapa de acero termoesmaltada en color blanco y difusor conformado en una sola pieza de metacrilato. La conexión eléctrica se realiza accediendo a la clema de tres polos sin necesidad de herramientas. 2 lámparas fluorescentes lineales de 58w TL de alta eficiencia, tipo T5, con balasto electrónico de bajas pérdidas. Según E.T. 3621	84,79	20,000	1.695,80	0,02	7.088.343,00	99,02
30540000	m	Toma de corriente por manguera plana.	42,11	40,000	1.684,40	0,02	7.090.027,40	99,04

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U10030120	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 1x120 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	18,37	90,000	1.653,30	0,02	7.091.680,70	99,07
20100050	Ud	Válvula de compuerta de las siguientes características: Tipo: husillo no ascendente; DN: 50; PN: 10; Conexiones: embridadas; Cierre: elástico; Accionamiento: manual por volante. Según ET 2101.	109,57	15,000	1.643,55	0,02	7.093.324,25	99,09
6000501	Ud	Protección contra sobretensiones para CCM compuesta por: 1 descargador de corriente, 1 descargador de corriente FLT 100-N/PE CTRL-1,5, 1 protector contra sobretensiones VAL-MS 230, puente cableado tipo MPB 18/3-6 y MPB 18/1-8. Fusibles 250 AgL para cada una de las fases.	1.635,69	1,000	1.635,69	0,02	7.094.959,94	99,11
X1006	m	Tubería de doble pared PEAD Ø90, corrugada exterior, lisa interior, en canalizaciones eléctricas, colocada en zanja.	8,37	193,649	1.620,84	0,02	7.096.580,78	99,14
U09020030	m	Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón, recto o curvo, de 17x28 cm, incluso mortero de asiento y rejuntado, excavación y hormigón de solera HM-20 y refuerzo.	14,77	109,375	1.615,47	0,02	7.098.196,25	99,16
U08020240	m2	Tabicón de ladrillo cerámico hueco doble 24x11,5x9 cm, tomado con mortero M-250 de cemento CEM-I/32,5 y arena, para revestir, según normativa vigente.	19,08	84,420	1.610,73	0,02	7.099.806,98	99,18
U08030020	m2	Enfoscado maestreado en paramentos verticales con mortero M-350 de cemento CEM-I/32,5, incluso pañeado, acabado fratasado y medios auxiliares para su aplicación según normativa vigente.	16,25	97,700	1.587,63	0,02	7.101.394,61	99,20
86010001	Ud	Módulo de expansión para conexión Ethernet 10/100 BaseT RJ45. A acoplar en el bastidor del PLC.	1.585,00	1,000	1.585,00	0,02	7.102.979,61	99,22
89000005	Ud	Desmontaje y recolocación de farolas existentes dentro de la propia instalacion o en otra EDAR de la comunidad de Madrid, a otros usos, o a desmantelación según indique Director de Obra.	1.500,00	1,000	1.500,00	0,02	7.104.479,61	99,25
89000021	Ud	Modificacion del cuadro de servicios BT actual situado en ed. Centro de transformación pretratamiento. Se desmontará la actual salida a batería de condensadores (fuera de servicio) y es su lugar se instalará nuevo interruptor 4x50A con protección diferencial 300mA. Totalmente instalado y probado.	1.500,00	1,000	1.500,00	0,02	7.105.979,61	99,27

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40140022	Ud	Suministro e instalación de un ventilador de reserva de caudal 1000 m3/h y presión 180 mmca para servicio en los nuevos gasómetros según diagramas y planos de equipos. Incluye conducciones, conexiones y válvulas. Características de acuerdo al apartado correspondientes de la ET 2500.	1.467,49	1,000	1.467,49	0,02	7.107.447,10	99,29
U05060090	ud	Arqueta de registro de dimensiones interiores 60x60x70 cm, realizada con fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento 1:6, sobre solera de hormigón de HM 20/P/20/I de 20 cm de espesor, enfoscado y bruñida interiormente, incluso cerco y tapa de hierro fundido.	129,61	11,000	1.425,71	0,02	7.108.872,81	99,31
U13000090	ud	Suministro y colocación de señal anclada a suelo formada por dos postes de Ø 90 mm que sujetan una bandeja de 600x400 mm en una sola cara. Materiales, acabados y detalles constructivos según el Manual de Señalización Corporativa de Instalaciones de Canal de Isabel II.	231,66	6,000	1.389,96	0,02	7.110.262,77	99,33
U01010360M	m3	Demolición de muro de hormigón armado, con disco de diamante, retirada de escombros, medido sobre perfil.	156,55	8,779	1.374,35	0,02	7.111.637,12	99,35
U08030010	m2	Enfoscado maestreado en paramentos horizontales con mortero M-350 de cemento CEM-I/32,5, incluso pañeado, acabado fratasado y medios auxiliares para su aplicación.	20,07	68,328	1.371,34	0,02	7.113.008,46	99,36
U07020080M	m2	Encofrado curvo para elementos verticales a cualquier altura, con paneles metálicos o fenólicos, con calidad de acabado cara vista, incluso molduras y berenjenos, velas, puntales y andamiaje, desencofrado y limpieza.	28,91	46,839	1.354,12	0,02	7.114.362,58	99,38
U05010090	ud	Módulo de recrecido prefabricado de hormigón armado para pozos de registro, de diámetro interior 1.200 mm y de altura útil hasta 500 mm, incluso colocación, juntas de goma para uniones y medios auxiliares.	132,58	10,000	1.325,80	0,02	7.115.688,38	99,40
U01022030	m3	Excavación en zanja, por medios mecánicos, en terreno de transición entre medio y duro (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 30 y 50 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	12,39	105,107	1.302,28	0,02	7.116.990,66	99,42

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U09070030	m2	Estarcido en pavimento diferenciado (cebreado, palabras, pasos de peatones, pasos de cebrá, marcas transversales de detención, etc), con pintura termoplástica en caliente, realmente pintado, incluso premarcaje.	11,95	107,567	1.285,43	0,02	7.118.276,09	99,44
U01010010	m2	Despeje y desbroce del terreno afectado por las obras, incluso tala de arbolado, arranque de tocones, medido sobre perfil.	0,47	2.710,195	1.273,79	0,02	7.119.549,88	99,46
90000103	Ud	Riegos de la zona de obras durante el periodo completo de ejecución.	1.259,33	1,000	1.259,33	0,02	7.120.809,21	99,47
U12000170	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "hormigones y morteros" (17 01 01), así como los medios auxiliares necesarios.	10,05	122,793	1.234,07	0,02	7.122.043,28	99,49
U08060080	m	Canalón visto de PVC de 200 mm de diámetro, incluso p.p. de piezas especiales, elementos de fijación, medios auxiliares para su montaje y colocación.	34,68	35,200	1.220,74	0,02	7.123.264,02	99,51
U09070010	m	Marca vial longitudinal continua o discontinua, con pintura termoplástica en caliente, de 10 cm de ancho, blanca, azul, verde o amarilla, incluso preparación de la superficie y replanteo.	1,20	1.015,555	1.218,67	0,02	7.124.482,69	99,53
81490005	u	Ud. de tierras exteriores de protección código 5/82 Unesa, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. Ud. instalada y funcionando. Según E.T. 3502	1.120,47	1,000	1.120,47	0,02	7.125.603,16	99,54
U08060020	m	Bajante con tubería de PVC de 110 mm de diámetro, incluso p.p. de piezas especiales, elementos de fijación y medios auxiliares para su ejecución, según normativa vigente.	16,04	68,500	1.098,74	0,02	7.126.701,90	99,56
86000004	Ud	Programacion para integrar los nuevos actuadores en el sistema de control asociado con el CCM Digestores, incluso adaptación de SCADA.	1.095,50	1,000	1.095,50	0,02	7.127.797,40	99,57

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U05070110	ud	Tapa de registro de fundición dúctil, clase D 400 para tráfico medio, conforme a norma UNE 124, de 600 mm. de luz libre, con bloqueo automático, tapa articulada, junta anti ruido para asiento estable de la tapa, con dispositivo acerrojado y antirrobo, enrasada con la superficie, marcado con identificación de Canal de Isabel II y servicio correspondiente (Abastecimiento, Saneamiento, Reutilización), incluso marco y anclaje, colocada en obra, totalmente instalada.	218,37	5,000	1.091,85	0,02	7.128.889,25	99,59
8530075	Ud	Caja aislante de derivación, autoextinguible en ABS, IP 55. Tipo 15/10. Conos Máx. 10x25mm.	12,06	89,000	1.073,34	0,01	7.129.962,59	99,60
U10050360	ud	Suministro y montaje de brazo tubular galvanizado en caliente de 1 m de saliente, incluso caja antideflagrante para alojamiento de protección y derivación con prensaestopas Exd - IP-55.	529,51	2,000	1.059,02	0,01	7.131.021,61	99,62
U05010150	ud	Módulo cónico asimétrico prefabricado de hormigón armado para pozos de registro, de diámetro interior 1.200/800 mm y de altura útil hasta 1.200 mm, incluso colocación, juntas de goma para uniones y medios auxiliares.	209,54	5,000	1.047,70	0,01	7.132.069,31	99,63
82100002	Ud	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Según E.T. 3222	515,00	2,000	1.030,00	0,01	7.133.099,31	99,65
U07020020	m²	Encofrado curvo con madera en cimentaciones, soleras, pozos y arquetas, colocado a cualquier profundidad, incluso desencofrado y limpieza.	29,05	34,210	993,80	0,01	7.134.093,11	99,66
82340002	Ud	Ud. Relé para detección de gas, presión y temperatura del transformador, con sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecargas, instalados.	473,00	2,000	946,00	0,01	7.135.039,11	99,67
U12000210	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "maderas" (17 02 01), así como los medios auxiliares necesarios.	9,19	102,327	940,39	0,01	7.135.979,50	99,69
U10010200	m	Banda de señalización de línea subterránea con indicación de riesgo de alta, instalada a 40 cm por debajo de la superficie del terreno o pavimento.	2,23	397,310	886,00	0,01	7.136.865,50	99,70

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
86700002	m	Cable de fibra óptica de 4 Fibras monomodo 62.5/125 totalmente dieléctrica, para tirar por conducción. Con protección antirroedor (fibra de vidrio), antitracción (Kevlar) y anti-humedad, en ejecución ajustada o con gel. Incluso 10 preconectorizaciones ST para fibra.	3,63	240,000	871,20	0,01	7.137.736,70	99,71
85212031	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de canaleta metálica de rejilla instalada sobre muro, de 300x100 mm, con parte proporcional de uniones, curvas, soportes y tornillería. Incluye tapa plena con sistema de seguridad mediante llave especial. Totalmente instalada.	84,42	10,000	844,20	0,01	7.138.580,90	99,72
U09020040	m	Suministro y colocación de bordillo prefabricado de hormigón, recto o curvo, de 14x20 cm, incluso mortero de asiento y rejuntado, excavación y hormigón de solera HM-20 y refuerzo.	13,18	63,882	841,96	0,01	7.139.422,86	99,73
10230050	m	Tubería acero inoxidable AISI-316 L. DN 50. Fabricación: con soldadura longitudinal según norma DIN 2463; Espesor mínimo 2 mm. Incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Según ET 2204.	53,12	15,000	796,80	0,01	7.140.219,66	99,74
U05090230	ud	Sumidero para evacuación de aguas de dimensiones interiores 30x50x50 cm, realizada con fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento 1:6, sobre solera de hormigón HM 20/P/20/I de 15 cm de espesor, enfoscado y bruñido interiormente, incluso marco y rejilla de fundición.	108,94	7,000	762,58	0,01	7.140.982,24	99,76
U10030360	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 3,5x35/16 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	25,09	30,000	752,70	0,01	7.141.734,94	99,77
U10040310	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de canaleta de PVC instalada sobre muro, de 100x60 mm, con parte proporcional de uniones, curvas, soportes y tornillería. Según E.T. 3102	21,38	35,000	748,30	0,01	7.142.483,24	99,78
U01010110M	m3	Demolición de muros de hormigón armado por medios mecánicos, incluyendo retirada de escombros, medido sobre perfil.	46,01	15,071	693,42	0,01	7.143.176,66	99,79



Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
82600020	Ud	Ud. Conjunto de compensación fija de reactiva, para compensación de las pérdidas en el hierro del transformador de potencia. Formado por una batería BT de condensadores de 20 kVAr, con cubrebornas, con las conexiones al secundario del transformador, instalado. Según ET 3322	339,00	2,000	678,00	0,01	7.143.854,66	99,80
U14000020	ud	Suministro e instalación de señal de autoprotección, una cara a pared, tamaño 342x148 mm, según normativa vigente.	52,09	13,000	677,17	0,01	7.144.531,83	99,81
U08030360	m2	Pintura plástica en paramentos horizontales y verticales, dos manos de color, incluso preparación de base y medios auxiliares para su aplicación.	3,72	166,028	617,62	0,01	7.145.149,45	99,81
U12000250	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "betunes" (17 03 02), así como los medios auxiliares necesarios.	10,05	59,035	593,30	0,01	7.145.742,75	99,82
30430000	Ud	Ventilador extractor helicoidal de las siguientes características: Tipo: Helicoidal mural con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio. Caudal máximo: 4.790 Nm3/h; Velocidad: 1.370 r.p.m.; Nivel sonoro: 62 dB; Potencia motor: 0,25 kW - 230/400 V. Ejecución: En pared. Incluye persiana sobrepresión. Según ET 2524.	586,43	1,000	586,43	0,01	7.146.329,18	99,83
40140005	Ud	Manómetro de columna de agua, de las siguientes características: Marca: TECNAR o similar; Rango: 0-400 mm.c.a.; Montaje: Sobre panel en pared.	292,10	2,000	584,20	0,01	7.146.913,38	99,84
X1011	Ud	Salvavidas circular.	36,89	15,000	553,35	0,01	7.147.466,73	99,85
89000020	Ud	Modificaciones en la apartamentada de salida del embarrado de Media Tensión de la planta, en la subestación, para adaptar la actual salida a CT Pretratamiento a las nuevas condiciones de carga para alimentar CT Alivio, consistente en la regulación de parámetros de protección del disyuntor de salida de 7,2kV 800A 250MVA y de los secundarios del transformador de intensidad (3Ti 100/5-5A).	500,00	1,000	500,00	0,01	7.147.966,73	99,85
U10040330	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de canaleta metálica de rejilla instalada sobre muro, de 100x60 mm, con parte proporcional de uniones, curvas, soportes y tornillería. Según E.T. 3101	24,55	20,000	491,00	0,01	7.148.457,73	99,86

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U10070050	m	Perforación y colocación de electrodo para toma de tierra profunda en cualquier clase de terreno, rellenando con bentonita cálcica emulsionada. Perforación: 110 mm de diámetro. Electrodo: Tubo de cobre de 22x25 mm.	37,37	13,000	485,81	0,01	7.148.943,54	99,87
U09037020	m2	Reposición de pavimento de viales de 0,25 m de espesor, con material similar al existente.	29,28	14,732	431,35	0,01	7.149.374,89	99,87
84010070	m	Cable 6/10 KV aislado en polietileno reticulado, tipo HEPRZ1 1x70 mm2 A1+H16 instalado bajo tubos, según memoria y pliegos. Totalmente montado.	9,58	45,000	431,10	0,01	7.149.805,99	99,88
86900001	Ud	Convertor de medio Ethernet a Fibra Optica multimodo para conexiones de hasta 2 km.	415,00	1,000	415,00	0,01	7.150.220,99	99,88
U10030070	m	Cable de cobre aislado en polietileno reticulado tipo RZ1-K 0,6/1 KV de 1x25 mm2. Instalado bajo tubo o conductos.	6,41	60,000	384,60	0,01	7.150.605,59	99,89
82500000	Ud	Juego de elementos de seguridad para el Centro compuesto por extintor de CO2 de eficacia 89B, banqueta aislante, juego de guantes y placas de señalización de peligro y primeros auxilios.	383,00	1,000	383,00	0,01	7.150.988,59	99,90
X1000	m³	Relleno de apoyo en cimentaciones con material autocompactable, Tmax arido 40/80, incluso transporte, descarga y extendido.	31,02	12,000	372,24	0,01	7.151.360,83	99,90
U13000040	ud	Suministro y colocación de señal 600x400 mm adosada a pared, decorada e incluyendo soporte al paramento. Materiales, acabados y detalles constructivos según el Manual de Señalización Corporativa de Instalaciones de Canal de Isabel II.	82,56	4,000	330,24	0,00	7.151.691,07	99,91
U12000311R	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "granulados" (17 05 04), así como los medios auxiliares necesarios.	6,24	51,164	319,26	0,00	7.152.010,33	99,91
U14000220	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A/183B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según normativa vigente, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	61,84	5,000	309,20	0,00	7.152.319,53	99,91
88330001	Ud	Registro rectangular de poliester con embarrado de conexión a modo de puente de prueba. Ud. instalada y montada.	99,03	3,000	297,09	0,00	7.152.616,62	99,92

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
88310001	Ud	Ud .Toma tierra con pica cobrizada de diámetro 14,3mm y 2 metros de longitud, cable de cobre desnudo de 1x50mm2 conexionado mediante soldadura aluminotérmica. Según ET 3501.	22,38	13,000	290,94	0,00	7.152.907,56	99,92
U10070100	ud	Informe de resultados de ejecución de una toma de tierra profunda, comprendiendo las mediciones, datos de situación, planos, esquemas y cuadro resumen de características.	141,41	2,000	282,82	0,00	7.153.190,38	99,93
U10040110	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de tubo de PVC rígido libre de halógenos, M 20, grapado sobre hormigón, con tres abrazaderas de acero plastificadas, tres tacos de plástico y tres tirafondos de acero inoxidable. Según E.T. 3112	6,69	40,000	267,60	0,00	7.153.457,98	99,93
U13000070	ud	Suministro y colocación de señal anclada a suelo formada por dos postes de Ø 90 mm que sujetan una bandeja de 1200x800 mm en una sola cara. Materiales, acabados y detalles constructivos según el Manual de Señalización Corporativa de Instalaciones de Canal de Isabel II.	262,05	1,000	262,05	0,00	7.153.720,03	99,93
U02050060	m	Suministro e instalación de tubería de polietileno PE-100, diámetro nominal DN 90 mm, presión nominal PN 16, MRS 10 N/mm2, SDR 11 y S 5, conforme a norma UNE-EN 12201 y/o según normativa vigente, color exterior y marcado según Normas de Canal de Isabel II vigentes, incluso parte proporcional de elementos electrosoldables, medios auxiliares y pruebas necesarias para su correcto funcionamiento.	7,05	36,780	259,30	0,00	7.153.979,33	99,94
U12000290	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "metales" (17 04 05), así como los medios auxiliares necesarios.	7,09	36,202	256,67	0,00	7.154.236,00	99,94
U12000310	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "granulados" (17 05 04), así como los medios auxiliares necesarios.	6,24	40,931	255,41	0,00	7.154.491,41	99,94
U05090210	ud	Sumidero de rejilla de hierro galvanizado de 0,40x1,10 m, pintura con oxidrón negro, conforme a norma UNE 124 y/o según normativa vigente.	84,02	3,000	252,06	0,00	7.154.743,47	99,95

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U12000230	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "plásticos" (17 02 03), así como los medios auxiliares necesarios.	9,19	25,582	235,10	0,00	7.154.978,57	99,95
U09012010	m3	Encachado con piedra caliza en rama de machaqueo, puesta en obra y compactada, medido sobre perfil.	19,96	11,532	230,18	0,00	7.155.208,75	99,95
87301100	Ud	Aparato autónomo de emergencia. Tipo: fluorescente; Intensidad luminosa: 100 lm; Protección: IP 42; autonomía: 1h; incluso p.p. de cable de alimentación, tubo, cajas, etc. Ud. instalada y conectada. Según E.T. 3616	28,00	8,000	224,00	0,00	7.155.432,75	99,96
40360000	Ud	Manómetro de esfera de las siguientes características: Tipo: muelle tubular; Modelo: Concéntrico. Diámetro de conexión: 1/2" rosca gas; Diámetro de esfera: 100 mm; Fluido: agua con fangos. Protección: IP 55; Accesorios: separador de membrana construido en acero inoxidable, sifón, válvula de aislamiento y purga.	110,10	2,000	220,20	0,00	7.155.652,95	99,96
U05090240	ud	Pate con alma de acero recubierto de polipropileno, conforme a la norma UNE-EN 13101 y/o según normativa vigente, para acceso a pozos de registro, totalmente colocado, incluso taco químico, anclaje químico o resina.	11,86	18,000	213,48	0,00	7.155.866,43	99,96
85400003	Ud	Cuadro auxiliar de tomas de corriente con pasillo lateral de doble aislamiento (clase II), resistente al fuego o a calores anormales IP-65 según IEC 60529 IK09 con capacidad para 24 módulos de 18mm compuesto por dos filas de 12módulos cada una de dimensiones 460x448x160mm con puerta estanca transparente verde e incluyendo una toma Schucko empotrada 65x65 azul, 1 base empotrada salida recta 16A 3P+N y 1 base empotrada salida recta 16A 3P+N+T IP67. Incluye p.p. pequeño material, medios auxiliares. Totalmente montado e instalado.	211,20	1,000	211,20	0,00	7.156.077,63	99,97
U10070110	ud	Soldadura aluminotérmica en T ó + con cable de cobre 50/35 mm2.	15,14	13,000	196,82	0,00	7.156.274,45	99,97

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
40350000	Ud	Toma de agua para limpieza de conducciones y elementos varios de las instalaciones, compuestas de: Una válvula de bola de DN 40 de accionamiento manual y un racord rápido tipo Barcelona de DN 40 acoplado a la válvula de bola, construido en latón y conexión roscada 1 ½" gas por un extremo y racord en el otro extremo para enchufe rápido a manguera.	90,51	2,000	181,02	0,00	7.156.455,47	99,97
U12000233R	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "basuras", así como los medios auxiliares necesarios.	1,50	119,382	179,07	0,00	7.156.634,54	99,97
U08020080	m	Cargadero para huecos de hasta 3 m de luz formado por viguetas prefabricadas de hormigón armado de 20 cm de canto, incluso recibido y colocación totalmente terminado.	18,41	9,600	176,74	0,00	7.156.811,28	99,98
U01010180	m2	Levantado por medios mecánicos (retroexcavadora con martillo hidráulico o similar) de solado de acera (loseta hidráulica o equivalente) y base de hormigón en masa 10/15 cm. de espesor, incluso retirada, medido sobre perfil.	6,30	27,000	170,10	0,00	7.156.981,38	99,98
8000505	Ud	Protector contra sobretensiones para señales analógicas compuesta por: Protección circuito de 2 hilos tipo TT-2-PE-24DC.	54,73	3,000	164,19	0,00	7.157.145,57	99,98
U08060090	ud	Desagüe de pluviales, constituido por sumidero de fundición dúctil con prolongación de tubería de PVC o fundición dúctil.	40,30	4,000	161,20	0,00	7.157.306,77	99,98
U08020580	m	Alfeizar de piedra artificial, de color blanco, de 30x5 cm, recibido con mortero M-250 de cemento CEM-I/32,5 ó BLL 22,5 con goterón, incluso pulido y abrillantado.	26,43	6,000	158,58	0,00	7.157.465,35	99,99
U09068050	m2	Suministro y colocación de geotextil anticontaminante, de 140 gr/m2, incuso parte proporcional de solapes.	1,81	84,078	152,18	0,00	7.157.617,53	99,99
U10040140	m	Canalización eléctrica de superficie para conducción de cables a base de tubo de PVC rígido libre de halógenos, M 40, grapado sobre hormigón, con tres abrazaderas de acero plastificadas, tres tacos de plástico y tres tirafondos de acero inoxidable. Según E.T. 3112	13,74	10,000	137,40	0,00	7.157.754,93	99,99
U01022120	m3	Excavación en zanja, por medios manuales, en terreno medio (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 10 y 30 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	33,79	2,500	84,48	0,00	7.157.839,41	99,99

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
8000506	Ud	Protector contra sobretensiones para alimentación de PLC compuesta por; Protección enchufable tipo PT 2-PE/S-24 AC-ST y base tipo PT-BE/FM.	79,59	1,000	79,59	0,00	7.157.919,00	99,99
U09070140	ud	Suministro y colocación sobre poste de sustentación (sin incluir éste), farola o columna, de señal de obligación (R) octogonal de 60 cm de lado, normal o reflectante (I, II o III), incluso piezas de anclaje o atado y tornillería inoxidable.	69,17	1,000	69,17	0,00	7.157.988,17	99,99
U10060020	ud	Toma de corriente montaje superficie 2P+T, para 16 A, IP-55, cuerpo aislante en poliamida, tornillería de latón.	16,07	4,000	64,28	0,00	7.158.052,45	99,99
U01010350	m3	Demolición de muro de ladrillo macizo, con compresor, retirada de escombros, medido sobre perfil.	35,31	1,800	63,56	0,00	7.158.116,01	99,99
U07020140	m2	Encofrado curvo para elementos horizontales de estructura (losas, vigas, etc.) con calidad de acabado cara vista, con madera cepillada y machihembrada, 22 mm de espesor mínimos, y 2 posturas máximas, sin pasadores, para trabajos a partir de 3 m de altura y hasta 5 m de altura, incluso molduras y berenjenos, velas, puntales, cimbras y andamiaje, desencofrado y limpieza.	37,61	1,650	62,06	0,00	7.158.178,07	100,00
U09070040	ud	Suministro y colocación de poste de sustentación para señales, de perfil laminado en frío, rectangular de 80x40 mm y 2 mm de espesor, galvanizado y tapado en su parte superior, de 1,80 m de altura libre, incluso pequeña excavación, anclaje de hormigón HM-20 y accesorios.	30,34	2,000	60,68	0,00	7.158.238,75	100,00
U10060260	ud	Suministro y montaje de interruptor de superficie estanco unipolar de 10 A. Protección IP-55.	8,51	6,000	51,06	0,00	7.158.289,81	100,00
U09070080	ud	Suministro y colocación sobre poste de sustentación (sin incluir éste), farola o columna, de señal de peligro (P) triangular de 70 cm de lado, normal o reflectante (I, II o III), incluso piezas de anclaje o atado y tornillería inoxidable.	48,01	1,000	48,01	0,00	7.158.337,82	100,00
U14000210	ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 13A/89B, de 2 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según normativa vigente, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.	40,55	1,000	40,55	0,00	7.158.378,37	100,00

Código	Um.	Descripción	Precio	Med. Pres.	Imp. Pres.	%	Importe Ac.	%Ac
U12000231R	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "vidrio", así como los medios auxiliares necesarios.	7,10	5,116	36,32	0,00	7.158.414,69	100,00
U01010040	ud	Tala de arbolado de 10 a 20 cm de perímetro, troceado y apilado del mismo, incluso destocoñado.	6,51	4,000	26,04	0,00	7.158.440,73	100,00
U12000232R	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección, reciclaje y transferencia de RCD'S tipo II, "yeso", así como los medios auxiliares necesarios.	10,05	2,558	25,71	0,00	7.158.466,44	100,00
U12000090	m3	Carga, transporte y deposición controlada en centro de selección y transferencia de RCD'S tipo II, "embalajes de papel y cartón" (15 01 01), así como los medios auxiliares necesarios.	1,08	5,116	5,53	0,00	7.158.471,97	100,00
U01010300	m3	Demolición de forjado formado por vigueta de hormigón y bovedillas prefabricadas, según normativa vigente, con cualquier tipo de maquinaria, incluyendo retirada de escombros, medido sobre perfil.	43,07	0,108	4,65	0,00	7.158.476,62	100,00
U01021020	m3	Excavación a cielo abierto, por medios mecánicos, en terreno medio (suelo con golpeo en el ensayo SPT entre 10 y 30 golpes / 30 cm), medido sobre perfil.	2,88	1,285	3,70	0,00	7.158.480,32	100,00
U01010290	m3	Demolición de losa de hormigón armado de cualquier canto con martillo compresor, retirada de escombros, medido sobre perfil.	82,38	0,022	1,81	0,00	7.158.482,13	100,00

## ANEJO Nº 14.- INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL



## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CONTROL DEL PROCESO .....</b>	<b>5</b>
3.1	Autómatas programables (PLC).....	5
3.1.1	Ampliación PLC Fangos .....	8
3.1.2	Ampliación PLC Digestión.....	8
3.2	Visualización local.....	9
3.3	Características generales del cable de instrumentación.....	10
3.4	Protección y separación galvánica .....	10
3.5	Condiciones de instalación en intemperie .....	10
<b>4</b>	<b>AUTOMATIZACIÓN .....</b>	<b>10</b>
4.1	Mando de la planta .....	11
4.1.1	Algoritmos de control.....	11
4.2	Autómatas programables.....	13
4.2.1	Configuración hardware .....	13
4.2.2	Armarios.....	13
4.2.3	Comunicación mediante red de proceso .....	14
4.3	Red de comunicación de la planta .....	14
4.4	Totalización de variables de flujo .....	18
4.5	Características técnicas de los autómatas programables .....	18
<b>5</b>	<b>SUPERVISIÓN .....</b>	<b>19</b>
5.1	Hardware .....	19
5.2	Software de supervisión .....	19
5.3	Seguridad de los datos .....	20
5.4	Sistema de desarrollo .....	20
<b>6</b>	<b>ELEMENTOS AUXILIARES.....</b>	<b>20</b>
6.1	Alimentación ininterrumpida del sistema de control .....	20
6.2	Protecciones .....	20
6.3	Variadores de velocidad y arrancadores estáticos.....	21

<b>APÉNDICE 1.- DIRECTRICES PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL .....</b>	<b>24</b>
--	-----------

## 1 INTRODUCCIÓN

La explotación y mantenimiento de las nuevas instalaciones proyectadas pasa por disponer de información en tiempo real de su estado, así como por conseguir el máximo de autonomía de funcionamiento.

Actualmente el sistema de control de la EDAR Sur consiste en una red de PLCs asociados a los CCMs que controlan las diferentes partes del proceso de la depuradora. Todos ellos recopilan la información de los centros de control de motores y ejecutan órdenes de marcha/paro sobre ellos. A su vez están conectados entre sí y con el PC de control central donde se ejecuta el Scada correspondiente para el control de la planta.

En este proyecto, se diseñarán los elementos de control relacionados con las nuevas instalaciones de ampliación, con vista a ser conectados e integrados en el sistema de control existente de tal manera que quede todo integrado en el sistema central. La mayor de las actuaciones –tratamiento de caudales aliviados- requiere un nuevo PLC asociado al proceso, y otras sencillamente se resolverán con la ampliación en bastidor y adaptación de programas de otros PLCs existentes.

Se proyecta así la instalación de un nuevo cuadro de control con PLC asociado al CCM Tratamiento Caudales Aliviados y la ampliación del PLC asociado a espesado-tamizado y del PLC asociado a digestión, para integrar los nuevos elementos de estas mejoras. El nuevo cuadro de control se integrará dentro de una red Ethernet Industrial para su comunicación con el panel operador y el resto de depuradora.

El seguimiento, control y proceso de las mejoras estará gobernado por los autómatas programables citados anteriormente, que recogerán el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario y generarán las salidas de proceso para la coordinación de los automatismos de la planta y seguimiento del proceso.

El contratista adoptará los nombres de los equipos facilitados por la Dirección de Obra para la programación de los PLC.

## 2 INSTRUMENTACIÓN

En un proyecto en el que la mayoría de las instalaciones se automatizan y se telecontrolan, el capítulo de los sensores encargados de la adquisición de datos tiene una importancia evidente.

Por ello, tanto la tipología del sensor, como la fiabilidad del equipo elegido, así como la facilidad de instalación y mantenimiento, deben ser examinadas con todo detalle. Por tanto, para este proyecto se propone la instalación de captadores de la máxima calidad, cuya fiabilidad está ampliamente contrastada en numerosas instalaciones y se adaptan con exactitud a las necesidades del proyecto.

Para el control del proceso y la optimización de las nuevas instalaciones, se dispondrá de las siguientes medidas mínimas:

- Medida de nivel de tipo radar, con indicador local y contacto de alarma por fallo y salida tipo 4-20ma.

- Nivel en canal entrada a tratamiento de caudales aliviados (1 ud.)
- Espesador de fango provisional (2 uds.)

Nota: para consultar ubicación, ver planos *Diagramas de Funcionamiento*.

- Medida de potencia y energía (activa y reactiva) consumida

Los analizadores de redes deben integrar en el sistema de control al menos las medidas de energía activa y reactiva, instantánea y totalizada.

Se instalarán analizadores de red en:

- Nuevo CCM Tratamiento caudales aliviados

Los analizadores de redes de variables eléctricas deben tener las siguientes características:

- Salida Ethernet de datos para integrar las medidas en la red de planta.
- Dos salidas analógicas más dos salidas digitales de pulsos para totalizadores.
- Bornas de trafos cortocircuitables
- Separación galvánica de entradas de medida y salida de control.
- Clase 0,5.

Además de todo lo mencionado, se instalarán controladores de nivel de tipo boya en canales de desbaste de sólidos para detección de colmatación de rejillas y tamices; así como para control de bombeos y para medida de nivel redundante en caso de fallo de los medidores en continuo.

A continuación se presenta la lista completa de instrumentación contemplada:

Nº DE CIRCUITO	DESIGNACIÓN DE LA MEDIDA	SITUACIÓN	Nº DE UNIDADES	INDICADOR DIGITAL	TOTALIZADOR	OBSERVACIONES	E/D	E/A
<b>TRATAMIENTO CAUDALES ALIVIADOS</b>			<b>45</b>				<b>45</b>	<b>1</b>
I1	Interruptor de nivel	Desbaste gruesos	10	NO	NO	Boyas	10	
I2	Interruptor de nivel	Desbaste medios	10	NO	NO	Boyas	10	
I3	Interruptor de nivel	Tamizado finos	20	NO	NO	Boyas	20	
I4	Medida de nivel	Entrada tratamiento/canal by-pass	1	SI	NO	Radar	1	1
I5	Interruptor de nivel	Pozo bombeo pluviales	2	NO	NO	Boyas	2	
I6	Alarma de nivel	Pozo bombeo pluviales	2	NO	NO	Boyas	2	
<b>TAMIZADO FANGOS</b>			<b>14</b>				<b>14</b>	<b>2</b>
I7	Medida de nivel	Espesadores provisionales	2	SI	NO	Radar	2	2
I8	Interruptor de nivel	Tamizado fangos	12	NO	NO	Boyas	12	
<b>DIGESTIÓN FANGOS</b>			<b>2</b>				<b>2</b>	<b>2</b>
I9	Medida de nivel	Gasómetro	2	SI	NO	Incluida en el equipo	2	2

### 3 CONTROL DEL PROCESO

#### 3.1 Autómatas programables (PLC)

SE AJUSTARÁ A LO ESPECIFICADO EN LA FICHA TÉCNICA ET 4102.

El seguimiento, control y proceso de la mejora de la planta estará distribuido y gobernado por varios autómatas programables, asociados al centro de control de motores correspondiente. Será precisa la instalación de un nuevo autómata para el nuevo CCM Tratamiento Caudales Aliviados.

Para la mejora de los procesos de tamizado de fango y digestión se ha considerado la ampliación de los PLCs existentes, relacionados con los CCMs de "Digestión" y de "Tamizado/Espesado" asociados.

Los autómatas recogerán el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de las instalaciones de ampliación, procesaran las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario, y generarán las salidas del proceso, la señalización de la toma de datos para el seguimiento del proceso, y el envío a la pantalla operador de la información obtenida.

El autómata programable proyectado irá instalado en armario metálico de doble cuerpo (800 + 800 mm.) con dos puertas, con capacidad suficiente para alojar todos los elementos. Una de las puertas será transparente para poder observar y controlar visualmente desde el exterior el funcionamiento de sus elementos, y la otra será ciega para la instalación del panel operador (HMI). En el interior del otro cuerpo se instalarán las protecciones, interruptores, fuentes de alimentación, relés de protección de señales, etc.

Los autómatas programables trabajarán en forma de inteligencia distribuida, es decir, que lo harán de forma autónoma, aun con falta de comunicación con cualquiera de los demás elementos de la Red. Asimismo, cada autómata programable debe disponer de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento, más un archivo de datos, analógicos y digitales, por un tiempo mínimo de 72 horas, más un 25% de reserva.

El PLC dispondrá de un sistema de alimentación ininterrumpida en corriente alterna para alimentar al autómata y periféricos, dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento correcto del conjunto para cortes de suministro de la red durante una hora de duración.

A continuación se adjuntan las tablas en las que se puede observar la configuración del PLC diseñado, asociado a CCM Tratamiento Caudales Aliviados (PLC1):

	DESCRIPCIÓN	PLC1
CPU	CPU E/S 60 Kpasos 160KW RS232 ETN / IP	1
F.A.	fuelle alimentación 220 AC, cap. 2.8 A	2
Cable b.	Unidad de control E/S principal	1
	Unidad interfaz E/S expensor	1
	Cable conexión bastidores	1
Módulos DIG.	Módulo 32 entradas digitales, conector MIL	12
	Módulo 32 salidas digitales	3
Módulos ANA.	Módulo 8 entradas analógicas	1

				PLC1	
				ED	384
				SD	96
				EA	8
				SA	0
INTERFACES-CABLES-BORNEROS					
ID232	32 ED			Pperif	1
	1	CNTOR-INTFACE	Cable	RS232	1
			Terminal bornero	RS422	0
				Ethernet	1
OD233	32 SD				
	1	CNTOR-INTFACE	Conector MIL a módulo G7xx	Bastidores:	2
			I/O terminal rele	Fuentes:	2
			Rele 24DC		96
				5 DC	5,6000
				Consumo:	2,77
				24 DC	0,8000
				Consumo:	0,0000
				Total (W)	13,850

El dimensionamiento de tarjetas se ha realizado con el número de entradas/salidas digitales y analógicas que provienen del cuerpo del CCM, según las cargas asociadas, sus tipos de arranque y de la instrumentación de campo. El autómata recibe o envía ese número de señales correspondientes a los actuadores e instrumentación asociada. En función de la cantidad de señales y del tipo de tarjeta al que se conectan, se calcula el número necesario, teniendo en cuenta el espacio de reserva.

Se ha estimado necesario el siguiente número de entradas y salidas. Dicho número será orientativo a la hora de cuantificar la configuración de tarjetas, y no está incrementado por previsiones de reserva:

	E/D	S/D	E/A	S/A
<b>PLC ALIVIO</b>	287	75	1	0

Si aplicamos una reserva del 25%, obtenemos los siguientes datos para dimensionar los módulos de E/S:

	E/D	S/D	E/A	S/A
<b>PLC ALIVIO +25%</b>	359	94	2	0

Y finalmente, con la configuración de tarjetas elegida, tenemos este número total de señales disponibles en el PLC diseñado:

	CAPACIDAD TOTAL SEÑALES				
	32 E/D	32 S/D	8 E/A	8 S/A	TOTALES
<b>PLC ALIVIO</b>	384	96	8	0	<b>488</b>

Además del equipamiento indicado existirá una pantalla táctil de 12" en la que se representará el Scada para la visualización y control de las nuevas instalaciones.

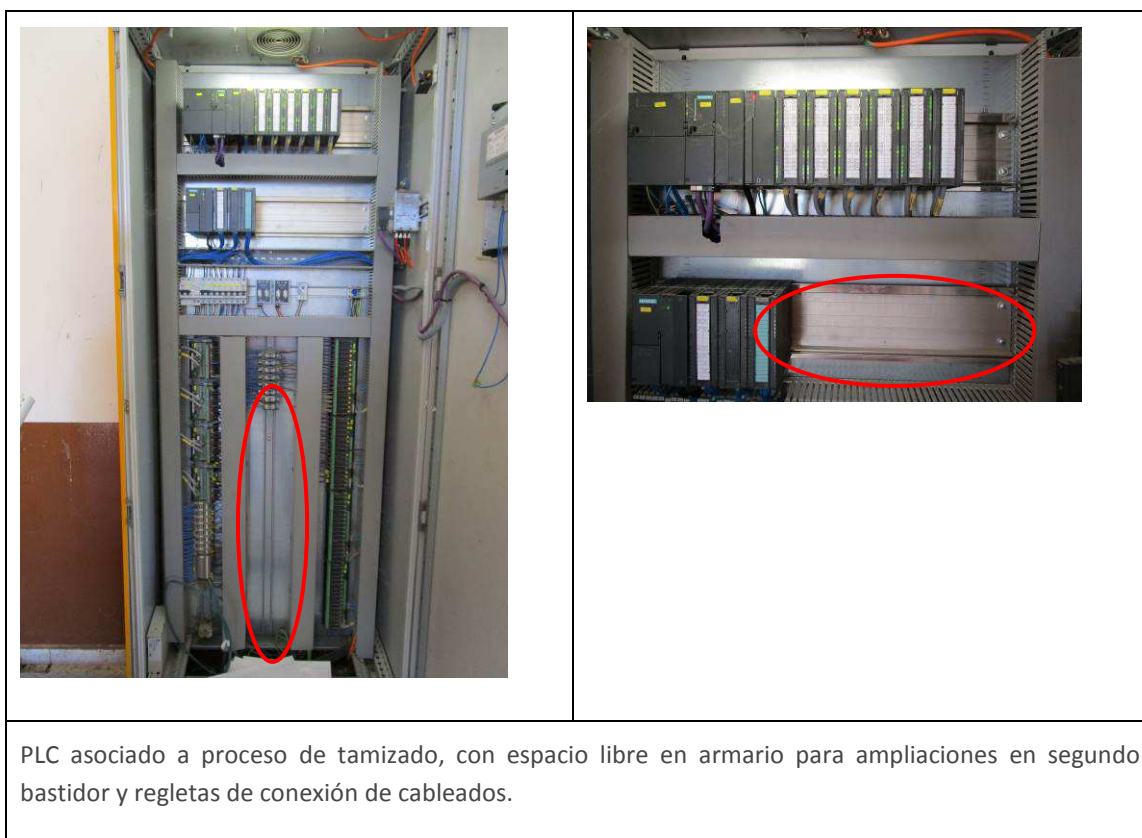
Todos los componentes a añadir en el sistema de control de la planta, resultado de las ampliaciones del presente proyecto, deberán ser compatibles con los componentes ya instalados, de idéntico fabricante.

Para las otras dos actuaciones, en las que se ampliarán PLCs existentes (se detalla mas adelante), se han estimado las siguientes entradas y salidas necesarias:

	E/D	S/D	E/A	S/A
AMPL. PLC TAMIZADO	79	4	1	0
AMPL. PLC DIGESTIÓN	42	0	3	0

### 3.1.1 Ampliación PLC Fangos

Las nuevas señales de control se integrarán en el PLC asociado al proceso de tamizado, que se ubica junto al denominado “CCM Tamizado Fangos” en la sala eléctrica justo debajo de los tamices. Dispone de espacio para ampliaciones, tanto de tarjetas en el segundo bastidor como de regletas de conexión para cables de control en la parte inferior, como se puede ver en las siguientes imágenes:



### 3.1.2 Ampliación PLC Digestión

Las nuevas señales de control se integrarán en el PLC asociado al proceso de digestión, que se ubica junto al denominado “CCM Digestión Fase 1” en la sala eléctrica del edificio de



explotación de digestión. Dispone de espacio para ampliaciones, como se puede ver en las siguientes imágenes:



### 3.2 Visualización local

En el armario del nuevo PLC será instalado un terminal HMI de visualización y control de las siguientes características:

- Pantalla de 12", tipo LCD.
- Teclado de burbuja.
- Utilidades gráficas incorporadas.
- Sistema Windows CE o equivalente.
- Software de supervisión de 300 tags.



### 3.3 Características generales del cable de instrumentación

Corresponderá a la denominación RC4Z1-K 0,6/1 kV según UNE 21123-2, y estará formado por varios conductores de cobre flexible clase 5, según UNE 21022.

Dispondrán de pantalla contra interferencias externas, formada por trenza de hilos de cobre electrolítico recocido, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,7 mm de espesor y cubierta de PVC.

### 3.4 Protección y separación galvánica

Todos los cables de señal de medidores serán provistos de separación mediante elementos activos con circuitos de entrada y salida independiente y fuente de alimentación única para ambas partes.

La alimentación de los equipos de control (automatización, instrumentación y supervisión) serán protegidos mediante descargadores a ambos lados de un transformador de aislamiento 1/1.

Todas las E/S digitales estarán aisladas mediante relés u optoacopladores, y las E/S analógicas irán aisladas mediante aisladores galvánicos, activos o pasivos, y protegidas contra sobretensiones.

### 3.5 Condiciones de instalación en intemperie

Armarios: Todo equipo que no cumpla con el grado de protección IP67 será instalado dentro de un armario estanco. Dicho armario dispondrá de una ventana de metacrilato sobre la puerta.

Soportes: Todos los equipos instalados en el exterior se montarán en soportes con tejadillo del tipo Canal Gestión.

Protección eléctrica: Todo equipo dispondrá de un elemento de protección y seccionamiento bipolar de tipo magnetotérmico instalado en el interior del armario del PLC.

## 4 AUTOMATIZACIÓN

Como se ha comentado, se instalarán y ampliarán controladores de proceso que se encargará de los equipos de la planta relacionados con las obras de mejora. A continuación se describen sus características generales.

Los algoritmos de control a programar para automatizar procesos se ceñirán a los que éste proyecto concierne, y son descritos a continuación en el apartado 4.1.1.

Para las ampliaciones de armarios de control existentes, la filosofía de automatización tanto de elementos de mando como de modos de funcionamiento será la misma que haya implementada en los armarios existentes.

Para los nuevos armarios de control, se seguirá la filosofía de los esquemas tipo desarrollados.

## **4.1 Mando de la planta**

### **Sistema manual**

Ordenes locales de puesta en funcionamiento sin intervención posible de enclavamiento alguno, excepto de los de protección de máquina.

### **Sistema redundante**

Para el funcionamiento en caso de fallo del autómatas. Se conecta automáticamente ante un fallo de éste, y devolverá el control al Autómatas Programable cuando se restaure el fallo.

### **Sistema manual desde la pantalla**

Su actuación es lógicamente idéntica a la de tipo manual de campo. Es decir, los únicos enclavamientos que le afectan son las protecciones propias de cada máquina.

### **Sistema automático**

Bajo el control total del autómatas. Todos los enclavamientos o cortes que intervienen son lógicos (excepto protecciones).

Un lazo de maniobra común y obligatorio a todas las máquinas de proceso controladas automáticamente será el establecido por botonera de arranque instalada a pie de máquina, que permitirá:

- Arranque manual
- Propuesta a la orden del control para funcionamiento automático.
- Parada desde la botonera que impida el arranque automático desde el control central.
- Parada de emergencia (seta-emergencia)

### **Señales de control**

El autómatas programable constará de las siguientes señales:

Por máquina: estado de funcionamiento, fallo, automático. Orden de marcha.

Protecciones redundantes: detectores de nivel de seguridad redundantes para condiciones de seguridad (máximo y/o mínimo de seguridad), aunque exista una medida en continuo. Otras alarmas críticas para el funcionamiento de la estación.

Medidores: señal analógica de 4 a 20 mA. Impulsos de totalización mediante tarjeta contadora de impulsos.

Salidas analógicas: hacia variadores de frecuencia, etc.

#### **4.1.1 Algoritmos de control**

Los procesos controlados son los siguientes:

- Desbaste de sólidos gruesos y medios en canales de alivio
- Tamizado de finos en canales de alivio
- Tamizado de fangos

### **Desbaste de sólidos gruesos/medios en canales de alivio**

Modos de operación: manual/automático seleccionable por conmutador.

Funcionamiento:

- Modo manual: por botonera
- Modo automático: por diferencia de nivel, ciclos temporizados parametrizables. Sincronizado con tornillo transportador / Según estándar del fabricante. Los interruptores de nivel colocados delante y detrás de la reja detectan la colmatación de la misma e inician el ciclo de limpieza automáticamente.

Registro de datos:

- Tiempo de funcionamiento
- Alarmas de fallo
- Alarmas de nivel

### **Tamizado de finos en canales de alivio**

Modos de operación: manual/automático seleccionable por conmutador.

Funcionamiento:

- Modo manual: por botonera
- Modo automático: por diferencia de nivel, ciclos temporizados parametrizables. Sincronizado con tornillo transportador / Según estándar del fabricante. Los interruptores de nivel colocados delante y detrás del tamiz detectan la colmatación de la misma e inician el ciclo de limpieza automáticamente.

Registro de datos:

- Tiempo de funcionamiento
- Alarmas de fallo
- Alarmas de nivel

## **Tamizado de fangos**

Modos de operación: manual/automático seleccionable por conmutador.

Funcionamiento:

- o Modo manual: por botonera
- o Modo automático: por diferencia de nivel, ciclos temporizados parametrizables. Sincronizado con tornillo transportador / Según estándar del fabricante. Los interruptores de nivel colocados delante y detrás del tamiz detectan la colmatación de la misma e inician el ciclo de limpieza automáticamente.

Registro de datos:

- o Tiempo de funcionamiento
- o Alarmas de fallo
- o Alarmas de nivel

## **4.2 Autómatas programables**

### **4.2.1 Configuración hardware**

Como ya ha quedado comentado anteriormente, se dispondrá de un nuevo autómata programable que se encargará del control del tratamiento de caudales aliviados y dos ampliaciones en bastidor de los autómatas existentes en sala eléctrica de tamizado y sala eléctrica de digestión (se ampliará el bastidor más reciente, que disponga de hueco para insertar nuevas tarjetas).

### **4.2.2 Armarios**

Cada nuevo autómata se instalará dentro de un armario de doble cuerpo, según ET 4102. Dicho armario dispondrá en su frontal de la correspondiente pantalla de control y visualización de datos del proceso HMI conectada con el Sistema de Control. Los armarios tendrán espacio de reserva disponible para una posible ampliación de los autómatas y resto de equipamiento para un 20%. En el interior del otro cuerpo se instalarán las protecciones, interruptores, fuentes de alimentación, relés de protección de señales, sistema redundante eléctrico, etc. El cableado de entradas y salidas se realizará mediante cables multipolares prefabricados con conectores en ambos extremos. Los elementos de interfaz serán unidades modulares con conexión para el cable multipolar en un extremo y bornas de presión por tornillo en el otro. En el caso de las salidas digitales, estos módulos incorporarán un relé separador por salida. El interfaz de las entradas se realizará mediante relés convencionales.

El armario dispondrá de extractor con filtro instalado en el techo y rejilla con filtro en la puerta plena y elemento calefactor.

Todas las entradas digitales se alimentarán de una fuente de alimentación de potencia superior al 30% del consumo nominal requerido. Esta fuente estará basada en tecnología de

conmutación e incorporará un filtro reductor de armónicos a la salida, así como elementos de protección de naturaleza electrónica por cortocircuito y/o sobrecarga.

Las puestas a tierra de equipos, partes metálicas de la instalación y protecciones contra sobretensiones se conectarán a la barra de compensación de potencial de los armarios. Para equipos electrónicos (caso más desfavorable) la tensión residual deberá ser inferior a 1.500 V con respecto a tierra.

#### **4.2.3 Comunicación mediante red de proceso**

Se realizará una nueva red Ethernet industrial local, en la que irán interconexionados el nuevo PLC, panel de operación, analizador de redes del CCM, etc.

Además, se prevé la integración del nuevo PLC en la red de comunicaciones existente en la planta, para que desde el puesto central de la depuradora se puedan monitorizar y controlar las nuevas instalaciones. Para ello se ha previsto un switch, con conversores para emisión por fibra óptica.

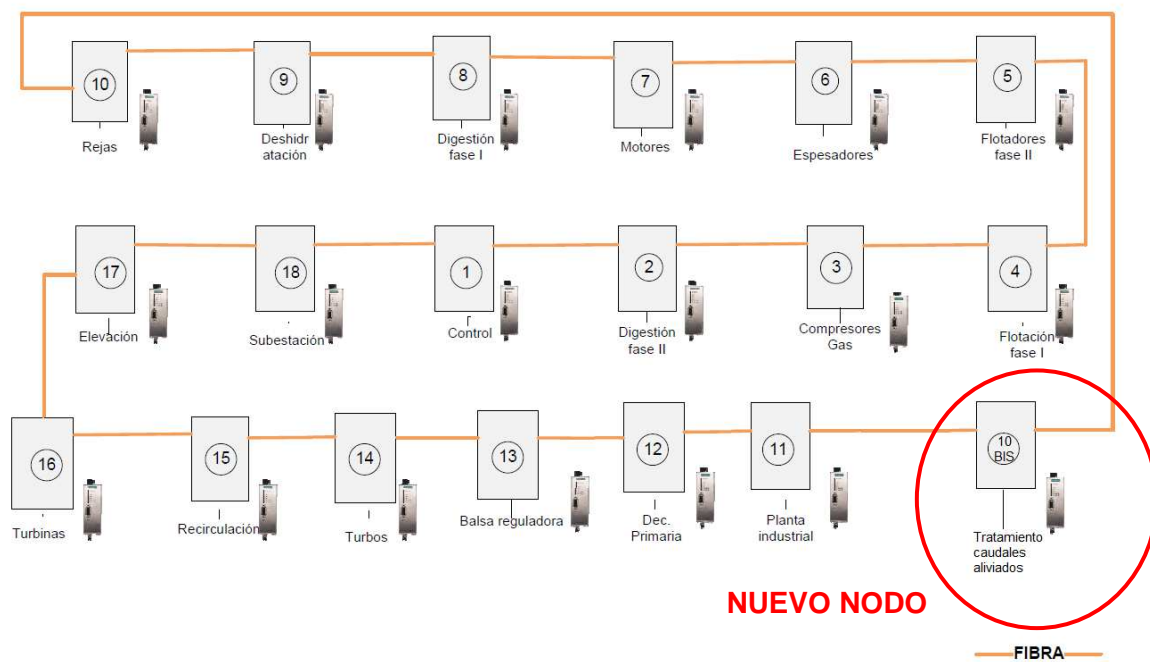
#### **4.3 Red de comunicación de la planta**

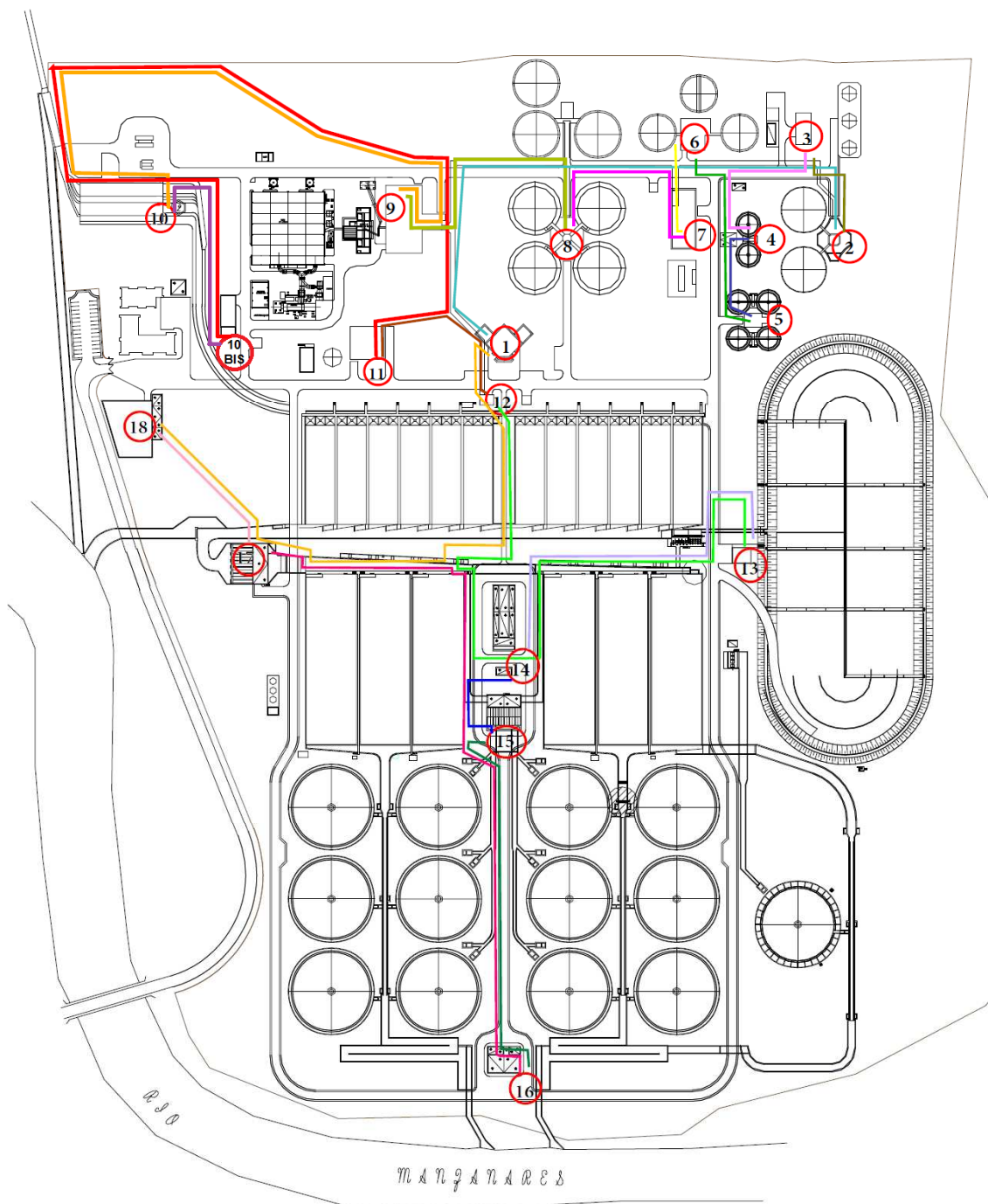
Actualmente, existe una red de comunicaciones en anillo, con soporte de fibra óptica, repartida por toda la planta que conecta todos los armarios de control y la sala de control central. Cada armario de control que contiene los PLCs, dispone de un switch y una caja de conversión a fibra óptica que permiten enviar los datos de cada nodo por la red LAN de comunicaciones, protocolo Ethernet.

Esta red, será modificada para intercalar un nuevo nodo, denominado 10 BIS, que recogerá e integrará en la red de comunicación al nuevo armario de control de PLC Tratamiento de caudales aliviados. Para ello, se ha presupuestado cableado de fibra óptica, switch y conversor de medio cobre/fibra.

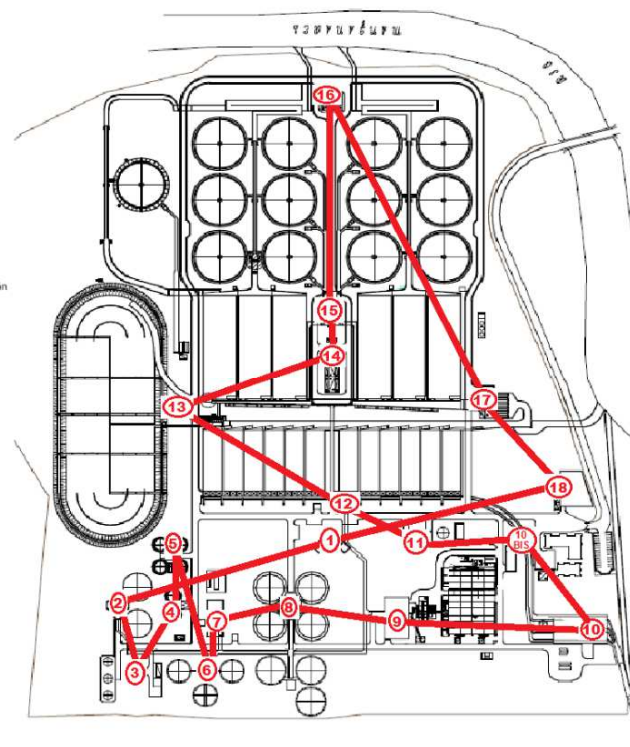
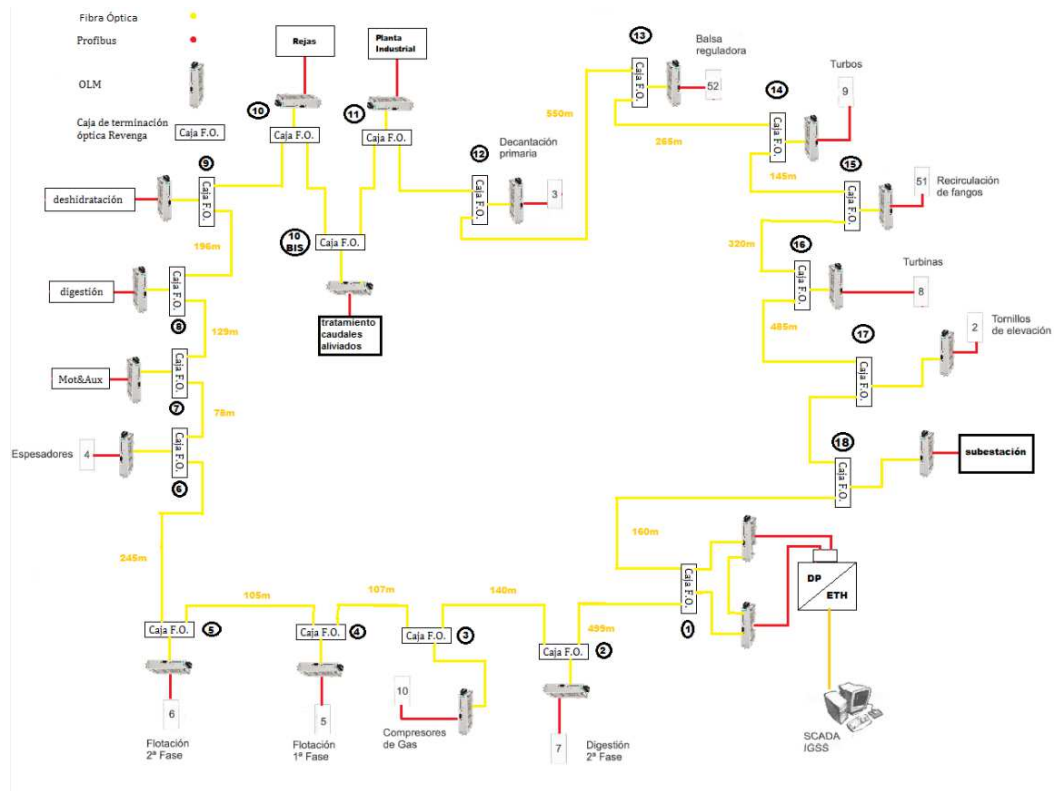
La nueva red de comunicación, a nivel esquemático, quedará como se muestra a continuación:

### DIAGRAMA CONEXIÓN NODOS EDAR LA SUR











#### 4.4 Totalización de variables de flujo

Tarjeta contadora de impulsos.

Las variables integradas (impulsos) serán transmitidas al sistema de adquisición de datos. El autómata dispondrá de tarjeta de cuenta impulsos.

#### 4.5 Características técnicas de los autómatas programables

Los equipos cumplirán las características descritas en Pliego según ET 4102.

El conjunto del autómata programable se entenderá compuesto por bastidor, unidad central, fuente de alimentación, módulo de comunicaciones y módulos de E/S.

La unidad central permitirá la elaboración de programas de usuario en lenguajes AWL, FÜP, KOP, además de lenguajes de alto nivel. El programa podrá elaborarse combinando módulos desarrollados en distintos lenguajes.

La herramienta de desarrollo ha de permitir la elaboración de librerías de usuario y librerías de funcionalidad específica.

Características técnicas mínimas:

- o Memoria de usuario: desde 288 Kbytes
- o Memoria de carga: ampliable hasta 8 MB (RAM/FERPOM).
- o Posibilidad de remanencia de memoria en caso de fallo de tensión de alimentación.
- o Posibilidad de instalación de tarjeta SD como respaldo de firmware y aplicación.
- o Capacidad de direccionamiento de E/S: desde 2 kbytes. Canales digitales desde 16384, canales analógicos desde 1024 canales.
- o Puertos incluidos de comunicaciones incluidos en la CPU:
  - Al menos dos puertos de comunicaciones para comunicar con estaciones de periferia en caso de ser solicitada. Utilizable como interfaz con dispositivos HMI y puerto de programación.

Las CPUs con interfaz Ethernet contarán con una interfaz Web para su diagnóstico sencillo.

Dispondrá de interfaz de conexión de tipo RJ45 según Industrial Ethernet, así como al menos de dos puertos que realicen la función de switch. Tendrá soporte para protocolos TCP/IP, UDP/IP, ISO-on-TCP (RFC1006) o los implantados habitualmente en el sector de la automatización. Además incluirá una interfaz web para su diagnóstico y configuración. Por último, dispondrá de la capacidad de configuración y diagnóstico de los enlaces y equipos de la red.

## 5 SUPERVISIÓN

Se prevé la instalación de un equipo HMI en el armario del nuevo PLC en la sala de cuadros eléctricos para visualizar y regular el funcionamiento de las mejoras de la planta. Dicho equipo será una pantalla táctil que además de representar los estados de funcionamiento de todos los equipos permitirá la manipulación de las variables de consigna, definición de alarmas, etc., en definitiva manejo de todas las funcionalidades en general.

La renovación de equipamiento informático existente en la planta, de visualización global y telegestión no son objeto del presente proyecto.

### 5.1 Hardware

La estructura de supervisión estará formada por una pantalla táctil operador, que estará conectada mediante una red ETHERNET. Las características mínimas de este equipo serán las siguientes:

- Memoria: cumplirá sobradamente con las necesidades del paquete de supervisión.
- Soporte de red tipo Ethernet
- Pantalla TFT de 12"

### 5.2 Software de supervisión

La aplicación de supervisión implementada en los dispositivos HMI contará con las siguientes utilidades como mínimo:

- Gráficas de proceso
- Curvas de tendencia en tiempo real
- Alarmas en tiempo real
- Tratamiento de datos históricos (datos, alarmas, etc.)
- Seguridad: claves y niveles de acceso
- Generación de informes diario, semanales, mensuales.
- Cálculos
- Contadores de horas de funcionamiento
- Contadores de número de maniobras.
- Totalizadores.
- Información sobre variables
- Situación energética de la ampliación
- Modificación de rangos de señales analógicas.

### **5.3 Seguridad de los datos**

Se instalará un sistema de salvado periódico de datos.

### **5.4 Sistema de desarrollo**

Una vez acabada la obra, se entregará a Canal Gestión la licencia, documentación, programas de desarrollo y copias de seguridad en formato digital de todo el software utilizado en la planta. Será de características homogéneas a los actualmente existentes en el Departamento de Abastecimiento.

Durante el transcurso de la obra, la dirección de obra de Canal de Isabel II Gestión S.A. notificará la forma de licenciar los distintos programas. Todos los programas serán de características homogéneas a los instalados actualmente en el Departamento de Construcciones.

## **6 ELEMENTOS AUXILIARES**

### **6.1 Alimentación ininterrumpida del sistema de control**

Cumplirán con lo especificado en las fichas técnicas E.T. 4102, E.T. 3224.

Se dotará de un S.A.I. que alimente a los equipos de control más importantes. La autonomía mínima será de 60 minutos. El sistema de alimentación será aislado de la red principal (rectificador - ondulator).

La tensión de salida del S.A.I. se ajustará a la necesidad de tensión del cuadro de control que alimenta, ciñéndose siempre a las indicadas en las fichas técnicas mencionadas.

El S.A.I. utilizado en el cuadro de control de Fangos, será de tensión de salida monofásica 230Vac.

### **6.2 Protecciones**

Para la selección de las protecciones se considerarán las opciones que, de acuerdo con las características de conexión de los equipos, simplifiquen su integración con el consiguiente ahorro en instalación y mano de obra. De igual forma, pensando en facilitar el mantenimiento y minimizar el número de tipos diferentes necesarios, se han elegido soluciones comunes de probada validez.

La protección eficaz de la instalación requiere la acertada selección de las protecciones necesarias, así como su correcta instalación. Se presentará, previamente a la instalación de la aparamenta, un estudio detallado de las protecciones a instalar, indicando puntos de instalación, marcas, modelos y tipos seleccionados. El fabricante de dicha aparamenta extenderá un certificado aprobando la protección proyectada de acuerdo a la especificación establecida en este proyecto.

Para la selección de las protecciones contra sobretensiones más idóneas para esta instalación, se tendrán en cuenta las siguientes posibles vías de entrada de sobretensiones.

- Red de alimentación en M.T. y B.T.
- Buses de comunicaciones
- Señales de sensores

En la Estación Depuradora objeto del Proyecto se distinguirán en general 3 zonas:

- Zona 0:
  - Centro de transformación
- Zona 1:
  - Armarios principales de distribución y armarios de centro de control de motores.
- Zona 2:
  - Cuadros secundarios, armarios de equipos de control y pupitres de control

Los tres niveles de protección a considerar son:

- Protección basta
- Protección media
- Protección fina de equipos

En cada zona se realizará la compensación de potencial. Las puestas a tierra de equipos, partes metálicas de la instalación y protecciones contra sobretensiones se conectarán a la barra de compensación de potencial.

Para equipos electrónicos (caso más desfavorable) la tensión residual será inferior a 1500 V con respecto a tierra.

### **6.3 Variadores de velocidad y arrancadores estáticos**

Cumplirán con lo especificado en las fichas técnicas E.T. 3422, E.T. 3423 y E.T. 3424.

Se instalarán variadores de velocidad electrónicos al menos en los siguientes casos:

- Dosificación de reactivos
- En bombeos con motores de elevación de potencia superior de 30kW, en al menos una de las unidades de cada conjunto
- En centrífugas cuando no lo incorporen
- En bombas de fangos cuando no lo incorporen

- En aquellos equipos cuyo par de arranque más desfavorable no pueda ser resuelto mediante arrancador estático

En ningún caso se utilizará un único convertidor para dos o más motores.

Se instalarán arrancadores electrónicos en motores de potencia entre 10 y 18,5KW y arrancadores estáticos en motores de potencia superior a 18,5 kW

Características técnicas:

Grado de protección para convertidores.

- IP54 para montaje en pared
- IP20 para montaje en cuadro

Refrigeración mediante intercambiador de calor aire - aire (convertidores).

Conmutación mediante transistores IGBT.

Niveles de emisión RFI por debajo de la norma BS en 50081-2.

Adaptación a normas sobre compatibilidad electromagnética según E50082-2 1992.

Seguridad para las personas según EN 61010-1 1993, con protección de terminales y circuitos en evitación de contactos accidentales.

Inmunidad a microcortes de energía en la red.

Frecuencia de modulación 15 kHz

Unidad de programación con visualizador incorporado

Red de comunicación RIO y/o Device Net

Protecciones de motor incorporadas:

- Modelo térmico del motor
- Fallo a tierra
- Termistor PTC
- Descompensación de corriente entre fases
- Protección de calado
- Protección de fallo a tierra
- Cortocircuito a tierra

- Fallo de alimentación
- Sobre voltaje red
- Bajo voltaje red

### **Instalación de los convertidores y arrancadores**

Se instalarán protecciones de tipo magnetotérmico aguas arriba de los equipos electrónicos. Para la alimentación de los motores desde estos equipos se utilizará cable apantallado.

Los convertidores y los arrancadores estáticos proyectados para los motores que lo requieran del C.C.M. proyectado se ubicarán en el exterior de los mismos. El grado de protección será IP 54.

Los displays de control y visualización se instalarán en la parte frontal del cubículo correspondiente del C.C.M., mecanizando el panel. Si no fuera posible respetar la longitud máxima de separación del visualizador con su equipo asociado se instalarán módulos repetidores.

## **APÉNDICE 1.- DIRECTRICES PARA DISEÑO DE SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL**

CANAL DE ISABEL II GESTIÓN

# SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

Directrices para ejecución de instalaciones  
eléctricas y de control

**Antonio Barrio Naharro; Alberto Rodríguez Sánchez; Jesús Urbieta Sotillo**

**21/02/2013**



## INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	6
2	FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA.....	6
2.1	Coordinación de los esquemas eléctricos de los CCMs con el sistema de control.....	8
2.1.1	Potenciales variantes. EXCEPCIONES al funcionamiento general. ....	10
2.2	Funcionamiento fuera de secuencia .....	14
2.3	Funcionamiento en secuencia .....	15
2.3.1	Introducción de parámetros.....	15
2.3.2	Accionamiento equipos individuales.....	15
2.3.3	Ventanas de avisos.....	15
2.3.4	Ventanas informativas de valores.....	16
2.3.5	Comportamiento de consignas de tiempo nulo en secuencias .....	16
2.3.6	Temporización de fases en secuencias.....	17
2.4	Accionamiento de secuencias globales .....	17
2.4.1	Generalidades y representación en el Supervisor .....	17
2.4.2	Interacción de la secuencia global con fallos y con marcha manual de equipos .....	20
2.4.3	Integración del proceso de arranque en la secuencia global .....	21
2.5	Rotación de equipos .....	21
2.5.1	Clasificación de los equipos y parámetros de la rotación.....	21
2.5.2	Funcionamiento.....	22
2.6	Instrumentación .....	23
3	TRATAMIENTO DE SEÑALES. ESTANDARIZACIÓN .....	24
3.1	Introducción .....	24
3.2	Tipos de señales/variables existentes en planta. Metadato <i>TIPO</i> .....	25
3.2.1	Digitales de estado (OFF/ON). <i>TIPO 1</i> .....	25
3.2.2	Totalizadores o Contadores. <i>TIPO 2</i> .....	27
3.2.3	Medidas no asociadas a flujos. <i>TIPO 3</i> .....	28
3.2.4	Medidas asociadas a flujos. <i>TIPO 4</i> .....	28
3.2.5	Consignas, variables internas y salidas del autómata. ....	29
3.3	Valor medio en medidas analógicas. Totalización unificada de variables de flujo.....	30
3.4	Filtrado de señales analógicas.....	34
3.5	Tabla resumen.....	35
4	REPRESENTACIONES GRÁFICAS .....	37
4.1	Encabezado de las pantallas .....	37
4.1.1	Iconos .....	37
4.2	Tipos de Pantallas .....	38
4.2.1	Principal .....	38
4.2.2	Proceso.....	41
4.2.3	Control .....	41
4.2.4	Consignas .....	41
4.2.5	Eléctrica .....	41
4.2.6	Gráficas.....	41
4.2.7	Informes.....	41

4.2.8	Red de comunicaciones y bus de campo .....	41
4.2.9	Configuración y mantenimiento del sistema .....	42
4.2.10	Pantallas de depuración y análisis de secuencias. Consignas avanzadas.....	44
4.3	Distribución de equipos en las pantallas .....	45
4.4	Visualización de estado de los equipos o sondas .....	45
4.5	Líneas de flujo .....	47
4.6	Flechas/Botones de navegación en pantallas .....	49
4.7	Indicadores de valores analógicos.....	49
4.7.1	Indicadores de valores instantáneos procedentes de instrumentos.....	49
4.7.2	Totalizadores y contadores .....	50
4.7.3	Indicadores de límites y consignas.....	50
4.8	Botones, pulsadores, selectores .....	51
4.8.1	Botones y pulsadores.....	51
4.8.2	Selectores .....	52
4.9	Subpantallas de control de equipos .....	55
4.9.1	Información contenida en subpantallas .....	55
4.9.2	Subpantalla único sentido de giro (motor 1) .....	57
4.9.3	Subpantalla inversión de giro o válvulas todo-nada (motor 2) .....	57
4.9.4	Subpantalla motores con variador .....	60
4.9.5	Subpantalla de instrumentos de medidas generales .....	62
4.9.6	Subpantalla de instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores.....	63
5	TRATAMIENTO DE DEFECTOS Y EVENTOS .....	64
5.1	Visualización de defectos en pantalla principal .....	64
5.2	Visualización de defectos y emergencias en pantallas de proceso .....	64
5.3	Pantalla de defectos, alarmas y eventos.....	64
5.3.1	Última ocurrencia de alarmas.....	65
5.3.2	Histórico (de alarmas y eventos) .....	67
6	ALMACENAMIENTO DE DATOS.....	68
7	VISUALIZACIÓN DE GRÁFICAS .....	69
8	GENERACION DE INFORMES.....	69
8.1	Informes especiales adicionales. Ejemplo: Carreras de lavado de filtros .....	75
9	NIVELES DE ACCESO .....	77
10	DOCUMENTACIÓN, COPIAS DE SEGURIDAD Y LICENCIAS .....	77
10.1	Documentación.....	77
10.2	Copias de seguridad.....	78
10.3	Licencias.....	78
11	GUÍA RÁPIDA DE VARIANTES TÍPICAS SEGÚN TIPOS DE INSTALACIONES.....	79
12	PANTALLAS DE EJEMPLO .....	80

Ilustración 1- Ejemplo de codificación de colores de motores.....	7
Ilustración 2- Ejemplo botón consignas .....	15
Ilustración 3- Ventana de avisos.....	16
Ilustración 4- Subpantalla pozo elevación.....	16
Ilustración 5- Subpantalla depósito reactivo .....	16
Ilustración 6- Botón de secuencia global .....	17
Ilustración 7- Equipos implicados en secuencia global .....	19
Ilustración 8- Imposibilidad de secuencia global .....	19
Ilustración 9- Secuencia en espera o modificada por condiciones adicionales. ....	20
Ilustración 10- Marco superior general.....	37
Ilustración 11- Iconos del encabezado.....	37
Ilustración 12- Ejemplo pantalla principal.....	39
Ilustración 13- Ejemplo de planta inicial / diagrama de bloques funcional.....	40
Ilustración 14- Pantalla de comunicaciones.....	42
Ilustración 15- Ejemplos visualización estado motor.....	46
Ilustración 16- Ejemplo representación sondas de nivel .....	46
Ilustración 17- Ejemplo flechas continuación de proceso.....	49
Ilustración 18- Ejemplo flecha informativa .....	49
Ilustración 19- Ejemplo indicadores analógicos .....	50
Ilustración 20- Representación totalizadores .....	50
Ilustración 21- Representación límites y consignas .....	50
Ilustración 22- Botones y pulsadores de acción de equipo .....	51
Ilustración 23- Botones y pulsadores “automantenidos” .....	52
Ilustración 24- Selector modo de funcionamiento motor .....	52
Ilustración 25- Subpantalla único sentido de giro (motor 1). Se muestra también la posición de las señalizaciones de “enclavamiento” e “implicado en secuencia global”. ....	57
Ilustración 26- Botonera válvulas todo-nada (posición abierto y cerrado) .....	58
Ilustración 27- Señalización de consigna de apertura.....	58
Ilustración 28- Subpantalla inversión de giro (motor 2). Ejemplo con botones “Abrir - Cerrar” y lectura de posicionador solo indicativa (sin entrada). Ejemplo típico de compuerta.....	59
Ilustración 29- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad de referencia).....	60
Ilustración 30- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad feedback) .....	61
Ilustración 31- Ejemplo de motor con pulsadores de subir y bajar consigna de velocidad.....	62
Ilustración 32- Subpantalla instrumentos de medidas generales .....	62
Ilustración 33- Subpantalla instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores.....	63
Ilustración 34- Pantalla general de informes .....	70
Ilustración 35- Informe tipo .....	72
Ilustración 36- Informe de carreras de filtración .....	76
Ilustración 37- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla principal.....	80
Ilustración 38- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Bombeo.....	81
Ilustración 39- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Pretratamiento.....	81
Ilustración 40- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Primaria .....	82
Ilustración 41- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Biológico .....	82
Ilustración 42- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Secundaria .....	83
Ilustración 43- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Recirculación de Fangos .....	83
Ilustración 44- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Espesamiento .....	84
Ilustración 45- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Digestión .....	84
Ilustración 46- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Calefacción .....	85
Ilustración 47- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Deshidratación .....	85
Ilustración 48- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Línea de gas .....	86

Ilustración 49- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Tratamiento de Flotantes.....	86
Ilustración 50- Pantalla de $\text{Cl}_3\text{Fe}$ .....	87
Ilustración 51- Pantalla General de Filtración .....	87
Ilustración 52- Pantalla de detalle de Filtros .....	88
Ilustración 53- Pantalla Trat. Terciario Depósito regulación .....	88
Ilustración 54- Pantalla Trat. Terciario Filtración.....	89
Ilustración 55- Pantalla Trat. Terciario Ultrafiltración.....	89
Ilustración 56- Pantalla Trat. Terciario Reactivos.....	90

## 1 INTRODUCCIÓN

Los puntos desarrollados en este documento describen el aspecto y la funcionalidad del sistema de supervisión y control para las instalaciones desarrolladas por los departamentos de obras del Canal de Isabel II Gestión.

Los criterios marcados en este documento aplicarán en el diseño del Supervisor general de la instalación, así como, en los distintos paneles de operador. Para estos últimos se valorará qué equipos se incluyen en su diseño.

Hay que entender la denominación “Supervisor” con una visión de usuario, es decir, la aplicación general que controla el automatismo de la planta.

El “Supervisor” se corresponde por tanto con lo que coloquialmente se conoce como SCADA, pero **no solo con ello**. Es decir pueden existir aplicaciones propias (por ejemplo la generación de informes suele ser un claro ejemplo) que no se corresponden con el software puro de SCADA tal como es suministrado por los fabricantes. Pero no obstante todas estas aplicaciones han de integrarse en un conjunto unitario.

Además hay que tener en cuenta que aunque el grueso del documento se centra en la programación del SCADA y visualización en pantallas locales, es necesario definir condiciones que afectan tanto a CCMs, programación de PLCs e incluso programación de los componentes adicionales del “Supervisor” que exceden a un SCADA puro. Esto es necesario pues la interfaz visual de control del sistema es el último eslabón de todo un sistema, por lo que si hay incompatibilidades en las capas inferiores con la filosofía descrita en este documento sería imposible su ejecución.

## 2 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

Desde el sistema de supervisión se activarán y desactivarán las secuencias de control de los sistemas, se accionarán motores, válvulas y demás equipos utilizando sus correspondientes subpantallas y parámetros.

La funcionalidad básica del sistema se basa en la actuación complementaria entre un selector de campo por motor con 3 posiciones “Manual – 0 – Automático” y una pantalla de control en el supervisor también con 3 posiciones “Marcha – Paro – Secuencia”, (ver apartado 4.8.2).

De esta forma el funcionamiento de cada motor viene definido por los siguientes criterios generales<sup>1</sup>:

- **Selector “físico” de campo en 0.** Motor parado incondicionalmente<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> En la descripción que sigue no se tiene en cuenta lógicamente que estén activos defectos, enclavamientos o pulsación de la seta de emergencia, lo que impediría en cualquiera de los casos la marcha del motor.

<sup>2</sup> No obstante, hay que tener cuidado con potenciales resistencias de caldeo, ver el punto 7 del apartado 2.1.1, dado que se pueden mantener activas, es decir, energizadas incluso en esta posición.

- **Selector “físico” de campo en Manual.** Motor arrancado incondicionalmente mediante lógica cableada. El PLC/SCADA no interviene y de hecho podrían desmontarse sin afectar a este modo de funcionamiento.
- **Selector “físico” de campo en Automático.** El control se transfiere a las indicaciones del PLC/SCADA. En función de la selección de la subpantalla de control en el supervisor, el comportamiento será:
  - **Selector “de software” del supervisor en Paro.** Motor parado incondicionalmente.
  - **Selector “de software” del supervisor en Marcha.** Motor en marcha incondicionalmente. El PLC no “toma decisiones” al respecto. Es decir, análogo a “Manual” pero la orden de marcha parte del Autómata a orden del operario.
  - **Selector “de software” del supervisor en Secuencia.** Motor en marcha o no según la programación lógica que presente cada uno. El PLC “decide” respecto del funcionamiento del equipo.

Según la especificación anterior, el significado real de las etiquetas “Manual” y “Automático” dentro del selector de campo no es “mando controlado por un operador” y “mando controlado por programa” respectivamente, como a priori se pudiera pensar. En realidad su significado se corresponde con “Exclusión del PLC” e “Intervención del PLC”. Lógicamente, sin intervención del PLC, el funcionamiento solo puede ser *manual* en el sentido de que ha de estar controlado directamente por la voluntad de un operario. Pero dentro de “Automático”, es decir con intervención del PLC, el control puede ser igualmente *manual* (es decir, a voluntad de un operario)<sup>3</sup> o *automático* (es decir, con el motor iniciando, parando o modificando su operación según el programa que tuviere codificado el autómata).

En cada una de las pantallas representativas de los procesos de la planta, la operación de los equipos se indicará mediante los siguientes elementos (ver el apartado 4.4):

- El color del icono que representa al elemento es el indicativo de su estado de funcionamiento: marcha, paro, defecto, emergencia, etc.
- Los colores de los símbolos rectangulares junto al icono son indicativos de la posición tanto del selector de campo como de del deslizador de pantalla del supervisor.

Como ejemplo: en la imagen se representa un pozo con dos bombas, la bomba de la izquierda se encuentra en marcha por secuencia, mientras que la de la derecha está en paro desde el supervisor aunque en automático en campo.

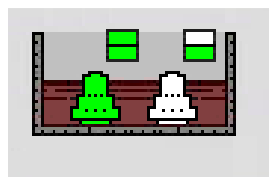


Ilustración 1- Ejemplo de codificación de colores de motores

<sup>3</sup> Este funcionamiento *manual* a través de PLC, (que estará seleccionado siempre que el deslizador de software del supervisor no esté en “Secuencia”), es también conocido habitualmente como **Semiautomático**. No obstante en todo este documento se evita conscientemente esta denominación para mantener la homogeneidad del mismo.

## 2.1 Coordinación de los esquemas eléctricos de los CCMs con el sistema de control

La programación del autómatas/SCADA descrita a continuación está estrechamente vinculada con las capacidades de maniobra del cableado del mando de los cubículos. Por tanto, para que este sistema de control sea coherente y viable hay que garantizar que dicha maniobra eléctrica garantiza las siguientes funciones:

1. La actuación de cualquier enclavamiento y/o defecto supone la eliminación de la orden de marcha.
  - a. Por tanto, la recuperación de ese defecto<sup>4</sup> supone la puesta automática en marcha de dicho equipo si su selector de campo está en “Manual”.
  - b. Igualmente, si su selector de campo está en “Automático”, la recuperación de ese defecto supone que el equipo está disponible para funcionamiento según lo que “decida” el PLC. En función de la programación hecha, (ver apartado 4.8.2) el equipo podría volver a rearmar inmediatamente.
2. La actuación de la seta de emergencia para incondicionalmente pero el equipo NO arranca automáticamente una vez recuperada. Para la recuperación de la marcha de cualquier equipo tras una emergencia se requiere siempre intervención humana adicional al propio hecho de “desenclavar la seta”, es decir, siempre se requieren **2 actuaciones humanas**. Por tanto:
  - a. En funcionamiento “Manual” desde selector de campo: Debe pasarse primero por su posición de 0 para recuperar la orden de marcha.
  - b. En funcionamiento Automático (tanto en “Secuencia” como fuera de ella): Se debe replicar este comportamiento por programación (ver apartado 4.8.2), es decir, al desenclavar la seta el equipo vuelve a estar disponible pero deberá estar siempre parado<sup>5</sup>. El equipo bajo ningún concepto puede rearmar solo bajo simplemente tras rearmar la seta.
3. El paso de “Manual” a “Automático” supone siempre el paro del equipo pues el selector de campo pasa por “0”.
4. Por imposibilidad física para adoptar múltiples comunicaciones al PLC en muchos cubículos extraíbles, los diversos defectos se suman. El PLC solo recibe información de “defecto” genérico. Esto se considera en general más que suficiente.

---

<sup>4</sup> Evidentemente algunos defectos se pueden recuperar solos mientras que otros requerirán reseteo físico del elemento haya generado el defecto. Este hecho es independiente del comportamiento del CCM una vez recuperado dicho defecto bien de forma automática, bien con intervención humana adicional.

<sup>5</sup> Observación adicional. Independientemente de este criterio general, la lógica programada ha de ser robusta a situaciones extraordinarias. Por ejemplo la más evidente es una caída de tensión. En esta situación y según como estén configurados los relés físicos sobre los que actúa la seta de emergencia, es más que probable que estos se desenergicen (por la pérdida de tensión) y, si el PLC presenta SAI y se mantiene en ejecución, se detecte que **todas las setas de emergencia están pulsadas**. Lógicamente este fenómeno ha de filtrarse en la programación.

Esta consideración es general. Bien por eventos cruzados, y fundamentalmente durante el evento de caída de tensión en que se pueden desenergizar gran parte de los relés, se pueden generar señales “falsas” al PLC. Por tanto la secuencia programa ha de ser suficientemente robusta, y debe ser detectar estas situaciones y no ser “engañada” por ellas.

5. Corresponsiéndose con la descripción de criterios indicado en el apartado 2, el mando del funcionamiento “Manual” NO requiere para nada el PLC, todo su funcionamiento es por lógica cableada eléctrica en CCM. Es totalmente operativo con el sistema de automatismo apagado, desmontado o dañado. No obstante, si estuviera operativo, el sistema de automatismo siempre registraría las señales de funcionamiento incluso en mando “Manual”.
6. Para accionar los equipos de doble sentido de giro desde el mando “Manual”, se disponen de botones de marcha NO automantenidos. Es decir, para que el equipo se mantenga en movimiento, (bien abriendo, bien cerrando), el operario debe mantenerlos pulsados, si se sueltan el equipo se para.
7. Comportamiento de resistencias de caldeo. Los motores “grandes” equipados con resistencias de caldeo están cableados con la siguiente filosofía:
  - La resistencia de caldeo depende de la alimentación de mando. Por tanto para asegurarse de que **NO existe tensión eléctrica** en el equipo, (es decir, que no existe ni fuerza, **ni tampoco alimentación asociada al funcionamiento de dichas resistencias de caldeo**), hay que comprobar que:
    - O bien se pulsa la seta de emergencia, dado que por seguridad también desactiva la alimentación secundaria.
    - O bien se dispara el automático del mando.
    - O bien se extrae **completamente** el cubículo en caso de CCMs extraíbles.
  - Si el equipo está en marcha, la resistencia estará siempre desactivada independientemente de la posición de su selector de campo.
  - Si el equipo está parado:
    - Si el equipo NO está en “Automático”, (es decir, “Manual” o “0”), la resistencia estará activada.
    - Si el equipo está en “Automático”, su funcionamiento depende además de una orden del PLC, es decir, existirá una pantalla de consignas particulares a este respecto en aras de mejorar la eficiencia energética<sup>6</sup>.
8. Enclavamientos cableados. Como continuación de lo indicado en el punto 1, y como característica fundamental del diseño de las instalaciones, los enclavamientos de los motores por condiciones externas (por ejemplo activación de boyas de seguridad, o disparo de sondas *digitales* de temperatura) están cableados al mando del CCM, es decir, que actúan **siempre** independientemente del PLC/SCADA<sup>7</sup>.
9. Como criterio general de seguridad, los enclavamientos, defectos, setas, etc. están cableados con lógica adecuada para protección frente a cable roto. Es decir, circuito cerrado cuando no están activos, circuito abierto cuando están activos. Esto implica que la simple eliminación de los equipos “detectores” provoca la parada del correspondiente motor por seguridad.

---

<sup>6</sup> Esto permitiría, por ejemplo, desactivar las resistencias de caldeo en periodo veraniego o suficientemente caluroso a voluntad del operador.

<sup>7</sup> No obstante, las señales de enclavamientos, defectos y emergencias, aunque actúen siempre por lógica cableada sobre el CCM independientemente del PLC, **también** se están transmitiendo a este para señalización y registro mientras se mantenga operativo.



Esto se aplica igualmente a la transmisión de dicha información al PLC.

10. Equipos con variador y con arrancador estático. En general y siempre que la potencia de motor no supere los 18,5 kW, la electrónica no dispone de contactor de protección y aislamiento. En caso de arrancador estático lo que sí se dispone es un contactor de bypass.

**NOTA IMPORTANTE. Equipos con autómatas propios y comunicación mediante bus de campo.**

*Los criterios sobre esquemas eléctricos ofrecidos tienen carácter general y se aplicarán a la gran mayoría de equipos. No obstante, sobre todo con variadores, posicionadores de válvulas etc., cada vez van siendo más frecuentes equipos “inteligentes” dotados con sus propios autómatas internos que además poseen capacidad de comunicación mediante bus de campo con el PLC central de la instalación. En estos casos las variantes posibles del cableado de mando pueden ser muchas según que funciones “haga el CCM”, “haga el PLC” o “haga el propio equipo”, lo cual además dependerá de las propias capacidades intrínsecas del equipo.*

*Los criterios generales a seguir en estos casos serán:*

- *Sea como fuere, se dispondrá siempre de un control **TOTALMENTE** desligado del PLC central (selector de campo en “Manual”). Solo actuarán el CCM y el autómata incorporado en el equipo.*
- *Siempre que sea posible, la comunicación del PLC con los equipos de campo será mediante bus de campo, en vez de cableado de señales analógicas y/o digitales<sup>8</sup>. Es decir, se debe evitar, en la manera de lo posible, la configuración “clásica” con señal analógica 4-20 mA para la consigna de funcionamiento que fuere (Hz, posición de la válvula, etc.).*
- *Sea como fuere, se ha de replicar siempre el comportamiento de la seta de emergencia con **parada inmediata del equipo y no rearmado automático ante su rearme**, bien porque el equipo disponga de su entrada específica para esta función, bien porque a través de CCM se corte su alimentación. Esta actuación además se señalará al PLC de manera específica, es decir, la actuación de la seta de emergencia NO es defecto, es un estado independiente que se señala como tal (ver 4.4).*

#### 2.1.1 Potenciales variantes. EXCEPCIONES al funcionamiento general.

Este documento está basado en los criterios anteriormente indicados. No obstante, en ciertos casos QUE DEBEN SER EXPRESAMENTE APROBADOS POR EL CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, pueden admitirse variaciones, bien por necesidades funcionales, bien por homogeneidad con instalaciones existentes.

---

<sup>8</sup> No obstante hay que compatibilizar este diseño de enlace al PLC mediante comunicaciones, con el requisito de ofrecer además un funcionamiento independiente del PLC si el selector está en “Manual”. Por tanto, puede ser necesario llevar ciertas señales de manera cableada, (por ejemplo, el propio estado del selector “Manual – 0 – Automático”), para que el CCM como tal, es decir, el conjunto de relés e interruptores electromecánicos, se “comunique adecuadamente” con el equipo.

En general estas variantes serán más o menos las siguientes, que están correlacionadas con los puntos anteriormente descritos. Hay que tener muy en cuenta que las variantes de funcionamiento implican cambios en el cableado de mando y por tanto **afectan a los esquemas eléctricos de los CCM** además de a la programación.

1. Cambio en el comportamiento de la marcha.

- a. Modificación del selector de campo “Manual – 0 – Automático” con adición de botones de “Marcha” y “Paro”. Es decir, los equipos en Manual no arrancan automáticamente, debe pulsarse además un botón adicional (botón de un simple pulso). Esto implica además que, tras la existencia de un defecto o un enclavamiento, el equipo NO rearrancará a diferencia de lo expuesto en el criterio general. Lógicamente esto mismo deberá adecuarse en la programación para replicar su comportamiento en Automático (dentro y fuera de la secuencia).

**NOTA sobre su aplicación y variante adicional:**

Esta configuración con adición de los botones de “Marcha” y “Paro” suele ser habitual en bombeos importantes o motores de gran potencia para separar claramente el arranque de equipos y prevenir por seguridad el re-arranque no supervisado tras recuperación de fallos.

En el caso específico de bombeos independientes, además se suele exigir variantes respecto a la colocación del propio selector “Manual – 0 – Automático”:

- Si desde el CCM hay visibilidad del bombeo, se suele exigir la integración del selector de campo en el propio CCM. A pie de máquina solo queda la seta de emergencia.
  - Si desde el CCM no hay visibilidad del bombeo. Se suele requerir mantener el selector en el propio CCM, (no a pie de equipo), pero los botones de “Marcha” y “Paro” **se duplican**, existiendo tanto en el CCM como a pie de máquina junto a la seta de emergencia. Lógicamente los botones a pie de equipo solo estarán activos si el selector está en “Manual”, en cualquier otra posición no tendrán ninguna función.
- b. Sin necesidad de añadir los botones de “Marcha” y “Paro”, puede decidirse que los defectos resueltos no supongan el re-arranque automático del motor. Es decir, que por seguridad los defectos se comporten análogamente a la emergencia, es decir, que para que el equipo re-arranque haya que pasar por 0. Igualmente este comportamiento ha de replicarse en programación (dentro y fuera de secuencia), lo que supone que el estado final tras fallo sea “Paro” y su señalización, la de defecto.
2. Si se ha optado por la adición anterior de “Marcha” y “Paro”, ya no debe ser necesario pasar por 0 para poder re-arrancar tras desenclavar la seta puesto que en cualquier caso es necesaria intervención humana adicional.
3. Puede ser necesario que el paso del equipo entre “Manual” y “Automático” sea sin inhibir la orden de marcha. Esto supone emplear selectores de campo con solape, cambiar el orden a “0 – Manual – Automático” y los cambios en el cableado del mando que correspondan.

Asimismo, y sobre todo aplicable a equipos con variación de velocidad, serán necesarias adaptaciones en la programación y configuración de los propios variadores, (además del PLC), para que se “copie” la última consigna vigente entre estados, (es decir, que no haya cambios bruscos en la referencia de velocidad debidos a la “persistencia” de fuentes o consignas distintas en el modo “Manual” respecto del “Automático”).

4. Puede ser posible, (o incluso exigido por el Canal de Isabel II Gestión), llevar todas y cada una de las señales individuales de defecto al PLC. <sup>(9)</sup>
5. En muy contadas ocasiones, y por tanto de manera **extremadamente excepcional**, y respondiendo en general a cableados insuficientes ya existentes en CCMs a modificar, se puede autorizar que el modo “Manual”, sea realmente *semiautomático*, porque algún tipo de proceso o señal tenga que pasar **siempre** por PLC.
6. Puede ser deseable, disponer de sistemas de mando de equipos con inversión de giro a través de botones que sí sean automantenidos<sup>10</sup>. Caso por caso se consultará a la dirección de obra como efectuar el mando.

Pueden existir 3 potenciales configuraciones en los botones de mando de los motores con inversión de giro:

1. La estándar, es decir botones no automantenidos.
2. Botones automantenidos (retenidos), es decir, que solo haya que pulsarlo una vez para iniciar la maniobra, quedándose el botón hundido. Volviéndolo a pulsar, se soltaría su retención y se pararía la maniobra.
3. Botones de un solo pulso (no automantenidos, pero retroalimentados) similares a los “Marcha / Paro” indicados en el punto 1.a. Es decir, se dispondrían botones de “Abrir”, “Cerrar” y “Paro”. Este último sería operativo para detener ambas maniobras.

El cambio de la tipología de los botones también tiene implicaciones en el comportamiento del equipo frente a los eventos de emergencia, defecto y enclavamientos:

1. El empleo de botones estándar, no automantenidos, (“tipo 1”) implica que:
  - El cableado “estándar” de la seta de emergencia requiere adicionalmente el paso por “0” en el selector de campo para su rearme por estandarización con el resto de equipos. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario dado que para el re arranque del equipo siempre es necesaria intervención humana adicional. Por tanto puede emplearse concomitantemente además la excepción 2.

---

<sup>9</sup> Esta variante suele ir asociada a equipos de grandes potencias. En estos casos, en la Subpantalla de control correspondiente de cada equipo se deberán mostrar independizados los defectos de los que se disponga (ver pantallas de subcontrol genéricas en el apartado 4.9).

<sup>10</sup> Por ejemplo en compuertas con grandes tiempos de apertura.

- Análogamente, la recuperación de defectos y enclavamientos nunca va a suponer rearranque automático del equipo a no ser que el operador esté a la vez presionando el botón de marcha correspondiente.
2. El empleo de botones automantenidos (“tipo 2”) implica que:
    - La seta de emergencia ha de cablearse de manera que su rearme requiera **SIEMPRE** un paso por 0 de selector “Manual – 0 – Automático” dado que se quedan pulsados. Por tanto, al desenclavar la seta, si no se cablea adecuadamente el mando, el equipo se podría poner directamente en marcha lo cual no es aceptable de ningún modo.
    - En general si no se establecen modificaciones adicionales al cableado de mando, la desaparición de defectos o enclavamientos supone la puesta en marcha automática del motor.
  3. Los botones de un pulso, (“tipo 3”) normalmente se disponen cableados como el caso de los botones adicionales de “Marcha – Paro”, (punto 1.a). Es decir, que las emergencias, los defectos y los enclavamientos paran definitivamente el motor hasta intervención humana adicional.
7. Puede ser posible que aparezcan otras configuraciones para las resistencias de caldeo. Una, hasta el momento muy frecuente en las instalaciones existentes, es que la resistencia de caldeo solo depende de la marcha o paro del equipo; no suele ser posible desactivar las resistencias de caldeo a voluntad.
  8. En ciertos casos **muy excepcionales**, se pueden permitir enclavamientos NO cableados que simplemente actúen cuando el equipo está en “Automático” es decir controlado por PLC/SCADA. Esto implicaría que en mando “Manual” no existirían.

En general esto solo se autorizará en casos de readaptación de sistemas antiguos, dado que la merma de seguridad de operación del equipo puede ser extremadamente importante.

No obstante la potencial EXCEPCIÓN autorizable que sí podría ser más común, es la aparición de enclavamientos adicionales en el mando “Automático” que no estén en el mando “Manual” porque sean per se difíciles de cablear y sean “menos críticos” para el equipo, por ejemplo:

- Enclavamientos por señales analógicas<sup>11</sup> que requiriesen de un conversor analógico digital específico.

**NOTA IMPORTANTE:** Si dicho enclavamiento fuese importante para la seguridad de la instalación o del equipo, por ejemplo la boya de mínimo que impide el funcionamiento en vacío de una bomba, **NUNCA** se aceptará esta excepción, debiéndose disponer del adecuado equipo que fuera necesario para permitir el enclavamiento cableado directamente al CCM.

---

<sup>11</sup> Por ejemplo valores máximos de nivel no obtenidos por boyas sino por nivel ultrasónico o temperaturas detectadas por sonda *analógica*.

- Enclavamientos por condiciones complejas difícilmente cabeables, por ejemplo que no puedan arrancar más de  $n$  equipos cuando en alguna cierta instalación relacionada se supere una determinada combinación de caudal y nivel. Estas condiciones normalmente aparecen de manera intrínseca en el funcionamiento por secuencia (y por tanto no son enclavamientos por sí mismos), pero en ciertos casos se puede decidir implementarlas como seguridad adicional al funcionamiento “Automático” *manual*, es decir, fuera de secuencia.
9. En ciertos casos, se puede admitir cableado de protecciones con la lógica inversa a la especificada (circuito cerrado con protección activa, circuito abierto con protección no activa. Generalmente esto se produce porque el elemento de “medición” no soporta la lógica opuesta.
10. En ciertos casos el Canal de Isabel II Gestión exige siempre contactor previamente la electrónica de potencia en cualquier caso. En este caso siempre habrá que garantizar que:
- La orden de marcha desde equipo parado conecta el contactor que energiza el equipo y da orden de marcha a la electrónica. Hay que tener en cuenta el mayor tiempo que puede transcurrir en el retorno de la confirmación de orden de marcha pues dicha electrónica debe inicializarse.
  - El paro del motor debe retirar la orden de marcha la electrónica de potencia y, claramente decalado en tiempo, desconectar el contactor. Es decir, antes de abrir el circuito se tiene que dejar tiempo al variador o arrancador a efectuar su correspondiente rampa de parada. No es admisible en ningún caso un paro sin rampa del motor por desenergización brusca del equipo<sup>12</sup>.

No obstante, y dado que las variantes pueden ser infinitas, deberán ser analizadas con delicadeza en cada caso.

Se intentará en general acoplarse a la filosofía general del presente documento salvo que esté razonado y autorizado proceder en contra.

## 2.2 Funcionamiento fuera de secuencia

En este modo de funcionamiento el operador podrá poner en marcha o paro cualquier equipo de la instalación desde la pantalla local o SCADA, permaneciendo en el estado elegido hasta que se actúe para su parada, o ante la actuación de las protecciones de las que disponga.

Análogamente al comportamiento del modo “Manual” desde selector de campo, se debe programar este tipo de funcionamiento para que, en caso de recuperación de defectos/enclavamientos, el motor arranque inmediatamente, (es decir, que se mantiene el deslizador en la posición de “Marcha” en la pantalla/PLC/SCADA).

---

<sup>12</sup> No obstante hay que tener en cuenta que la actuación de la Seta de Emergencia sí debe generar parada instantánea del equipo, bien por orden diferenciada al variador o arrancador para parada SIN rampa, bien por apertura inmediata del contactor.

Lógicamente esto último no aplica a las EXCEPCIONES aprobadas en que se pueda decidir que se pasa a “Paro”, es decir, que el equipo no re arranque nunca solo (fundamentalmente se dará en bombeos o equipos de gran potencia o peligrosos).

Se recuerda que ante emergencia siempre se pondrá el equipo en “Paro”.

## 2.3 Funcionamiento en secuencia

### 2.3.1 Introducción de parámetros

El operario podrá modificar las variables del proceso desde pantallas o PC que se habilitarán a tal efecto. Todos los campos quedarán protegidos frente a la introducción de valores por error mediante sus correspondientes límites y códigos de acceso.

Desde las pantallas de proceso se accederá a las pantallas de introducción de parámetros (consignas) mediante un botón que se colocará a tal efecto en la parte superior derecha de cada pantalla.



Ilustración 2- Ejemplo botón consignas

En estas pantallas de consignas se mostrará igualmente una tabla en la que aparecerán listados los equipos que dispongan de resistencia de caldeo y en la que se podrá seleccionar la activación o no de esta funcionalidad.

### 2.3.2 Accionamiento equipos individuales

En las correspondientes subpantallas de control se podrán arrancar o parar motores mediante selectores que indicarán el estado del equipo.

Será preciso poder visualizar el estado de cualquier motor a la vez que se pulsan estos botones. Por programación se protegerán los equipos para que no arranquen si ello implica un riesgo, mostrándole al operador el riesgo asociado a su puesta en marcha. Para ello se mostrará una ventana de aviso como se comenta a continuación.

En el caso de doble sentido de giro, la marcha directa o inversa se realizará mediante dos pulsadores.

### 2.3.3 Ventanas de avisos

Cuando se proceda al cambio de estado de una máquina que esté incluida en un conjunto de elementos y para ello sea necesario manipular cualquier elemento manualmente, como puede ser una válvula, se avisará mediante una venta de aviso de la acción a comprobar. Una vez reconocido el aviso por el operario el sistema continuará con la orden inicial. Si se cancela, se abortará la maniobra.



Ilustración 3- Ventana de avisos

### 2.3.4 Ventanas informativas de valores

Para todos los pozos, arquetas, depósitos, etc., donde exista un grupo de bombeo controlado por nivel analógico se presentarán en una ventana emergente los valores propios de la instalación. Mediante esta pantalla no se podrán modificar valores y será independiente de la pantalla de “consignas”. Todos los valores harán referencia a cotas relativas, tomando como “cero” la solera del pozo o depósito.

Descripción de los datos representados:

Salida analógica Medidor de nivel: Alarma superior, Prealarma superior, Prealarma inferior, Alarma inferior. Serán los valores definidos en la subventana de Instrumento correspondiente al medidor de nivel. Además, se mostrarán la altura máxima (asociación a 20 mA) y mínima (asociación a 4 mA) que determinarán el rango de medida del instrumento.

h alivio: cota en que se sitúa vertedero.

h guarda: cota de la guarda definida para la protección de las bombas.

h máx.: valor máximo del rango disponible para la selección de la consigna. Será menor que la cota de alivio.

h mín.: valor mínimo del rango disponible para la selección de la consigna. Será mayor que la cota de guarda.

Consigna: valor seleccionado para el control del nivel en el pozo.

Indicador de nivel: presentará la medida real registrada en el pozo o depósito en cm o en cm y porcentaje.

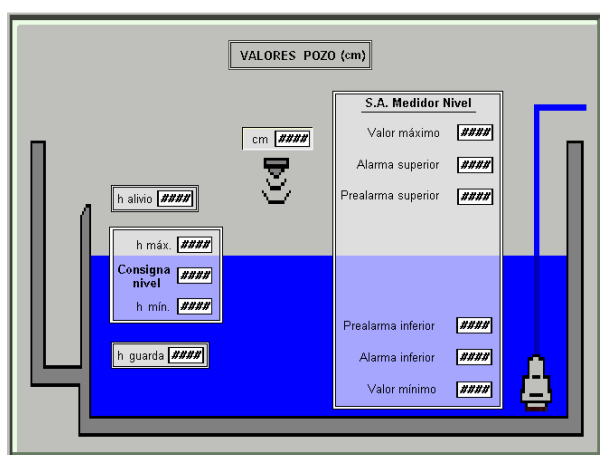


Ilustración 4- Subpantalla pozo elevación

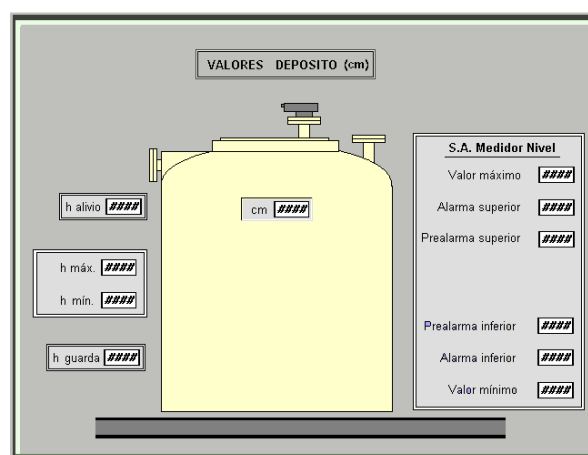


Ilustración 5- Subpantalla depósito reactivo

### 2.3.5 Comportamiento de consignas de tiempo nulo en secuencias

Como criterio general, siempre que en la duración de la fase de una secuencia se introduzca un valor 0, dicha fase se saltará completa.

Es decir, y como ejemplo típico aclaratorio: fase de lavado aire-agua en un filtro de carbón activo, que generalmente se salta es decir, se le asigna tiempo 0. No es admisible que en esta situación se comience la operación de lavado (operación de las válvulas que fueren) y nada más arrancar los equipos correspondientes (soplantes y bombas de lavado), se parendado que su tiempo se ha puesto en 0.

### 2.3.6 Temporización de fases en secuencias

Asimismo como criterio general los temporizadores que marcan la duración de las fases de una secuencia se iniciarán siempre cuando se han finalizado todas las labores de posicionamiento inicial de la misma. Es decir siempre se tratará de “tiempo efectivo” de la secuencia, no contándose como parte de dicha fase los periodos iniciales de ajuste que pudiera haber con cierre, apertura o posicionamiento de válvulas, aceleración de equipos, etc.

## 2.4 Accionamiento de secuencias globales

### 2.4.1 Generalidades y representación en el Supervisor

Algunas secuencias de funcionamiento que engloban a varios motores exigen la existencia de botones de activación de secuencia globales. Estos botones se situarán en la pantalla de proceso correspondiente y nunca tendrán prioridad sobre los deslizadores de activación de las secuencias individuales (ver el apartado 4.8.2). Es decir, un equipo que individualmente está fuera de secuencia **nunca arrancará** aunque se activase alguna secuencia global que lo incluya dado que a todos los efectos el equipo está fuera del control del PLC/SCADA.

La entrada en funcionamiento de la secuencia global se marcará con su correspondiente botón pulsado en verde. Esta señalización se mostrará en cuanto la secuencia comience, no esperándose a alcanzar su régimen estable. Es decir, y como ejemplo, si una secuencia primero arranca una serie de equipos, acelera otros, abre y cierra válvulas hasta que se alcanza una determinada configuración y entonces se dedica a maniobrar fundamentalmente la consigna de velocidad de unas bombas, no se espera hasta llegar a este estado final para señalar el estado de secuencia. Incluso desde que se comienza el arranque se considera que el sistema está en secuencia.



Ilustración 6- Botón de secuencia global

**Aclaración:** Hay que tener en cuenta que no existe una diferenciación estrictamente definida entre secuencia individual (local) y global, sino que realmente las secuencias locales pueden de hecho referirse a secuencias globales sencillas (es decir, involucrando a varios equipos):

- **Secuencia global implícita sin botón específico (solo deslizadores de secuencia local por equipo).** Podría ser el típico bombeo de agua de un pozo con varias bombas por control de nivel. En este caso en general no existirá, por no ser necesario, un botón para activación de la secuencia global. Dentro de la secuencia individual de cada bomba, lo que está programado realmente es “sumarse” a la secuencia global



*implícita global que siempre está activa. Lógicamente, si no existe ningún equipo colocado en “Secuencia”, esta secuencia global implícita no tiene ningún tipo de actuación o expresión externa.*

*Siguiendo con el ejemplo: la secuencia global sobre todas las bombas que siempre está activa arranca y para y que las diferentes bombas en función de que:*

- *Sea necesario por el número de equipos que “demande” el nivel alcanzado (bien señalizado por boyas, bien por control del medidor de nivel).*
- *Dichos equipos estén “disponibles” para el automatismo, es decir, su selector de campo esté en “Automático” y su posición en pantalla/PLC/SCADA esté en “Secuencia”.*

*En general, se puede decir que, en el caso varias líneas de equipos en paralelo con funcionamiento sencillo, aunque su secuencia estrictamente sea global, se puede considerar como secuencias locales de cada equipo.*

- **Secuencia global explícita con botón específico.** Como ejemplos: un bombeo más complejo que requiera además operar válvulas; el funcionamiento de una centrífuga que requiere coordinar además la bomba de alimentación de fangos, la bomba de fangos deshidratados, la dosificación de floculante, etc. En este caso puede ser necesario un botón explícito de entrada en secuencia porque no es fácil programar una secuencia implícita que vaya “incorporando equipos” según se pasen individualmente a “Secuencia” desde su correspondiente selector en pantalla. Por tanto será necesario programar una o varias “secuencia globales” claramente visibles.

*A todos los efectos, las secuencias globales implícitas son equivalentes a secuencias individuales. Siempre que a lo largo del documento se efectúe una referencia a “Secuencia global”, se estará haciendo referencia a las secuencias globales explícitas que son lanzadas a través de un botón específico.*

En general, los equipos que participan en secuencias globales carecerán de secuencia individual per se. La secuencia individual que suelen tener programada, y que se activa al colocar el equipo en “Secuencia”, es simplemente de “enlace”, es decir, consiste en “mantener el estado de funcionamiento inmediatamente anterior a entrar en secuencia, (marcha o paro; referencia de velocidad, posición, consigna etc.), quedando a la espera de que se active expresamente la secuencia global en que está incluido”. <sup>(13)</sup>

---

<sup>13</sup> Esto permite implementar el tránsito sin parada entre el funcionamiento manual (pero a través de PLC) y el funcionamiento en secuencia, tanto para equipos pertenecientes a secuencias globales como para equipos solo dotados de secuencia individual. (Más información a este respecto en el apartado 4.8.2 relativo al deslizador de selección “Marcha – Paro – Secuencia”).

La situación de que un equipo involucrado en una secuencia global tenga además una secuencia individual **real** se prevé muy esporádica y deberá contar con un estudio particular garantizar para la adecuada integración y coordinación entre ambas.

Tanto para este último caso esporádico, como para el más común de secuencia individual de “enlace”, la secuencia global siempre tiene prioridad sobre la secuencia individual, pero, como se ha indicado, **JAMÁS** tiene prioridad sobre el selector en pantalla de “Marcha – Paro – Secuencia”.

*(Las notas a pie continúan en la siguiente página)*

De la misma forma que se señalizará el estado de activación de las secuencias globales como se ha descrito anteriormente, se mostrará en pantalla todos aquellos equipos que se encuentren implicados en una secuencia global, estén o no activos en ese momento. Para su representación se empleará el siguiente icono (candado amarillo):

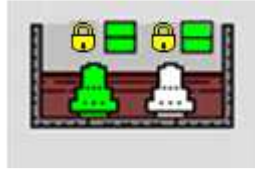


Ilustración 7- Equipos implicados en secuencia global

Esto tiene como objeto informar al operario que retirar dichos equipos de secuencia puede tener múltiples efectos colaterales.

La activación de secuencias globales tendrá en cuenta la disponibilidad de las máquinas implicadas. Si la secuencia no es posible porque no exista disponibilidad de máquinas implicadas, por estar fuera de secuencia, sin capacidad de marcha o porque no se cumplan las condiciones requeridas (por ejemplo nivel en algún depósito), se señalizará con un candado rojo como se muestra en la figura.



Ilustración 8- Imposibilidad de secuencia global

Ante la presencia de condiciones que impidan la ejecución de secuencias globales ha de decidirse caso por caso el comportamiento pudiendo existir en general dos criterios:

- El bloqueo de la secuencia (aparición del candado rojo) impide y detiene la secuencia (el botón de la secuencia se despulsa). Se correspondería con la Ilustración 8. Este sería normalmente el comportamiento a implementar en el caso de equipos críticos.
- La aparición de alguna de las condiciones de bloqueo bien deja la secuencia en espera o modifica su comportamiento. Es más, la modificación de la secuencia puede depender de cuál de las condiciones de bloqueo se ha activado. En este caso lo normal sería proceder de la siguiente forma:
  - La secuencia se queda activada (es decir el botón presionado y en verde).
  - La secuencia modifica su comportamiento como correspondiere (incluso llegando a parar y quedando en espera si así fuera necesario).
  - Se deben introducir tantas indicaciones adicionales como corresponda señalizadas con sus correspondientes candados rojos de forma que el operador sepa que bloqueo está existiendo sobre la secuencia.



Ilustración 9- Secuencia en espera o modificada por condiciones adicionales.

#### 2.4.2 Interacción de la secuencia global con fallos y con marcha manual de equipos

La secuencia global debe ser robusta y responder adecuadamente, (arrancando equipos o líneas en reserva, o incluso parándose completamente si no hay otra alternativa), en los siguientes casos:

- Paro de máquinas por defecto, enclavamiento o emergencia.
- Paro de máquinas por actuación de un operador en su selector de campo “Manual – 0 – Automático”.
- Paro de máquinas por su selector en pantalla/PLC/SCADA “Marcha – Paro – Secuencia”.
- Pérdida de las señales de medida que se utilicen para monitorizar el proceso.

Si finalmente se produce la detención completa del proceso, según su complejidad y/o peligrosidad, así como según la posibilidad real de arranque automatizado del mismo, (ver más adelante), en cada caso habrá que decidir si la secuencia global se queda no obstante activa<sup>14</sup>, a la espera de que se recuperen las condiciones operativas, o bien se desconecta<sup>15</sup>, siendo necesaria su reactivación por un operador.

También hay que tener en cuenta que, además del paro de equipos, también se puede dar el caso de que haya mezcla de equipos en “Secuencia” con equipos en marcha *manual*, (bien a través de selector en campo, bien a través de pantalla/PLC/SCADA). Para cubrir este caso la programación de la secuencia global se hará de la forma más conservadora posible. Esto puede suponer incluso detenerla<sup>16</sup> o no permitirle en esta situación. Es decir, hay que

<sup>14</sup> Es decir, el funcionamiento absolutamente degradado con paro del sistema es, no obstante, otro de los “apartados” o “estados” de funcionamiento que haya programado dentro de la lógica de la secuencia. Se equipara esta situación a cualquier otro estado de funcionamiento “normal” de la secuencia. Desde el punto de vista de programación no existiría ningún tipo diferencia entre este estado y cualquier otro de la secuencia.

<sup>15</sup> Es decir, se quita la selección de su correspondiente botón.

<sup>16</sup> “Detener la secuencia” puede tener diferentes implicaciones según los casos y necesidades. En orden de incremento de su “dureza y contundencia”, se indican informativamente los siguientes grados:

1) Parar la lógica de la secuencia despulsando el correspondiente botón (Ilustración 6), y marcando la secuencia como enclavada (Ilustración 8), pero manteniendo los equipos en su último estado de marcha.

En este caso los equipos individuales pueden:

a) Bien mantenerse en “Secuencia”. En este caso para eliminar la imposibilidad de secuencia, al operario le bastará eliminar la marcha manual de los equipos que fuere. Una vez hecho esto, la secuencia podría volver a lanzarse con su correspondiente botón.

b) Bien pasarse a “Marcha” o “Paro” según corresponda. En este caso para volver a habilitar la secuencia, no solo se tendrá que corregir los equipos que se hubieran pasado a marcha manual, sino la totalidad de los involucrados en la secuencia global.

En este caso el PLC actuaría automáticamente sobre su correspondiente deslizador, (ver apartado 4.8.2).

(Las notas a pie continúan en la siguiente página)

analizar el potencial comportamiento de la secuencia programada en el PLC si se encontrase “peleándose” contra un operador humano. Se insiste que, ante la más mínima duda del comportamiento de una secuencia global en estas circunstancias, se adoptará la solución conservadora de detenerla y no permitirla hasta que dejen de existir equipos en marcha en régimen *manual*.

#### 2.4.3 Integración del proceso de arranque en la secuencia global

En general, la secuencia global normalmente incorporará el proceso de arranque desde sistema parado, dado que, según como se opere el selector de pantalla, el paso a “Secuencia” ha podido efectuarse tanto desde “Paro” como desde “Marcha”.

No obstante, por complejidad y/o peligrosidad en la automatización de las maniobras de arranque, puede que se requiera siempre efectuar estas por un operador, (es decir, en manual en equipo por equipo y siguiendo el proceso que fuere necesario), para lanzar con posterioridad la secuencia global.

En este caso la secuencia global no incluirá su proceso de arranque sino tan solo su mantenimiento. La secuencia permanecerá “enclavada”, (Ilustración 8), y no se podrá activar, en tanto en cuanto no se cumplan las condiciones de marcha y/o estado de equipos y medidores que fueren necesarias.

Además, es más que probable que sea necesario, no solo que dichos equipos estén en marcha, sino que además *todos ellos* se hayan posicionado previamente en “Secuencia” local para evitar potenciales conflictos con operadores humanos<sup>17</sup>.

## 2.5 Rotación de equipos

En el caso de existencia de varios equipos en paralelo, (o incluso varias líneas de equipos en paralelo), entre los cuales pueda plantearse rotación de equipos para compensar tiempo de funcionamiento entre ellos, se programará como parte de su secuencia el siguiente criterio de rotación. Los parámetros que lo definen (tiempos y categorización de equipos) se incluirán en la pantalla de consignas correspondiente al proceso que se tratare.

#### 2.5.1 Clasificación de los equipos y parámetros de la rotación.

Los equipos en secuencia se distribuirán en los tres grupos siguientes:

- 
- 2) Además del paro de la lógica de la secuencia, proceder a parar realmente los equipos, (o parte de los mismos), englobados en ella. De nuevo existiría la alternativa de mantener o no individualmente los equipos en “Secuencia”.

En general bastará con adoptar la solución 1), (con o sin salida de las “Secuencias” locales), dado que la parada completa del sistema puede presentar implicaciones colaterales mayores.

<sup>17</sup> Es decir, la imposibilidad de programar una secuencia automatizada de arranque en un proceso suele ser un claro indicador de la complejidad en la gestión del mismo y, por tanto, ser un síntoma claro de que va a ser imposible programar una adecuada gestión segura del potencial conflicto del funcionamiento de la secuencia con la intervención de un operador humano (ver apartado 0).

1. Equipos primarios. Serán aquéllos que entrarán en funcionamiento con prioridad sobre los demás, siempre y cuando no estén enclavados por no haber transcurrido el tiempo mínimo entre arranques.
2. Equipos secundarios o “reservas activas”. Serán aquéllos que ante demandas de funcionamiento, solamente pasarán a funcionar si no existen disponibles equipos primarios, siempre y cuando no estén enclavados por no haber transcurrido el tiempo mínimo entre arranques.
3. Equipos enclavados por arranques a la hora. Serán aquéllos equipos primarios o secundarios que se encuentran esperando a que transcurra su tiempo mínimo entre arranques. Con este grupo se evitará que los equipos superen un número de arranques a la hora.

Consignas involucradas en la secuencia de funcionamiento:

- Contador de tiempo. Se utilizará el contador parcial ya existente para control de motores; no es necesario introducir ninguna nueva consigna o contador específico a este efecto. Ver apartado 4.9.
- Tiempo mínimo entre arranques. Consigna igual para todos los equipos de una misma secuencia, que servirá para quitar prioridad de arranque a aquellos equipos que no lleven sin funcionar este tiempo. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso. (Implica lógicamente la programación de contadores internos de tiempo desde último paro para todos y cada uno de los motores).
- Tiempo máximo de funcionamiento continuo de un equipo. Consigna igual para todos los equipos de una misma secuencia, que servirá para detener un equipo siempre y cuando haya equipos primarios que puedan entrar a sustituirle. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso. (Implica lógicamente la programación de contadores que registren el tiempo de marcha desde último arranque para todos y cada uno de los motores).
- Tiempo por rotación forzada. Consigna descriptiva de una secuencia, que servirá para forzar un arranque de todos los equipos primarios y secundarios que no estén enclavados por tiempo mínimo entre arranques. El objeto de éste es no dejar equipos estáticos demasiado tiempo. Se mostrará en la pantalla de consignas del proceso. (Implica lógicamente la programación de un contador global por grupo de motores que registre el tiempo acumulado de funcionamiento desde la última rotación forzada, sea cual sea el motor activo).

## 2.5.2 Funcionamiento

### 2.5.2.1 Prioridades en las rotaciones de máquinas

La priorización de los equipos a entrar en funcionamiento será, primero los equipos primarios no enclavados por tiempo mínimo entre arranques. En caso de no haber más equipos disponibles de los necesarios, se pasará a comprobar disponibilidad de equipos del grupo de los secundarios no enclavados por tiempo entre arranques.

Las entradas/salidas de estos equipos se realizarán comprobando su contador de tiempo parcial de funcionamiento. Arrancarán aquellos equipos cuyo contador parcial sea menor y pararán aquéllos cuyo contador parcial sea mayor.

Si se llegase al caso de que se agotarán los equipos primarios y secundarios disponibles, y fuera necesario otro equipo, se arrancaría aquél al que le quedará menos tiempo para alcanzar su tiempo mínimo entre arranques.

Existirá en la pantalla de consignas de cada proceso una tabla con todos los equipos implicados en la misma sobre la que se podrá asignar a cada equipo su carácter de primario o secundario.

#### 2.5.2.2 *Desactivación de un equipo por tiempo máximo de funcionamiento*

Si un equipo alcanzase su tiempo máximo de funcionamiento continuo, el sistema tratará de pararlo siempre y cuando previamente haya disponible un equipo primario. Se valorará en la fase de obra si previo al paro del equipo se arrancará el sustituto o se detendrá el equipo activo previamente al arranque del otro.

#### 2.5.2.3 *Rotación de equipos para evitar su deterioro por ausencia de funcionamiento*

Transcurrido el tiempo de rotación forzada se rotarán los equipos disponibles sin importar su carácter de primarios y secundarios. Los arranques y paradas se harán cuando así lo demande el proceso. Si llegado a este tiempo ya existiesen equipos funcionando, se tratarán como si ya hubiesen cumplido esta premisa, aplicándose al resto un orden arranque ascendente según su TAG.

## 2.6 Instrumentación

El operario de nivel Alto (ver el apartado 9) podrá modificar y visualizar desde el sistema de supervisión, sin necesidad de entrar en la configuración del sistema, los siguientes valores<sup>18</sup>:

Rangos de las señales analógicas en unidades de ingeniería.  
Peso de los pulsos de totalización en el caso de los caudales.  
Límites de alarma y prealarma.

Se protegerá el sistema para que no se produzcan errores debidos a la introducción de valores erróneos por parte de los operarios. Ejemplo, alturas y temperaturas negativas, alturas de consignas mayores que valores máximos...

Se representarán indicadores compuestos por el valor instantáneo y las unidades de ingeniería sobre las distintas pantallas.

Las unidades de medida serán:

Caudales: m<sup>3</sup>/h, m<sup>3</sup>/s, l/s o l/min  
Caudales másicos: kg/h, kg/s o kg/min  
Niveles: cm o %  
Temperatura: °C  
Turbidez: NTU  
Oxígeno: mg/l o ppm  
Redox: mV  
Reactivos: mg/l o ppm  
Velocidad de equipos: Hz, o bien, rpm equivalentes

---

<sup>18</sup> Sobre todo las dos primeras, son extremadamente importantes para poder adaptar fácilmente el sistema ante cambios de equipos en campo sin que se afecte la programación global de la planta.

Potencias: kW  
Intensidades: A  
Tensión: V

### 3 TRATAMIENTO DE SEÑALES. ESTANDARIZACIÓN

#### 3.1 Introducción

Este apartado tiene por objeto establecer una estructura básica “**a alto nivel de abstracción**”, sobre las señales existentes en planta, así como su organización, en aras de simplificar principalmente la generación de informes (apartado 8), aunque también se pueda aplicar a otros campos como por ejemplo las propias pantallas de control. Con la aplicación estas bases se garantiza un tratamiento estándar a las distintas señales de la instalación, liberando de tener que programar numerosos casos especiales según se requieran informes de una u otra, o según las diversas tipologías de magnitudes físicas representadas.

Para ello, asociados a cada variable, consigna o señal, se definen a continuación una serie de parámetros, variables asociadas auxiliares o campos que regulan su comportamiento. A lo largo de este documento se denominará a estos parámetros auxiliares como “**metadatos**”, pero sin pretender ninguna significación relativa de base de datos, ni contradecir a cualquier otra denominación que aspectos similares puedan tener en los sistemas comerciales que se empleen.

Por ejemplo, uno de los metadatos definidos es **UNIDAD** y contiene el texto de las unidades de esa señal. Ello permite que cualquier pantalla o informe sea único. Bastaría leer este campo o metadato y escribirlo en el correspondiente informe o pantalla, en vez de tener una colección de los mismos casi iguales salvo por textos como “m”, “A” o “kW”. Es decir, se desliga la programación de informes o pantallas del contenido particular mostrado por cada uno.

Los metadatos que se describen a continuación serán en general adicionales a los que de por sí se suelen tener en programación como el propio “Tag” (el nombre interno de la variable), “Descripción” (el nombre largo explicativo de la variable), o cualquier otro.

La codificación, programación y alcance concretos de estos metadatos dependerá de la plataforma empleada en cada implementación. Así pues pueden existir plataformas que presenten de por sí metadatos similares a los aquí indicados (independientemente de la denominación que presentaren según cada fabricante), otros sistemas permitirán su codificación como metadatos adicionales a los que ellos incluyan por defecto, y en otros sistemas más básicos tendrán que codificarse mediante tablas de variables adicionales o mediante cualquier otro método auxiliar.

Además hay que tener en cuenta que, en el conjunto del sistema de automatización, cada metadato en concreto no es necesario a lo largo de todos sus componentes de hardware, sino solo allí donde “su significado” tenga aplicación. Es decir y aún anticipando contenidos:

- **Programa de PLCs** (secuencias de funcionamiento, tratamiento de señales de campo). Para las necesidades puras de este parte, la gran mayoría de los metadatos descritos carecen de sentido. Tan solo los metadatos directamente asociados con el tratamiento de señales (**4 mA**, **20 mA**, **TAMAÑO PULSO** y **FILTRADO**) son de aplicación en este ámbito.

- **Pantallas y/o SCADA<sup>19</sup> (es decir, sistemas de interfaz humana o HMI).** En este caso, en general, solo los metadatos asociados a la visualización directa de datos tienen sentido (**UNIDAD** y **Nº DECIMALES**), pero no los asociados al tratamiento de señales puesto que en los sistemas HMI no se realiza dicho tratamiento.
- **Sistema de generación de informes y/o gráficas.** En este caso, además de los aplicables a Pantallas y SCADA cobran sentido el resto de metadatos empleados.

Al final del apartado en el punto 3.5, se incluye una tabla resumen para facilitar la consulta.

Siguiendo con el criterio ya indicado de que lo indicado en este apartado es un análisis “a alto nivel de abstracción”, los programadores podrán igualmente replicar la programación de los metadatos en todos los componentes de hardware existentes en la planta o bien solo en donde sean estrictamente necesarios siempre que se garantice su comunicación al ámbito concreto en que sí sea necesario<sup>20</sup>.

### 3.2 Tipos de señales/variables existentes en planta. Metadato **TIPO**

Como base a todo lo que sigue a continuación, se categorizan a continuación los tipos de señales que pueden presentarse en planta.

El tipo de señal es el dato fundamental para su tratamiento dado que las clasifica totalmente. En lo que sigue se supone que las señales dispondrán de su correspondiente metadato **TIPO**, asignando a cada una un valor índice convencional y arbitrario.

En función del **TIPO** de cada variable, se deben tomar acciones diferentes pues se trata de por sí de variables de diferente naturaleza.

#### 3.2.1 Digitales de estado (OFF/ON). **TIPO 1**

La inmensa mayoría de las señales digitales se encuadran en este tipo. Las señales de marcha/paro, defecto, boyas, finales de carrera, etc., se tratan de señales OFF/ON, (o 0/1, o falso/verdadero), en que el valor ON (1 o verdadero) indica que algo está ocurriendo. Se trata por tanto de variables “booleanas” según la terminología usualmente empleada en programación.

Este tipo de señales carecen de unidades de medida y sobre ellas tiene sentido efectuar los siguientes cálculos:

- Tiempo activada (tiempo de marcha de un equipo, tiempo de defecto, tiempo que una válvula está cerrada, tiempo sin agua en un depósito según señalice

---

<sup>19</sup> Entendiendo SCADA en su versión restringida, es decir, “software de visualización” sin ningún tipo de capacidad de proceso adicional.

<sup>20</sup> Es decir, aunque el SCADA de por sí no requiera del metadato **FILTRADO**, dado que solo es necesario para el primer proceso de la señal recibida en el PLC, dicho metadato se va a introducir a través del SCADA con su correspondiente pantalla (ver apartados 4.9.5 y 4.9.6). E igualmente si se introdujera desde una de las pantallas locales sus valores también acabarían reflejados en el SCADA.



su boya de mínimo, etc). Sería simplemente la evaluación del tiempo que la señal o variable ha estado en ON (1) dentro de un determinado periodo.

- N° de maniobras. Sería contar el número de veces que se ha cambiado desde OFF (0) a ON (1) dentro de un periodo determinado.

Como caso especial, que requiere un proceso adicional, cabe mencionar el uso de variables convencionales para informar de estados complejos. Por ejemplo, una variable con denominación (Tag) “Estado\_secuencia” que almacene un índice con la referencia del modo de funcionamiento que presente una determinada secuencia global. Supóngase que tenga los siguientes valores y significados:

- 0. Parada.
- 1. Actuando de una determinada forma, por ejemplo por presión.
- 2. Actuando de otra forma, por ejemplo por nivel.
- 3. Actuando de otra forma, por ejemplo en parada programada.

En este caso, para poder estandarizar y utilizar informes genéricos, deberán generarse “n” señales digitales asociadas tipo ON/OFF según el ejemplo siguiente, aunque en el programa principal del proceso se siga empleando tan solo la variable “Estado\_secuencia”:

- “Estado\_secuencia\_1”. ON (1) cuando “Estado\_secuencia” esté en 1. OFF (0) en el resto de los casos.
- “Estado\_secuencia\_2”. ON (1) cuando “Estado\_secuencia” esté en 2. OFF (0) en el resto de los casos.
- “Estado\_secuencia\_3”. ON (1) cuando “Estado\_secuencia” esté en 3. OFF (0) en el resto de los casos.

También es importante indicar que, para permitir la adecuada supervisión de estados significativos del sistema, además de las señales digitales que intrínsecamente pudieran existir por cada equipo o proceso, se deberán crear, al menos, las siguientes:

- **Funcionamiento en marcha y secuencia.** Es decir calculada con la operación lógica “Marcha en secuencia” = “Marcha” AND “En secuencia”, dentro de cada equipo.
- **Defecto genérico del equipo.** Será aplicable a equipos con defectos separados ya que los restantes ya se dispone de ella cableada, (ver EXCEPCIÓN 4 descrita en el apartado 2.1.1), es decir:  
“Defecto” = “Defecto 1” OR “Defecto 2” OR ... OR “Defecto n”
- **Equipo no disponible.** Es decir, “Equipo no disponible” = “Defecto” OR “Emergencia”.
- **Equipo enclavado.** Es decir, si está activada alguna de las diferentes protecciones (conjunto de señales también TIPO 1) que impiden que el motor pueda arrancar (ej. boya de mínimo) se generaría valor ON en esta señal. En general supondrá replicar, dentro del PLC, la “lógica cableada” de enclavamientos existente en el CCM.
- **Equipo en secuencia global.** Se codificará una variable digital que tomará valor ON cuando dicho equipo se encuentre en secuencia y a la vez esté implicado una secuencia global **expresamente activada** (es decir, con su correspondiente botón de activación, no mediante una potencial secuencia global simple implícita; ver apartado 2.3.5 para la distinción entre ambas).

- **Línea no disponible.** En caso de equipos en línea *sin posibilidad de bypass*<sup>21</sup> se codificará la no disponibilidad de toda la línea por causa de alguno de sus equipos individuales, es decir:  
“Línea no disponible” = “Equipo 1 no disponible” OR  
“Equipo 2 no disponible” OR ... OR “Equipo n no disponible”
- **Secuencia global no disponible.** Asociada a cada secuencia global, se codificará una señal cuando esta no pueda ser activada bien porque no están disponibles los equipos necesarios bien porque no se cumplen las condiciones intrínsecas necesarias. Se correspondería con la señalización específica indicada en la Ilustración 8 del apartado 2.3.5.

Esta lista de señales/variables extra puede ser ampliada según necesidades particulares de cada planta o proceso.

### 3.2.2 Totalizadores o Contadores. TIPO 2

Este tipo de variables siempre se corresponden con cálculos de algún PLC o autómatas, bien el principal, bien el intrínseco de cualquier equipo de medición. A su vez, estas señales pueden generarse, bien a partir de datos propios, bien a partir de pulsos (entradas digitales pulsadas)<sup>22</sup>.

Estas variables se caracterizan por:

- Presentan unidades. Para caracterizar el texto asociado a dichas unidades se empleará el metadato **UNIDAD**, donde se guardará, por ejemplo, “m<sup>3</sup>”.
- Lógicamente, la programación estará ajustada para que, en caso de “cuenta de pulsos”, esta esté efectivamente bien hecha. Es decir, si la variable se registra en m<sup>3</sup> pero cada pulso que se recibe son 50 l/s, se da por supuesto que la adecuada conversión se ha efectuado previamente. Para ello, si intrínsecamente no se dispone de dicho parámetro se adoptará el metadato **TAMAÑO PULSO**.
- Presentan un **Nº DECIMALES**. Con objeto de mostrar sus valores con un adecuado número de decimales, se guardará dicho parámetro en un campo auxiliar<sup>23</sup>.
- Los cálculos que tiene sentido efectuar sobre ellas en un determinado periodo de tiempo son:
  - Indicación del valor inicial y final.
  - Por simple diferencia, obtención de la variación que se ha producido.

<sup>21</sup> Por ejemplo, una bomba y sus válvulas de aspiración e impulsión, o bien una centrífuga y las bombas de alimentación de fangos a deshidratar, de impulsión de fango deshidratado y la dosificación de polielectrolito.

<sup>22</sup> Ejemplo típico: la totalización de volumen efectuada y señalizada por un caudalímetro mediante pulsos digitales generados cada cierta cantidad volumen trasegado, adicionalmente a la propia medida de caudal.

<sup>23</sup> Por ejemplo, para dos totalizadores de volumen en m<sup>3</sup> en los que uno mida grandes volúmenes y el otro pequeños, el primero tendría el valor 0 como número de decimales y el segundo, por ejemplo 2, para reflejar las cantidades de 10 en 10 litros, independientemente de que en ambos casos cada pulso de señalización pudiera tener el mismo valor.

### 3.2.3 Medidas no asociadas a flujos. *TIPO 3*

Este tipo es el directamente asociado a señales analógicas de campo, (o bien ya digitalizadas y retransmitidas por comunicaciones), por ejemplo nivel en un depósito, presiones, diferencias de potencial, pH, pesos, conductividades, etc.

Se excluyen de este tipo, (y se engloban en el siguiente), las señales de medidas correspondientes a flujos, es decir, medición de cualquier magnitud física por unidad de tiempo.

Estas variables se caracterizan por:

- Presentan unidades. Para caracterizar el texto asociado a dichas unidades se empleará el campo **UNIDAD**, donde se guardará por ejemplo “cm” en un nivel.
- Presentan igualmente **Nº DECIMALES**.
- Análogamente a los pulsos de las *TIPO 2*, hay que definir el rango de equivalencia de la señal 4-20 mA analógica. Para ello, si intrínsecamente no tuviera habilitados campos similares, se definirán dos metadatos adicionales **4 mA (LÍMITE MÍNIMO)** y **20 mA (LÍMITE MÁXIMO)**, en que se registrarán los valores de la señal en unidades de ingeniería asociados a los valores extremos de la señal analógica.
- Los cálculos que tiene sentido efectuar sobre ellas en un determinado periodo son:
  - Indicación del valor mínimo y máximo alcanzado dentro de dicho periodo.
  - Cálculo del valor medio en dicho periodo.

### 3.2.4 Medidas asociadas a flujos. *TIPO 4*

Como se ha indicado, son completamente similares a las *TIPO 3*, pero al tratarse de mediciones por unidad de tiempo, tiene sentido efectuar la totalización o integración temporal de las mismas además de todo lo indicado en el apartado 3.2.3. Es decir, a partir del dato de caudal de ofrecido y registrado desde un caudalímetro ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) tiene sentido proceder al cálculo del volumen ( $\text{m}^3$ ) trasegado, además de simplemente indicar sus valores medio, mínimo y máximo en un determinado periodo.

De hecho, muchas veces, asociada a una señal de flujo, el propio aparato de medición ya da una señal totalizadora *TIPO 2* <sup>(24)</sup>. Esto permite que la información sobre dicha magnitud totalizada se muestre bien por:

- Operación y análisis sobre los datos ofrecidos ya totalizados por el aparato de medida. Operación sobre la variable *TIPO 2*.
- Cálculo por deducción respecto de la magnitud de flujo igualmente ofrecida por el aparato de medida. Operación directa sobre la variable *TIPO 4*.

Con ello se puede tener una doble comprobación. No obstante, conviene indicar que suele ser común que, o bien el instrumento no dé la totalización directamente, o bien esta no se lleve al PLC. Pero no obstante **siempre** se podrá obtener la totalización derivada de la propia magnitud de flujo.

---

<sup>24</sup> Como ya se ha indicado antes, el ejemplo típico es un caudalímetro que informe tanto del caudal (señal de flujo) como del volumen trasegado (totalización).

Como referencia, entre las señales más comunes de flujo cabe indicar:

- Caudales.
- Caudales máxicos.
- Potencias. Su integración ofrece las energías consumidas en cada zona.
- Intensidades eléctricas. Su integración ofrece la carga eléctrica que, si bien en general carece de interés práctico, puede ser interesante para baterías, donde puede ser un índice del incremento o decremento en su nivel de carga; (en general en todas las baterías se ofrece su capacidad en Ah como una de sus características técnicas).
- Velocidades. Su integración ofrece la longitud de avance de lo que sea, que puede ser interesante en ciertos casos.
- Velocidades angulares (rpm por ejemplo). Su integración ofrece las vueltas dadas que puede ser interesante en ciertos casos.
- Frecuencias (Hz = ciclos/s). Su integración ofrece el nº de ciclos efectuados en un determinado periodo que puede ser interesante en ciertos casos.

Estas señales son las más complejas y las que requieren mayor cantidad de metadatos asociados para poder permitir un tratamiento homogéneo y estándar de las mismas, sea cual sea el fenómeno físico al que estén asociadas, así como las unidades que se empleen. Esto se debe a que:

1. Según magnitud física, o incluso tamaño de la medición dentro un mismo tipo de magnitud física, la unidad base temporal puede ser distinta. Por ejemplo en caudales es muy frecuente emplear  $\text{m}^3/\text{h}$ , pero también  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $\text{l}/\text{s}$ , o incluso  $\text{l}/\text{min}$  si se trata de medidas de reactivos.
2. Al totalizar, algunas veces se cambia la base temporal y otras no, por lo que la forma de integrar no es exactamente la misma. Por ejemplo, en caudales en  $\text{m}^3/\text{s}$  se suelen obtener volúmenes  $\text{m}^3$  pero, de kW o A, no se suelen requerir kJ o C, que sería lo equivalente “matemáticamente”, sino kWh o Ah.
3. Al totalizar, algunas veces conviene acumular en medidas mayores. Por ejemplo, una totalización de caudales  $\text{l}/\text{s}$  puede dar volúmenes tan grandes en l que se prefiera obtener directamente  $\text{m}^3$ .

Para tratar fundamentalmente estos problemas de manera que el proceso de las señales de flujo sea único independientemente de las unidades empleadas tanto en ellas como en su totalización, se detalla apartado 3.3.

### 3.2.5 Consignas, variables internas y salidas del autómata.

Los parámetros o variables que se empleen para almacenamiento de consignas, variables internas o señales de salida del autómata, son, en principio, completamente equiparables a las señales reales de medidas con un *TIPO* análogo según su naturaleza particular.

Por tanto para poder permitir su registro en gráficas o en informes, y salvo que el software o hardware empleado ofrezca métodos específicos con funcionalidad equivalente a la requerida en este documento, se codificarán como si fueran señales de campo con el *TIPO* adecuado.

Ejemplos:

- La decisión de arrancar una determinada consigna, o de realizar, o no, una determinada acción específica, es asimilable a estados OFF/ON (variable *TIPO* 1).

- La consigna del nivel a alcanzar en un depósito, los Hz en los que se tiene que posicionar un motor con variador, o el tanto por ciento de apertura deseado en una válvula, etc. son totalmente asimilables a variables *TIPO 3* o *4* según se correspondan o no con magnitudes de flujo.
- Como ya se ha indicado en el apartado 3.2.1, los estados complejos pueden ser recogidos en variables *TIPO 2*, (o también en *TIPO 3*) aunque puede que los cálculos y resultados deducidos sobre ellos carezcan de ningún tipo de sentido real.

Obviamente, el resultado de la consulta sobre estas variables (consigna de nivel a mantener en un depósito), reflejará el comportamiento *deseado* en el sistema, mientras que el resultado sobre las medidas efectivas, (el medidor de nivel de dicho depósito), indicará el comportamiento *real* obtenido.

### 3.3 Valor medio en medidas analógicas. Totalización unificada de variables de flujo

La generación de valores medios y/o totalización a partir del registro histórico de los valores de las variables de flujo se emplea principalmente para la generación de informes. Es decir, en el PLC, pantallas y SCADA puro, estas operaciones no se suelen realizarse puesto que normalmente en estos ámbitos solo se trabaja con los valores *instantáneos* de las diversas señales y variables del sistema. No obstante podría haber casos concretos en que las consideraciones que a continuación se indican pudieran ser aplicables también a estos ámbitos.

En lo que sigue se va a partir siempre del cálculo de la magnitud media de la variable, dado que este cálculo es independiente de las unidades en que se almacene y del potencial conflicto entre las unidades de tiempo.

Por tanto es labor básica que, bien como función intrínseca ya presente en el sistema, bien como función añadida, se incorpore un adecuado cálculo de media a partir del registro de valores en el tiempo que correspondiere. De hecho, esta función va a ser necesaria para los informes incluso en las señales *TIPO 3*, no correspondientes a flujos totalizables, dado que siempre se exige mostrar el valor medio.

**Aclaración:** Se recuerda a continuación como calcular adecuadamente el valor medio de una serie de datos.

Hay que tener cuidado porque la función utilizar es la **media ponderada** según el lapso de tiempo a que se refiere cada registro, es decir:

$$A_{med} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \cdot \Delta t_i)}{\Delta t}$$

Donde:

$A_{med}$	Valor medio de la magnitud <i>A</i> en el periodo $\Delta t$
$A_i$	Cada uno de los registros de la magnitud <i>A</i> (el correspondiente al periodo <i>i</i> ).
$\Delta t_i$	Duración asociada al periodo <i>i</i> .
<i>n</i>	Nº de periodos, y por tanto de registros de <i>A</i> existentes en el periodo global $\Delta t$ .
$\Delta t$	Periodo global en el que se quiere obtener la media. Por tanto:

$$\Delta t = \sum_{i=1}^n \Delta t_i$$

La **media simple** de los valores, es decir,

$$A_{\text{med}} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i)}{n},$$

solo se puede aplicar **en el caso de que todos los periodos de registro ( $\Delta t_i$ ) sean iguales entre sí.**

Se hace hincapié en esta última observación porque, si la plataforma de software y hardware empleada ofrece intrínsecamente el cálculo de la media de los valores, este solo se puede utilizar si se comprueba que:

- Se trata de media ponderada.

O bien

- Se trata de media simple pero el registro de valores se efectúa SIEMPRE en tiempos equidistantes.

O bien

- A pesar de no cumplirse las condiciones anteriores se comprueba que ambos cálculos dan el mismo resultado dado que para series largas de datos, los diferentes pesos temporales tenderán a compensarse entre sí. Esta última situación ha de corroborarse CASO POR CASO, dado que dependerá estadísticamente de que así se confirme en cada variable.

En cualquier caso se puede comprobar que, al aparecer el tiempo a la vez en el denominador y el numerador, el cálculo de la media es siempre independiente de las unidades empleadas en las diferentes magnitudes. Siempre presentará las unidades de ingeniería asociadas a la magnitud origen.

Una vez que se ha calculado correctamente la media, a partir de ella se puede proceder a totalizar de manera sencilla. En lo que sigue a continuación, se va emplear un ejemplo con caudales (variable Q) que se totaliza o integra en volumen (V) con objeto de clarificar el planteamiento, aunque lógicamente es extrapolable a cualquier otra magnitud física de flujo.

Siempre que se empleen unidades homogéneas (es decir, uso de las mismas unidades en todas las magnitudes involucradas), se cumple que:

$$V = Q_{\text{med}} \cdot \Delta t$$

Donde:

V	Volumen (magnitud totalizada).
$Q_{\text{med}}$	Caudal medio (valor medio de la unidad de flujo adecuadamente calculado tal como se acaba de indicar).
$\Delta t$	Valor del periodo de tiempo transcurrido durante el que se quiere totalizar Q para obtener V.

Por tanto, esta es la fórmula a emplear para obtener la totalización de las variables de flujo una vez que se corrija adecuadamente para contemplar la utilización de unidades no homogéneas en las diferentes magnitudes.

El primer paso a efectuar es la homogeneización de las unidades de tiempo empleadas entre  $Q$  y  $\Delta t$ , (el caso nº 1 de los indicados al final del apartado 3.2.4). Es decir, según cada variable de flujo considerada, esta vendrá dada con una determinada unidad temporal asociada que además no tiene por qué corresponderse con las unidades temporales que utilice el PLC/SCADA al evaluar  $\Delta t$ .

El valor de  $\Delta t$  se obtiene normalmente por simple diferencia del tiempo inicial y final que corresponda. Este tiempo, según como lo considere y haya almacenado el sistema, tendrá unas determinadas unidades. Denominaremos a esas unidades, **unidades de tiempo estándar**, dado que serán únicas para todo el sistema y dependientes solamente de la plataforma y programación utilizadas.

Para que la fórmula anterior sea válida en cualquier caso, basta simplemente con añadir un parámetro adicional:

$$V = \frac{Q_{med} \cdot \Delta t}{K_Q}$$

Donde:

$K_Q$ . Relación entre las unidades de tiempo empleadas en la variable  $Q$  respecto de las unidades de tiempo estándar.

#### **Ejemplos:**

- Si la unidad de tiempo estándar son ms y  $Q$  está en l/s,  $K_Q = 1.000$ .
- Si la unidad de tiempo estándar son min y  $Q$  está en l/s,  $K_Q = 1/60 = 0,01666667$ .
- Si la unidad de tiempo estándar son s y  $Q$  está en m<sup>3</sup>/h,  $K_Q = 3.600$ .
- Si la unidad de tiempo estándar son s y  $Q$  está en l/s,  $K_Q = 1$ .
- Si la unidad de tiempo estándar son s y  $Q$  está en l/min,  $K_Q = 60$ .

Esta constante  $K_Q$  es característica de cada magnitud de flujo. Por tanto, ha de codificarse como otro metadato o campo asociado a la misma además de los ya indicados en 3.2.4. No obstante esta magnitud es **invariable** una vez que se han escogido las unidades de ingeniería de  $Q$ , es decir, que el programador solo la ha de registrar una vez.

Tras haber efectuado esta corrección por  $K_Q$ ,  $V$  estará ya correctamente calculado, pero aparecerá expresado en las mismas unidades que tuviera  $Q$ . Es decir, y como ejemplos:

- Si “ $Q$ ” está en m<sup>3</sup>/s o en m<sup>3</sup>/h, entonces  $V$  estará en m<sup>3</sup> en ambos casos.
- Si “ $Q$ ” está en kW = kJ/s, entonces  $V$  estará en kJ.
- Si “ $Q$ ” está en A = C/s, entonces  $V$  estará en C.
- Si “ $Q$ ” está en rpm = vueltas/min, entonces  $V$  estará en vueltas completas.
- Si “ $Q$ ” está en Hz = ciclos/s entonces, entonces  $V$  estará en ciclos.

En caso de que, o bien se quiera integrar cambiando el orden de magnitud de  $V$ , (por ejemplo pasando de l a m<sup>3</sup>; caso nº 3 de los comentados en 3.2.4), o bien se quiera directamente cambiar completamente la unidad de medida, (por ejemplo empleando kWh en

vez de kJ; caso nº 2 de los comentados en 3.2.4), basta con añadir otra constante de conversión:

$$V = \frac{Q_{med} \cdot \Delta t}{K_Q \cdot K_{Q \rightarrow V}}$$

Donde:

$K_{Q \rightarrow V}$ . Relación entre las unidades finales deseadas en V respecto de las directamente asociadas a Q.

### Ejemplos:

- Si no es necesario efectuar ninguna transformación, por ejemplo Q está en l/s y se requiere V en l,  $K_{Q \rightarrow V} = 1$ .
- Si Q son l/s y se requiere V en m<sup>3</sup>,  $K_{Q \rightarrow V} = 1.000$ .
- Si Q son kW y se requiere V en kWh en vez de en kJ,  $K_{Q \rightarrow V} = 3.600$ .
- Si Q son A y se requiere V en Ah en vez de en C,  $K_{Q \rightarrow V} = 3.600$ .
- Si Q son rpm y se requiere V en grados sexagesimales en vez de en vueltas completas,  $K_{Q \rightarrow V} = 1/360 = 0,0027778$ .
- Si Q son Hz de un motor, V sería de manera natural el número total de ciclos que ha trabajado. Si se quisiera el nº de vueltas que ha dado, teniendo en cuenta el nº de polos del motor, se podría utilizar  $K_{Q \rightarrow V}$  para conseguir esta funcionalidad:
  - Motor de 3.000 rpm (2 polos).  $K_{Q \rightarrow V} = 1$ .
  - Motor de 1.500 rpm (4 polos).  $K_{Q \rightarrow V} = 2$ .
  - Motor de 1.000 rpm (6 polos).  $K_{Q \rightarrow V} = 3$ .
  - Motor de 750 rpm (8 polos).  $K_{Q \rightarrow V} = 4$ .
- Continuando con el ejemplo anterior, si el motor está asociado a una bomba volumétrica, por ejemplo en dosificación de reactivos, existe una relación directa, (al menos teóricamente), entre la cantidad de fluido trasegado y el giro de la bomba. Esta relación depende exclusivamente de la naturaleza y geometría de la bomba. Por tanto, dividiendo el  $K_{Q \rightarrow V}$  recién obtenido con el factor que define esta relación, V podría indicar directamente la cantidad de fluido que dicha bomba ha trasegado en un determinado periodo de tiempo<sup>25</sup>.

Esta constante  $K_{Q \rightarrow V}$  es característica de la conversión final deseada. Por tanto, puede depender del periodo de totalización, (por ejemplo una magnitud que esté en l/s puede que en un informe diario se requiera en l, pero que en uno mensual se esperen números demasiado grandes y se requiera en m<sup>3</sup>). Para implementar esta funcionalidad, cada variable **TIPO 4** tendrá además de los metadatos anteriormente indicados **tantos juegos de metadatos extra**

---

<sup>25</sup> Se indica “dividiendo” dado que, como se puede ver en la fórmula de la integración,  $K_{Q \rightarrow V}$  se encuentra en el denominador. Es decir, y siguiendo con el ejemplo de la bomba de reactivos, si cada vuelta de la misma supusiera 0,01 l trasegados y si su motor fuera de 1.000 rpm, para obtener, al menos aproximadamente, el volumen suministrado en litros (l) a partir de la integración de los Hz de su motor, el parámetro final  $K_{Q \rightarrow V}$  a emplear sería  $K_{Q \rightarrow V} = 3 / 0,01 = 300$ .



como tipos de informes haya (ver el apartado 8 al respecto de los informes). Cada uno de estos juegos contendrá los 3 siguientes metadatos:

- **UNIDAD TOTALIZADA.** Texto con la unidad totalizada calculada y deseada en el informe, por ejemplo “m3” o “kWh”.
- **$K_{Q \rightarrow V}$ .** Parámetro que liga la unidad escogida para la totalización deseada en el informe con la que tenga originariamente la medida según se acaba de definir.
- **Nº DECIMALES TOT.** Nº de decimales a emplear en la representación de la totalización.

Como ya se ha indicado, el metadato  $K_Q$ , una vez fijado por el programador, se mantiene siempre invariable, dado que su cambio implica modificación de las unidades de ingeniería empleadas en la señal y por tanto puede tener seria trascendencia en el propio programa<sup>26</sup>. Sin embargo, los parámetros asociados a la totalización **sí** deben estar abiertos para usuarios de nivel Alto, (ver apartado 9), dado que en algún momento puede ser deseable cambiar la integración final efectuada en los informes a criterio del futuro explotador.

### 3.4 Filtrado de señales analógicas

Las señales analógicas (TIPO 3 y 4) dispondrán de un sistema de filtrado como primer paso en su tratamiento, es decir, antes de efectuar cualquier otro proceso con la señal **incluso** el registro de datos en el PLC. Es decir, a todos los efectos **SOLO existirá el valor de la señal filtrada** y por supuesto los datos históricos a almacenar serán siempre los filtrados, no los originales.

Este filtrado tiene por objeto eliminar o laminar la fluctuación de valores pueda generarse por:

- Ruido o precisión en la medida (y por tanto generado en el propio aparato de medición). Es por tanto independiente del método de transmisión, ya sea directa en 4-20 mA o digitalizada mediante cualquier sistema de comunicación por bus de campo.
- Ruidos inherentes a la transmisión, por tanto solo aparecen con transmisión analógica 4-20 mA.

**NOTA IMPORTANTE.** *Bajo ningún concepto se permitirá enmascarar mediante este filtro problemas de armónicos.*

Por si el sistema carece de esta funcionalidad de manera intrínseca, a continuación se propone una implementación sencilla pero eficaz de la misma que conlleva el empleo de un nuevo metadato que se denominará **FILTRADO**. Si el sistema presentase dicha funcionalidad, la implementación de este sistema descrita en el documento se sustituiría por una simple interfaz a los sistemas de filtrado que existan de manera nativa en el sistema.

El parámetro (o parámetros) específico del comportamiento del filtro será modificable por usuarios de nivel Alto.

---

<sup>26</sup> Por ejemplo, supóngase que en alguna línea de programación se efectúe un chequeo de  $Q > 1.000$  (asumiendo l/s) para cambiar o modificar el funcionamiento de una secuencia. Si se decidiese cambiar las unidades de Q habría que revisarse completamente el código del programa porque también habría que modificar ese valor de 1.000.

Lógicamente el filtrado de señales carece de sentido para las generadas por el propio PLC bien como salidas reales, bien como variables internas de trabajo o consignas. No obstante, si se emplea el método descrito en este apartado mediante el metadato **FILTRADO**, **también** se dotará de este metadato a dichos parámetros en aras mantener la homogeneidad. Como se verá en la expresión indicada a continuación, un valor 0 en este metadato siempre anula la función de filtrado.

La función de filtrado propuesta es la siguiente:

$$A_i = \frac{A_{i-1} \cdot FILTRADO + A_{i,bruta}}{FILTRADO + 1}$$

Donde:

- $A_{i,bruta}$ . Valor de la señal directamente recibida en el PLC en el instante de ejecución que se esté ejecutando (instante i).
- $A_i$ . Valor de la señal filtrada en el instante i. Este es el valor a emplear en **absolutamente** todo el proceso.  $A_{i,bruta}$  debe descartarse completamente.
- $A_{i-1}$ . Valor de la señal en el instante anterior (i-1). Se corresponde con el valor filtrado y registrado con anterioridad. En caso de arranque de PLC, programa, etc. si no se dispone del registro del tiempo anterior, se tomará  $A_{i-1} = A_i$ , lo que implica que el primer valor registrado no se filtra, se transmite directamente al PLC.
- FILTRADO. Valor empleado para ponderar las señal del estado anterior respecto a la medida.

Las señales digitales (*TIPO 1* y *2*) carecen de ruido. Es decir, no es admisible la existencia de señales que intermitente y aleatoriamente estén saltando entre OFF y ON. Si esto se produjera hay que analizar y solventar el problema subyacente. Además, hay que tener en cuenta que las señales digitales de estado (*TIPO 1*) pueden atacar directamente a relés en CCM además de al automatismo. Por ello, el ruido de las mismas puede tener efectos colaterales muy graves.

### 3.5 Tabla resumen

A partir de todo lo expuesto, se construye la siguiente tabla resumen con los metadatos necesarios en cada señal o variable para permitir una gestión estándar de todas ellas. Los metadatos necesarios y requeridos dependen lógicamente del *TIPO* de variable.

También se incluyen ciertos metadatos generales para todas las variables cuya aplicación puede ser útil o necesaria según se ha visto en apartados anteriores.

Metadato	Indicación genérica del ámbito de aplicación real	Tipo de señal o variable			
		Digitales de estado (OFF/ON) (El 99% de las señales digitales)	Totalizadores (Asociados a señales digitales "a pulsos")	Medidas generales. (Medidas analógicas)	Medidas de flujo. (Medidas analógicas)
TIPO	(Convención para clasificar)	1	2	3	4
TAG	(En toda la programación)	Es el nombre "interno", de programación, de la variable o señal. Suele ser un nombre corto bastante críptico y no descriptivo dado que se fija por necesidades y criterios de programación, no del usuario final.			
DESCRIPCIÓN (*)	SCADA, Pantallas y Gestión posterior de datos (informes)	Es el nombre "largo" descriptivo de la variable o señal.			
TAG EQUIPO	Gestión posterior de datos (informes)	Es la referencia al TAG que identifica al equipo al cual está asociada la variable dado que se va a exigir su representación en los informes (ver la Ilustración 35 del apartado) <i>Este metadato solo tiene sentido cuando el hardware o software utilizados carezcan de la posibilidad de utilizar variables, señales o equipos con estructura jerárquica, es decir, que cada elemento pueda estar asociado por se a un elemento de orden superior.</i>			
UTILIZABLE EN INFORMES	Gestión posterior de datos (informes)	Campo auxiliar para marcar si la variable o señal puede ser o no utilizable para generar informes, (es decir, seleccionable en la pantalla mostrada en la Ilustración 34 del apartado 8). Puede tener sentido para ocultar al usuario final ciertas variables o señales, (bien internas o bien de cálculo), como por ejemplo las TIPO 2 o 3 "falsas" utilizadas potencialmente para almacenar estados complejos según se describe al final del apartado 3.2.1.			
UTILIZABLE EN GRÁFICAS	Gestión posterior de datos (informes)	Igual a lo anterior pero para gráficas. Por ejemplo, puede que en las gráficas sí tenga sentido representar las TIPO 2 o 3 "falsas" pero no las TIPO 1 "derivadas" respecto a la consideración de estados complejos, según se describe en el apartado 3.2.1.			
FILTRADO (*) (**) (***) (Si el hardware / software no incorpora funciones de filtrado incorporadas)	PLC	----	----	Aplica	Aplica
UNIDAD	SCADA, Pantallas y Gestión posterior de datos (informes)	----	Aplica	Aplica	Aplica
Nº DECIMALES	SCADA, Pantallas y Gestión posterior de datos (informes)	----	Aplica	Aplica	Aplica
TAMAÑO PULSO (*) (**) (***)	PLC	----	Aplica	----	----
4 mA (*) (**) (***)	PLC	----	----	Aplica	Aplica
20 mA (*) (**) (***)	PLC	----	----	Aplica	Aplica
K <sub>Q</sub>	Gestión posterior de datos (informes)	----	----	----	Aplica
Repetir por cada tipo de informe disponible (ver ap. 8)	UNIDAD TOTALIZADA (*)	----	----	----	Aplica
	K <sub>Q-V</sub> (*)	----	----	----	Aplica
	Nº DECIMALES TOT (*)	----	----	----	Aplica

(\*) Los metadatos sombreados en gris han de tener acceso para modificación por usuarios de nivel Alto. El resto se fijarán durante la programación del sistema, manteniéndose después invariables. No es necesario establecer ningún tipo de interfaz a los mismos. Para su modificación futura, se requeriría que personal técnico cualificado se conectara al PLC/SCADA con las adecuadas herramientas de desarrollo asociadas.

(\*\*) Si la señal se recibe directamente mediante comunicaciones como un valor digitalizado, lógicamente estos parámetros carecen de sentido, simplemente habrá que configurar las comunicaciones entre PLC y equipo para que se entiendan entre sí. Además pueden existir variables "internas" que no se traduzcan en ningún caso a una señal física externa (bien digital, bien analógica). Lógicamente, también en ellas carecerán de ningún sentido. No obstante siempre se dejarán codificados para que, si en un futuro se dotase al PLC de salida o entrada real de las mismas, no hubiera que cambiar drásticamente el programa, sino tan solo

actualizar los valores de los metadatos, ya previamente codificados, a los que fueren correctos en cada caso.

- (\*\*\*) Parámetros no estrictamente necesarios en variables internas, consignas o, en el caso del filtrado, tampoco en **salidas** del autómata. No obstante siempre se codificará su presencia aunque no se empleen de manera efectiva para mantener la homogeneidad y/o permitir fáciles adaptaciones futuras.

Se deja a criterio del programador:

- Bien codificar **todos** estos metadatos independientemente del *TIPO* de variable, dejándolos en blanco, 0 o valores por defecto sin significado, cuando no apliquen.
- Bien, codificar solo los metadatos estrictamente necesarios por *TIPO* de variable.

## 4 REPRESENTACIONES GRÁFICAS

### 4.1 Encabezado de las pantallas

Se dibujarán con la herramienta de dibujo propia del sistema de supervisión<sup>27</sup>.

En la parte superior de todas las pantallas aparecerá, de izquierda a derecha: el logotipo del Canal de Isabel II Gestión, el título de la pantalla con el texto en color blanco sobre un recuadro azul, el caudal de agua tratada instantánea, ratio kWh/m<sup>3</sup> correspondientes a la última hora y los iconos descritos a continuación. También formará parte del fondo, el nombre de la Planta, la fecha y la hora.



Ilustración 10- Marco superior general

#### 4.1.1 Iconos

En la parte superior derecha de las pantallas aparecerán, como mínimo, los siguientes iconos con las funcionalidades siguientes:



Ilustración 11- Iconos del encabezado

1. Salir: desde la Pantalla principal permite cerrar la aplicación respetando las seguridades establecidas. Será imprescindible la confirmación de esta acción en

<sup>27</sup> Las pantallas que se muestran están obtenidas de ejemplos de numerosas instalaciones. Lógicamente el logotipo y denominaciones de instalación o empresa pueden estar obsoletos en muchos casos.

una ventana a tal efecto. Desde las pantallas de proceso nos permitirá salir hasta la pantalla principal.

2. Claves: permite introducir las claves para validar los distintos niveles de autorización.
3. Gráficas: permite acceder a la aplicación de graficas de proceso.
4. Defectos, emergencias y alarmas: permite acceder a la aplicación de defectos. Cuando no existan defecto/emergencia/alarma la representación de la campana será con el fondo en blanco. Ante la existencia de cualquier defecto del sistema cambiara a intermitencia blanco/rojo.
5. Informes: permite el acceso a la aplicación de informes.
6. Eléctrica: permite el acceso a la aplicación de parámetros eléctricos.
7. Red de control: permite visualizar el estado de todos los equipos conectados en la red de control.
8. Configuración: permite el acceso a los parámetros de control de la configuración avanzada del Supervisor.

## **4.2 Tipos de Pantallas**

### **4.2.1 Principal**

La pantalla principal se dividirá en tantas secciones como pantallas de proceso existan. Cada una de las secciones contendrá un botón rectangular con el nombre de la pantalla a que da paso y un elemento representativo del proceso que representa. En esta pantalla no se utilizaran líneas de flujo.

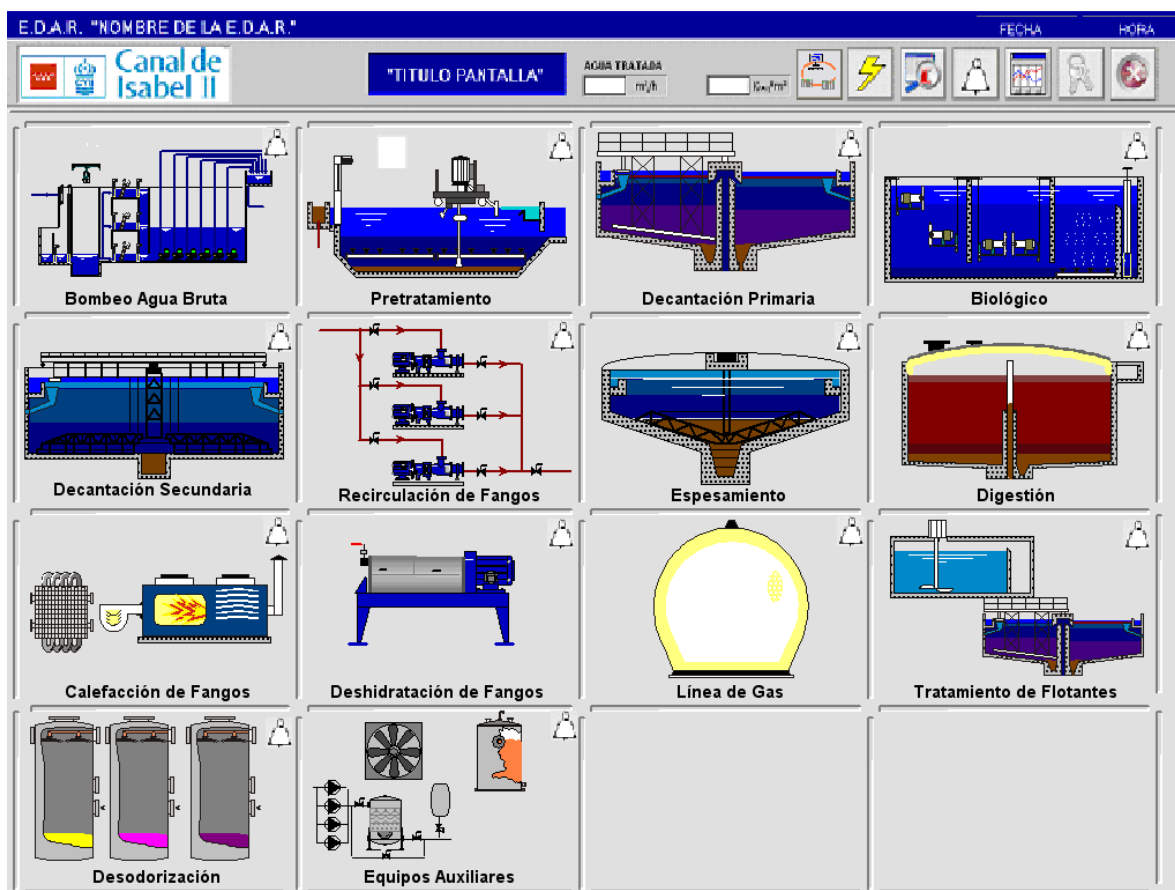


Ilustración 12- Ejemplo pantalla principal

Dependerán de cada proyecto, pero en general serán las siguientes:

#### Construcción de Saneamiento:

- Pretratamiento
- Decantación primaria
- Tratamiento biológico
- Decantación secundaria
- Espesamiento
- Deshidratación
- Desodorización
- Reactivos
- Línea de Gas
- Equipos Auxiliares: donde se agruparán todos los equipos auxiliares como bombas de achique, extractores, etc.

#### Construcción de Tratamiento:

- Obra de llegada
- Preozonización
- Coagulación-Floculación
- Decantación
- Filtración
- Postozonización
- Carbón Activo

## Reactivos

## Espesamiento

## Deshidratación

Equipos Auxiliares: donde se agruparán todos los equipos auxiliares como bombas de achique, extractores, etc.

Asimismo, y según planta, se pueden exigir también pantallas iniciales que representen la planta más o menos real de la instalación con enlace a sus elementos y/o un diagrama de flujo de la planta completa (se adjuntan dos potenciales ejemplos obtenidos de la ETAP del Tajo).

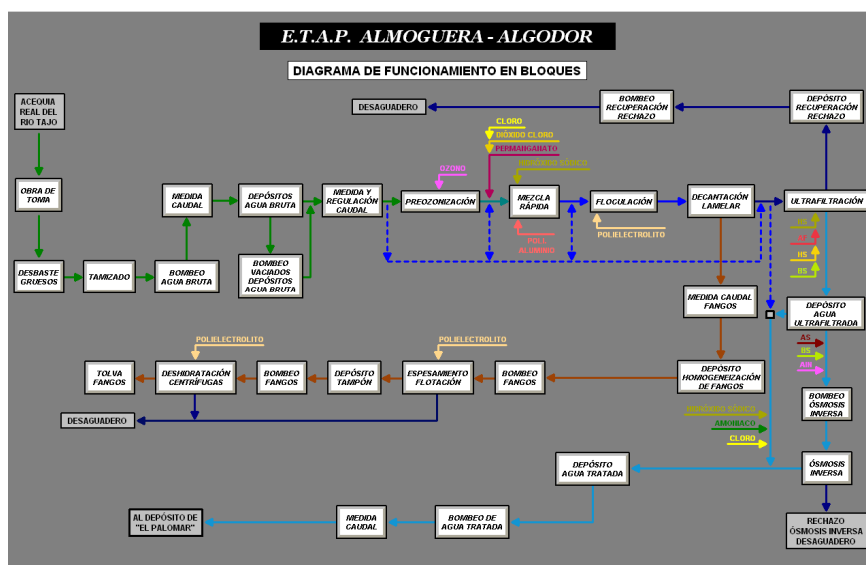
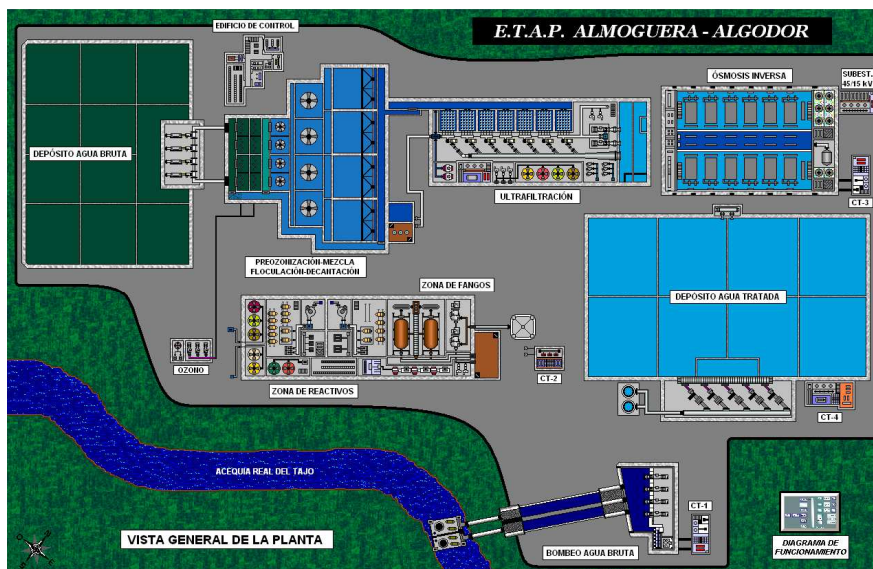


Ilustración 13- Ejemplo de planta inicial / diagrama de bloques funcional

Para alternar entre las tres posibilidades previstas, se dispondrá de un botón que ante su pulsación irá alternando las pantallas.

#### 4.2.2 Proceso

Pantallas con el conjunto de equipos de constituyen un proceso. Son el núcleo del sistema supervisor. Las directrices para su representación constituyen el grueso de este apartado.

#### 4.2.3 Control

Pantallas descritas en el punto 5 de este documento.

#### 4.2.4 Consignas

Estas pantallas se encontrarán accesibles desde cada pantalla de proceso que requiera de una de ellas. El acceso será por medio de un vínculo a través del botón descrito en la Ilustración 2.

En ellas se podrán variar los distintos parámetros del sistema. Por ejemplo los siguientes: tipos de control de bombeos, constantes de reguladores, tablas horarias, tiempos de espera, funcionamiento de filtros, etc.

#### 4.2.5 Eléctrica

Pantalla donde se reflejará el esquema unifilar de la planta, desde alta tensión hasta interruptores generales de CCMS.

En aquellos puntos de la instalación donde se disponga de analizador de red se mostrará de manera continua la potencia activa de cada uno. Además, se preverá una ventana emergente en cada uno de ellos en los que se mostrarán los siguientes valores: energías y potencias activa y reactiva, factor de potencia global y de fase, tensiones de línea y fase y tasas de distorsión armónica (THD) en tensión e intensidad, global y por fase.

#### 4.2.6 Gráficas

Pantalla en las que se podrán visualizar gráficas instantáneas e históricas de las señales analógicas y digitales mediante grupos de señales prefijadas y seleccionables. Ver apartado 7.

#### 4.2.7 Informes

Pantalla desde la que se controla la generación y visualización de informes. Ver apartado 8.

#### 4.2.8 Red de comunicaciones y bus de campo

Pantalla donde se representará la red de comunicaciones de la planta, representando los equipos y su estado, así como todas las direcciones IP de cada uno de los elementos. En caso de que un elemento de la red se encuentre operativo, el indicador asociado al equipo lucirá en verde, en caso de fuera de servicio, se representará en rojo.

Se representarán distintas líneas de conexión en función de la tipología física de la comunicación. La fibra óptica se representará en rojo y los buses de campo se mostrarán en color blanco.



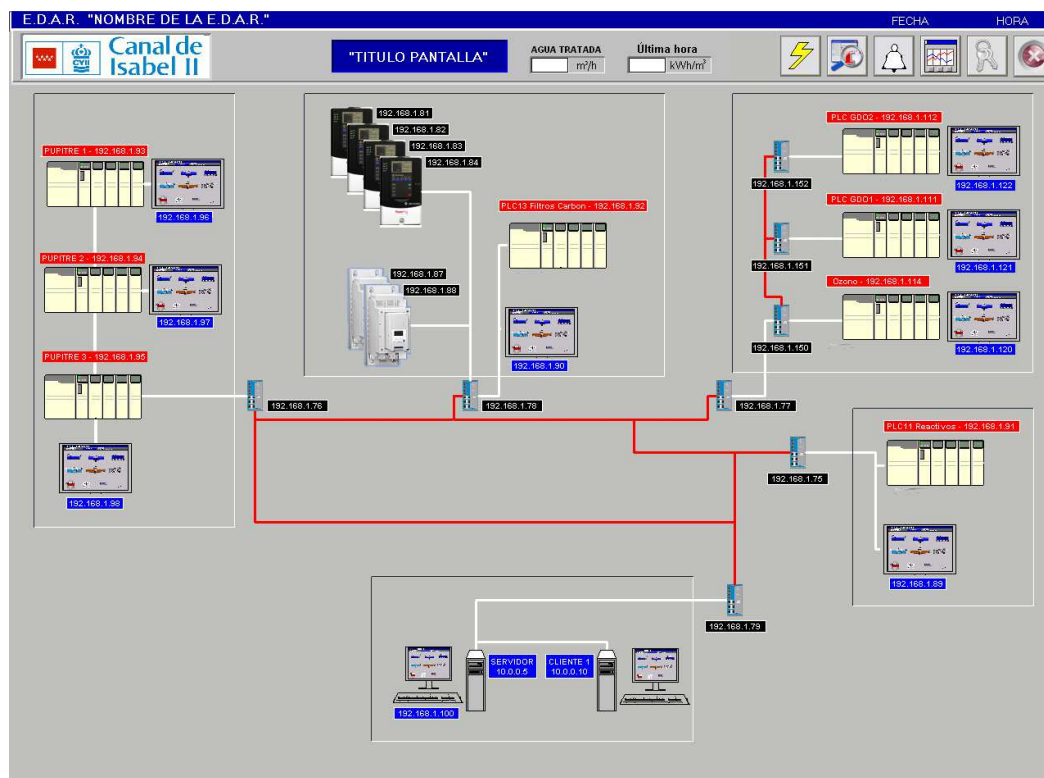


Ilustración 14- Pantalla de comunicaciones

#### 4.2.9 Configuración y mantenimiento del sistema

Esta pantalla será accesible en modo de edición exclusivamente por usuarios de nivel Alto. El resto solo podrá acceder como consulta.

Desde ella se podrán cambiar todos los parámetros de configuración y mantenimiento del propio sistema Supervisor.

Dado su carácter de mantenimiento del sistema, no es necesario que esté presente en las pantallas locales de los PLCs, o bien estas pueden presentar versiones reducidas y circunscritas a los parámetros efectivamente afectados en cada PLC concreto. No obstante desde el SCADA central se deberá tener **acceso absoluto** a todos los parámetros del sistema independientemente de su ubicación “física” real.

Aunque se habla de “pantalla de configuración”, puede tratarse en realidad de un conjunto de diversas pantallas según temas.

Dado que el contenido de las pantallas de configuración está íntimamente ligado con el software y hardware empleados, no se establece un formato específico para ellas sino que a continuación se indican simplemente los requerimientos mínimos que deben cumplirse.

Igualmente no se especifica un formato o apariencia específicos y estándar dado que a estas pantallas solo se accederá muy puntualmente y siempre por usuarios “avanzados”, no por operarios generales de la planta. No obstante se buscará el diseño más claro posible.

Las diversas operaciones que se deben poder realizar desde las pantallas de configuración y mantenimiento han de ser, al menos:

- Gestión de usuarios. Es decir, alta y baja de usuarios, cambio de contraseñas y modificación de privilegios de acceso de los mismos. Los niveles de usuarios están definidos en el apartado 9.
- Salvado, volcado y reseteo global de datos históricos según lo indicado en el apartado 6.
- Gestión de fecha y hora del sistema.
- Visualización de TODOS los equipos, señales y variables de la planta incluyendo TODOS sus metadatos y valores asociados.

No se trata de visualización gráfica intuitiva de los mismos, sino de una visualización tipo tabla o similar. Lo importante es que estén incluidos absolutamente todos sus parámetros asociados incluso los no modificables.

- Dependiendo del sistema se procurará disponer de un sistema de visualización lo más ordenado posible, bien con agrupaciones por PLCs, zonas, etc. bien mediante sistemas jerárquicos. Dependerá de las capacidades del sistema.
- Asimismo se intentará establecer filtros, sistemas de ordenación alfabética, sistemas de búsqueda, etc., según tags, descripciones o resto de parámetros tal como lo permita cada paquete de software/hardware empleado.
- Además de la visualización de todos los equipos, señales y variables con sus correspondientes valores y metadatos, se dotará de capacidad de edición sobre todos los campos **que sí han de ser accesibles** al usuario de nivel alto, es decir, descripciones, parámetros de filtrado y parámetros necesarios para informes según se recoge en el apartado 3.5, así como los propios valores de consignas, límites de alarma y prealarma, etc.

No obstante en muchos casos, estos parámetros dispondrán de acceso “sencillo” a través de las pantallas gráficas estándar del resto del supervisor (ver resto subapartados del capítulo).

- Gestión de parámetros de PIDs, temporizadores y otras funciones internas. Este punto deberá ser analizado caso por caso y pactado con la Dirección de Obra, no obstante a continuación se indican los criterios generales a seguir por defecto:
  - Los valores de los parámetros de PIDs, temporizadores de espera y otras potenciales funciones internas, **NUNCA** serán “hardcoded”, es decir, nunca estarán incorporados como valores directamente tecleados en el código fuente del programa.
  - Por tanto, asociados a estos parámetros se deberán definir tantas variables auxiliares como se necesiten para cubrir todos los parámetros empleados.
  - En general estos parámetros, serían análogos a consignas, pero de carácter “muy avanzado” o “muy técnico”. Por ello, NO aparecerán en las pantallas convencionales de consignas de la planta para evitar su manipulación accidental. Lógicamente, sin perjuicio del criterio general, puede decidirse que existan diversos parámetros que sí se consideren

como “consignas normales” y por tanto aparezcan directamente las pantallas habituales junto con el resto.

- Pero no obstante lo anterior, todas estas variables sí aparecerán en el listado completo antes indicado, donde el usuario de nivel alto sí tendrá capacidad de manipulación de las mismas.

#### 4.2.10 Pantallas de depuración y análisis de secuencias. Consignas avanzadas.

Con objeto de facilitar la depuración de programa durante la fase de puesta en marcha, y posteriormente el control avanzado de las secuencias, en todas las pantallas de proceso en las que el Canal de Isabel II Gestión lo considere necesario se dispondrán botones que desplieguen una subpantalla con la información relevante de dicha secuencia y/o proceso. En esta subpantalla se mostrará tanto los valores relevantes de temporizadores y contadores junto a los límites de consigna que desencadenan cualquier proceso.

Estas pantallas tienen función solo informativa y de consulta. Las consignas en ellas mostradas no tienen por qué ser modificables.

El contenido exacto de cada una de estas pantallas de supervisión se definirá en obra según necesidades y programación de cada proceso pero como mínimo se presentará la siguiente información:

- Contadores y límites establecidos por consigna de los temporizadores de todos los equipos involucrados en las rotaciones entre líneas (horas parciales de cada equipo, tiempo mínimo entre arranques, tiempo máximo de funcionamiento, tiempo de rotación forzada, categorización entre equipos primarios y secundarios).
- Contadores y límites de consigna de los diversos temporizadores involucrados en la secuencia del proceso<sup>28</sup>.
- Situación de colas o pilas de proceso que determinen el orden en que equipos o grupos de equipos pasan a ejecutar tareas comunes<sup>29</sup>.
- Cualquier otra señal y límite significativo que pueda considerarse necesario y que no se muestre en la pantalla general del proceso<sup>30</sup>.

Este documento no define formato específico para estas pantallas. En la medida de lo posible deberán poder mostrarse superpuestas a la pantalla del proceso a analizar solapando la menor parte posible de la misma y, en todo caso, sus partes menos importantes y representativas. Por tanto deberá ser consensuada y analizada caso por caso.

---

<sup>28</sup> Por ejemplo: en bombeos a depósito suelen existir siempre al menos los siguientes temporizadores de control:

- Tiempo de reintento de arranque tras paro si se está en funcionamiento ciego (por presión).
- Tiempo de estabilización que bloquea la evaluación situación de presión alta o baja tras un arranque o paro de equipos.

<sup>29</sup> Por ejemplo: la cola de espera de lavado de un grupo de filtros.

<sup>30</sup> Siguiendo con el ejemplo de la nota anterior, este criterio incluiría mostrar los límites que marcan el rango válido normal de la presión medida en la impulsión, junto a dicha medida de presión (que salvo que la subpantalla la tape ya debería estar siendo mostrada en la pantalla normal del proceso).

Estos límites de la presión pueden ser consignables o no, e incluso depender de otros factores como el nº de equipos en marcha. No obstante se recuerda, (ver apartado 4.2.9), que incluso en límites **no consignables**, nunca estarán incorporados al código fuente del programa sino que siempre existirá una variable parametrizable asociada aunque sea a través de la pantalla de configuración avanzada.

Igualmente caso por caso se decidirá:

- El nivel de usuario necesario para su acceso. Como criterio general se requerirá usuario de nivel Medio o Alto.
- Si la accesibilidad a las mismas se muestra a través de su correspondiente botón (análogo al de Consignas) o si bien se efectúa por botones ocultos en algún otro elemento de la pantalla.

Asimismo, puede decidirse igualmente establecer por proceso acceso a todas o a parte de las variables de configuración “avanzada” (en adición y sin perjuicio de lo indicado en el apartado 4.2.9). Para ello se habilitarán pantallas de consignas adicionales a las convencionales, decidiéndose en cada caso la visibilidad y modo acceso de manera análoga a las pantallas de depuración. No obstante, la **edición** de los valores de dichas consignas se permitirá exclusivamente a usuarios de Nivel Alto, (independientemente de la posibilidad de acceso para visualización para otros niveles).

### 4.3 Distribución de equipos en las pantallas

La norma general será la de situar en la zona central de la pantalla los elementos principales de proceso y en la parte inferior, separado por recuadros, todos los elementos auxiliares.





Se ajustará en la medida de lo posible el aspecto externo y proporción entre los diferentes elementos de la instalación como: motores, caudalímetros, balsas, arquetas, depósitos, etc.

El CYII se reserva el derecho a elegir la distribución más conveniente en cada caso.








Las pantallas han de representar coherentemente todas las líneas de flujo del proceso (agua, fango, gas, reactivos, etc.).

### 4.4 Visualización de estado de los equipos o sondas

Los distintos equipos y/o elementos de la instalación se representaran en vista lateral mediante un dibujo esquemático. Serán dinámicos con objeto de visualizar gráficamente el estado de los motores, niveles, válvulas, compuertas, etc.:

Motor en marcha:	Dibujo verde	
Motor parado:	Dibujo blanco	
Motor en defecto:	Dibujo rojo/blanco intermitente	
Motor en emergencia:	Dibujo rojo/amarillo intermitente	

En el caso de válvulas y/o compuertas (motores con inversión de giro), o en general, elementos que dispongan de finales de carrera o posicionadores, se utilizará el siguiente código de colores:

Equipo abierto:	Dibujo verde	
Equipo cerrado:	Dibujo blanco	
Equipo semi-abierto:	Dibujo gris	
Equipo abriendo:	Dibujo verde/gris intermitente	
Equipo cerrando:	Dibujo blanco/gris intermitente	
Motor en defecto:	Dibujo rojo/blanco intermitente	
Motor en emergencia:	Dibujo rojo/amarillo intermitente	

Junto a cada motor se representará con un doble rectángulo el modo de funcionamiento seleccionado para cada elemento:

Motor en automático:	Rectángulo inferior en verde
Motor en manual:	Rectángulo inferior en blanco
Motor en secuencia:	Rectángulo superior en verde
Motor fuera de secuencia:	Rectángulo superior en blanco

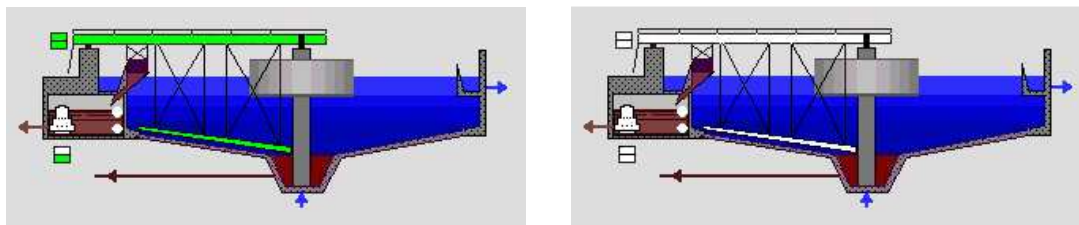


Ilustración 15- Ejemplos visualización estado motor

En caso de equipos que carecieran de botonera local de campo, es decir que siempre estuvieran controladas por el PLC, (esto es típico de electroválvulas o bien de equipos cuyo control viene dado por electroválvulas, por ejemplo válvulas neumáticas), se considerará lógicamente que dicho equipo siempre está en automático, es decir, su rectángulo inferior debería estar siempre en color verde.

Se señalarán las señales de niveles “normales” según el siguiente código:

Sonda activada:	Verde
Sonda desactivada:	Blanco

Se entiende por “sonda desactivada” cuando el nivel de agua es inferior a la cota que representan.

Se señalarán las señales de nivel mínimo y máximo de seguridad según el siguiente código:

Sonda en alarma:	Rojo/blanco intermitente.
Sonda sin alarma:	Oculto

Se entiende por “sonda en alarma” cuando el nivel de agua es inferior en las boyas de mínimo, y cuando la cota de agua es superior en las boyas de máximo.

En la imagen se puede ver una arqueta llena sin alarma (todas las sondas activas) y vacía totalmente (solo activa en intermitente la de seguridad).

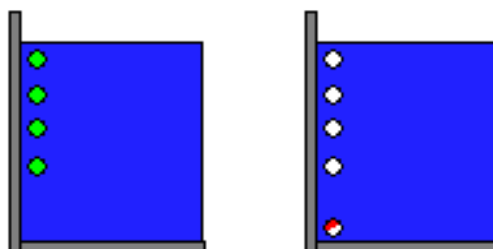


Ilustración 16- Ejemplo representación sondas de nivel



## 4.5 Líneas de flujo

Seguirán el siguiente código de colores<sup>31</sup>:





















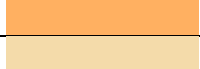

### EDAR:

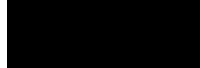




 Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 181 Color[Sólido]	Rojo: 192 Verde: 192 Azul: 192	<b>Fondo pantallas</b>	 Matiz: 219 Sat.: 240 Lum.: 192 Color[Sólido]	Rojo: 255 Verde: 154 Azul: 206	<b>Hipoclorito Sódico</b>
 Matiz: 157 Sat.: 211 Lum.: 100 Color[Sólido]	Rojo: 13 Verde: 27 Azul: 200	<b>Línea de agua</b>	 Matiz: 181 Sat.: 240 Lum.: 192 Color[Sólido]	Rojo: 206 Verde: 154 Azul: 255	<b>Ácido Citrico</b>
 Matiz: 28 Sat.: 226 Lum.: 65 Color[Sólido]	Rojo: 134 Verde: 95 Azul: 4	<b>Línea de fango</b>	 Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 62 Color[Sólido]	Rojo: 132 Verde: 0 Azul: 132	<b>Hidróxido Sódico</b>
 Matiz: 40 Sat.: 240 Lum.: 106 Color[Sólido]	Rojo: 225 Verde: 225 Azul: 0	<b>Línea de gas</b>	 Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 120 Color[Sólido]	Rojo: 255 Verde: 0 Azul: 255	<b>Sulfato de Alúmina</b>
 Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 92 Color[Sólido]	Rojo: 97 Verde: 97 Azul: 97	<b>Línea de aire</b>	 Matiz: 120 Sat.: 240 Lum.: 180 Color[Sólido]	Rojo: 128 Verde: 255 Azul: 255	<b>Polielectrolito</b>
 Matiz: 84 Sat.: 233 Lum.: 91 Color[Sólido]	Rojo: 3 Verde: 190 Azul: 22	<b>Agua industrial</b>	 Matiz: 0 Sat.: 240 Lum.: 93 Color[Sólido]	Rojo: 198 Verde: 0 Azul: 0	<b>Ácido Sulfúrico</b>
 Matiz: 20 Sat.: 240 Lum.: 118 Color[Sólido]	Rojo: 251 Verde: 125 Azul: 0	<b>Cloruro férrico</b>	 Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 240 Color[Sólido]	Rojo: 255 Verde: 255 Azul: 255	<b>Sosa</b>

### ETAP:

Compuesto	Código Pantone® o similar	Muestra	Composición RGB similar
Fondo			R:192 G:192 B:192
Agua Bruta			R:0 G:153 B:153

<sup>31</sup> La codificación RGB, es decir Rojo, Verde y Azul, que se indica a continuación se refiere al espacio de color sRGB con fraccionamiento de valores de 8 bits es decir de 0 a 255 que es lo habitual en cualquier ordenador. Este comentario solo tiene transcendencia si, por cualquier motivo, se necesitara efectuar traslaciones absolutamente exactas del color entre diversos medios que utilicen espacios de color diferentes (por ejemplo representación exacta de colores de pantalla en papel impreso o en otras pantallas que presenten gamut ampliado). Si basta traslación de colores aproximada, como ocurre en la inmensa mayoría de los casos, no es necesario preocuparse por el espacio de color original o final.

Compuesto	Código Pantone® o similar	Muestra	Composición RGB similar
Agua Decantada			R:47 G:63 B:171
Agua Filtrada / Tratada	299 C		R:0 G:163 B:221
Agua industrial (de arrastre de servicios si se quiere separar de filtrada / tratada)			R:3 G:190 B:22
Reboses y vaciados			R:92 G:0 B:168
Agua Lavado Filtros / Agua Purgas Decantación.			R:204 G:153 B:0
Fango			R:128 G:0 B:0
Aire			R:97 G:97 B:97
Oxígeno			R:255 G: 0 R: 0
Ozono			R:255 G:153 B:204
Permanganato	220 C		R:170 G:0 B:79
Cloro Gaseoso	109 C		R:249 G:214 B:22
Cloro Líquido			R:255 G:255 B:0
Hipoclorito sódico / cloro en disolución			R:255 G:255 B:0
Clorito Sódico (y dióxido de cloro)	124 C		R:224 G:170 B:15
Amoniaco / solución amoniacal	341 C		R:0 G:122 B:94
Sulfato Alúmina	137 C		R:252 G:163 B:17
Coagulante no especificado			R:212 G:15 B:0
Cloruro Férrico	193 C		R:196 G:0 B:67
Floculante no especificado			R:255 G:176 B:97
Polielectrolito	155 C		R:244 G:219 B:170
Sosa (hidróxido sódico)			R:255 G:51 B:204
Cal	White		R:255 G:255 B:255

Compuesto	Código Pantone® o similar	Muestra	Composición RGB similar
Carbón	Black		R:0 G:0 B:0
Bisulfito sódico			R:180 G:205 B:125
Ácido sulfúrico			R:255 G:51 B:204
Otros ácidos			R:240 G:106 B:24
Inhibidor de incrustaciones			R:194 G:139 B:255

#### 4.6 Flechas/Botones de navegación en pantallas

Los botones de navegación tendrán forma de flecha en alto relieve e indicarán el sentido de la línea del flujo (aguas arriba o aguas abajo). Se situarán en cada línea de flujo que abandone o entre en las pantallas de proceso.

Existirán dos tipos:

Las que permitirán navegar por las pantallas siguiendo el proceso. Desde cada pantalla se podrá acceder a la siguiente y a la anterior pantalla. Presentarán el texto descriptivo del proceso al que dirige, con el texto en color negro, mayúsculas y negrita.



Ilustración 17- Ejemplo flechas continuación de proceso

Las que permitirán colocar textos aclaratorios, no permitiendo pasar a subprocesos, cuadros locales, etc. Presentarán el texto en color negro y letra en minúsculas.



Ilustración 18- Ejemplo flecha informativa

#### 4.7 Indicadores de valores analógicos

##### 4.7.1 Indicadores de valores instantáneos procedentes de instrumentos

Se representará el valor en color negro sobre fondo blanco. Las unidades de ingeniería en se mostrarán en negro, sobre la línea de proceso o depósito que contenga el instrumento. En ningún caso se representara el instrumento, solo el indicador. (Según imagen).



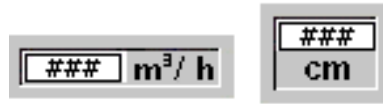


Ilustración 19- Ejemplo indicadores analógicos

#### 4.7.2 Totalizadores y contadores

Se representará el valor en color negro sobre fondo blanco. Las unidades de ingeniería se mostrarán en color negro.



Ilustración 20- Representación totalizadores

#### 4.7.3 Indicadores de límites y consignas

Para evitar potenciales problemas, las ventanas de entradas de consignas, límites, valores, etc. constarán de dos indicadores<sup>32</sup>:

- El primero será solo indicativo y presentará el valor vigente en el sistema en todo momento (valor en color negro sobre fondo blanco). Existen dos posibilidades:
  - Que exista retroalimentación (feedback) de la variable, por ejemplo el posicionador de una válvula. En este caso el texto del recuadro será en azul e indicará, no el valor introducido, sino el valor real medido.
  - Que no exista retroalimentación. En este caso el recuadro indicará directamente la consigna o valor vigente en el sistema.

**Aclaración.** Pueden existir casos especiales en que interese mostrar **ambos valores**. Esta situación se analizará caso por caso para decidir cómo se representa.

- El segundo será el de entrada utilizado para cambiar el valor de consigna (valor en color negro sobre fondo gris). Una vez recogido el nuevo valor en el segundo, este desaparecerá y su valor se pasará a la ventana de visualización. Cuando se arrastre el ratón por encima de este indicador se remarcará en verde indicando que permite introducir parámetros. Este segundo valor se situará siempre a la derecha (o excepcionalmente debajo) del anterior, para poder localizarlo rápidamente.



Ilustración 21- Representación límites y consignas

<sup>32</sup> Esto permite proteger adecuadamente la entrada de valores en situación de operaciones interrumpidas a medias. Siempre se tendrá claro en el indicador blanco cual es el valor vigente para el sistema.

Asimismo la entrada de valores (el “segundo recuadro”) estará absolutamente inactiva y no permitirá la entrada de datos cuando se carezcan de permisos para el cambio. Ver apartado 9.

## 4.8 Botones, pulsadores, selectores

### 4.8.1 Botones y pulsadores

Se representarán en con forma rectangular en alto relieve cuando estén en posición de reposo y bajo relieve y fondo verde cuando estén activos.



Ilustración 22- Botones y pulsadores de acción de equipo

En el caso de los pulsadores de equipos con doble sentido de giro, o aumento/reducción de revoluciones, en general, solo estarán activos mientras se mantenga pulsado el ratón sobre ellos, salvo casos excepcionales aprobados por la dirección de obra, en general asociados a situaciones en que este diseño no aporte ningún tipo de seguridad añadida pero se complica la operación.

Es decir, aunque el criterio estándar es emplear botones no automantenidos tanto “lógicos” en el supervisor, como “físicos” en campo, pueden establecerse excepciones en ambos o solo en uno de ellos según sea conveniente en las necesidades concretas de cada planta, proceso o equipo<sup>33</sup>.

En correspondencia con el comportamiento “físico” de los potenciales tipos de botones de campo según se describe en el en el punto 6 del apartado 2.1.1, cabe indicar ciertas variantes sobre la ilustración anterior:

- En caso de botones “no automantenidos”, es decir los estándar, o los “de un pulso” (<sup>34</sup>), se seguirá fielmente la representación arriba indicada.
- En caso de botones “automantenidos”, que se queden pulsados y que hay que volver a pulsar para desactivarlos se intentará adoptar la siguiente variante de representación siempre que sea viable en el sistema empleado<sup>35</sup>:

---

<sup>33</sup> Por ejemplo, actuaciones de compuertas con largos tiempos de apertura o cierre desde una pantalla o SCADA desde la que NO se ve físicamente el equipo, y donde, por tanto, el tener que mantener pulsado el botón no aporta a priori ninguna ventaja.

<sup>34</sup> Es decir, que se quedan activados y se dispone de un botón de “paro” adicional. En este caso el botón se quedará pulsado en verde. Su pulsación adicional no tendrá ningún tipo de efecto.

<sup>35</sup> Es decir, se mostrará adicionalmente una marca de tick asociada a que el botón esté presionado y activado. Esto tiene por objeto servir de guía al operador, dado que, por analogía con la representación estándar en gran parte del software empleado en cualquier ámbito, es intuitivo ir a quitar el tick, y por tanto re-pulsar el botón, si se tiene intención de desactivarlo.



Ilustración 23- Botones y pulsadores “automantenidos”

#### 4.8.2 Selectores

Estarán compuestos por un rectángulo blanco que contenga una flecha que se situará debajo del modo de funcionamiento seleccionado. Cuando el modo de funcionamiento sea distinto de “paro” y el equipo esté efectivamente arrancado, se iluminará en verde el selector.

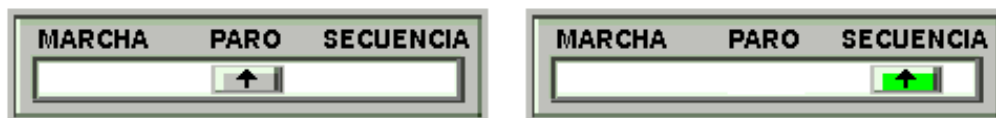


Ilustración 24- Selector modo de funcionamiento motor

Hay que tener en cuenta que los motores con inversión de giro, (es decir, compuertas y válvulas), tienen un deslizador ligeramente distinto dado que no tiene sentido la posición de “Marcha”. El deslizador solo tendrá “Paro” y “Secuencia” (ver ejemplo en la Ilustración 28 dentro del apartado 4.9.3).

En caso de equipos con comportamiento exclusivamente manual, es decir que carecen de ningún tipo de secuencia programada, que siempre han de maniobrase a voluntad de un operario, se mantendrá el selector estándar pero la posición “Secuencia” no será operativa. Además si el selector se colocara en dicha posición, automáticamente retornaría a la que tuviera con anterioridad (“Marcha” o “Paro”). Asimismo y como consecuencia lógica de lo anterior, el rectángulo superior de indicación de estado del equipo (ver apartado 4.4) siempre estará en blanco.

Como se puede comprobar este selector replica aproximadamente la apariencia del selector de campo “Marcha – 0 – Automático” con las siguientes consideraciones a implementar en programación:

- **Mover selector de campo a “Automático” implica deslizador en “Paro”.**  
El selector de campo “Marcha – 0 – Automático” implica **el paro** del equipo siempre que se cambie entre los dos estados, (control independiente o dependiente del autómatas), dado que el 0 está entre ambos <sup>(36)</sup>. Por ello, **y como criterio general de seguridad**, siempre que un equipo pasa en campo a “Automático”, el deslizador se ubicará automáticamente también en “Paro”. Es decir, al colocar un equipo en “Automático” en campo **siempre** se mantendrá parado. **Nunca** se producirá el arranque porque se hubiera quedado “memorizada” su anterior posición de “Marcha” o “Secuencia” <sup>(37)</sup>.

<sup>36</sup> Para evitar este efecto cuando no sea deseable, se describe la EXCEPCIÓN “0 – Marcha – Automático” indicada en el punto 3 del apartado 2.1.1.

<sup>37</sup> Habrá que analizar el comportamiento particular que se desea en la EXCEPCIÓN “0 – Marcha – Automático” indicada en el punto 3 del apartado 2.1.1. Probablemente en este caso lo deseable será que el deslizador se resetee automáticamente a “Marcha” cuando se pasa a “Automático” en campo, aunque puede que se desee en casos particulares que se resetee directamente a “Secuencia”.

- **Paso entre “Marcha” y “Secuencia” sin paso por “Paro”.**

No obstante, el paro entre “Manual” y “Automático” no se replicará entre “Marcha” y “Secuencia” en programación. **SIEMPRE** será posible el cambio a, o desde, secuencia manteniendo el estado de marcha o paro del equipo.

Para ello el deslizador solo cambiará efectivamente de estado cuando **se suelte en su posición final**. Es decir:

- Si se pulsa sobre “Marcha”, “Paro” o “Secuencia”, el deslizador saltará inmediatamente a esa posición, independientemente de su posición anterior.
- Si se *arrastra* desde “Marcha” a “Secuencia” (o viceversa), mientras que se está pasando por “Paro” no se detiene el equipo. El cambio de funcionamiento se produce cuando se *suelta* el deslizador, (se deja de pulsar el botón del ratón, se levanta el dedo de una pantalla táctil, etc.)<sup>(38)</sup>.

Resumen y ejemplos de lo que implica esta descripción:

- Si un equipo está en “Marcha” y se pasa a “Secuencia”, este se mantiene en marcha. No obstante, esto es independiente de que la lógica programada de la secuencia decida pararlo inmediatamente.
- Si un equipo está en “Paro” y se pasa a “Secuencia”, este se mantiene parado. No obstante, esto es independiente de que la lógica programada de la secuencia decida arrancarlo inmediatamente.
- Si un equipo está en secuencia, al sacarlo de la misma el operario decide que se quiere hacer con él dado que puede escoger entre dejar el deslizador en “Paro” o en “Marcha”.

**Aclaración:** En caso de motores con inversión de giro, el comportamiento en esta salida de secuencia es particular y se describe en el respectivo apartado descriptivo de su subpantalla (apartado 4.9.3).

- **Comportamiento del deslizador en caso de defectos, emergencia o enclavamientos.**

Análogo a lo anterior, el comportamiento del deslizador en el caso de defectos, enclavamientos y emergencias será el siguiente con objeto de “replicar” el comportamiento del selector de campo:

- Si se activa la emergencia, el deslizador siempre saltará a “Paro”. Con ello, para rearmar el equipo, es necesaria intervención humana adicional además de lógicamente haber desenclavado la seta.
- Si por el contrario es solo un defecto o un enclavamiento lo que impide el funcionamiento del motor, el deslizador se mantendrá en su posición, aunque el motor se mantendrá parado y por tanto el deslizador no estará en verde. La desaparición de este evento permitirá el arranque autónomo del motor si fuere el caso.
  - No obstante en caso de EXCEPCIONES en que se haya decidido que el rearme de defectos no suponga el rearmar

---

<sup>38</sup> Esto último permite abortar maniobras erróneas incluso después de haber comenzado su movimiento. Para ello bastará volver a dejar el deslizador en su posición inicial.

del equipo sin intervención previa de un operador, se programaría un comportamiento del deslizador análogo a la emergencia<sup>39</sup>.

- Igualmente el Canal de Isabel II Gestión se puede reservar el criterio de exigir el comportamiento anterior aun cuando el mando “Manual” siga el criterio estándar (es decir, que si el control de equipos está a través de PLC, el rearme de fallos no sea automático).
- E igualmente, podría solicitarse una solución intermedia de manera que *solo* en funcionamiento en “Automático” se efectúe el paro irreversible del equipo ante fallos (salto del deslizador a “Paro”), mientras que en “Manual” no se seguiría la EXCEPCIÓN correspondiente.

***Aclaración:*** En caso de motores con inversión de giro, el comportamiento ante defectos, enclavamientos y emergencia es ligeramente distinto y se describe en el respectivo apartado descriptivo de su subpantalla (apartado 4.9.3).

- **Criterio opcional adicional para defectos – Consignas de fallos permitidos**  
Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo anterior y sin perjuicio del cableado real que rijan el comportamiento de equipos con selector de campo en “Manual”, para equipos con control a través de PLC, (selector de campo en “Automático”), es viable adoptar allí donde sea necesario una configuración intermedia en que el salto definitivo a “Paro” se produzca solo si se ha repetido ***n*** veces un fallo en un determinado tiempo. Estos dos parámetros (*n*º de fallos permitidos y tiempo para acumular los mismos), se añadirían como consignas adicionales en la pantalla que correspondiere según proceso.
- **Comportamiento específico para equipos implicados en secuencias globales, en caso de bloqueo automático de la misma**  
Además de todo lo anterior, hay que tener en cuenta que, en equipos implicados en secuencias globales, puede ser necesaria la salida automática de secuencia, (ver indicaciones al respecto en el apartado 0). Si aplicara, según las necesidades exigidas en cada caso, se deberá programar este paso, (bien a “Marcha”, bien a “Paro”), cuando se dieran situaciones o maniobras que bloqueen la secuencia global. No obstante conviene reinsistir en que el caso opuesto, el salto automático a “Secuencia”, ***nunca*** deberá producirse.

No obstante, en ciertos casos por necesidades específicas, y por tanto excepciones autorizadas explícitamente por el Canal de Isabel II Gestión, pueden adoptarse otras configuraciones distintas de las que se acaban de desarrollar (<sup>40</sup>).

---

<sup>39</sup> Esto suele ser común en motores grandes, y por tanto, dotados de la también asociada EXCEPCIÓN de disponer de botones adicionales de campo de “Marcha” y “Paro”.

<sup>40</sup> Por ejemplo: alternar el orden “Marcha – Paro – Secuencia” por “Paro – Marcha – Secuencia” para replicar la “apariencia” de la botonera de campo si se hubiera requerido el solape entre funcionamiento “Manual” y “Automático” (ver punto 3 del apartado 2.1.1).

#### 4.9 Subpantallas de control de equipos

Estas pantallas se superpondrán a las de proceso, siendo de menor tamaño y permitiendo modificar su posición (no su tamaño) para poder visualizar la pantalla de proceso.

Existirán varios modelos de subpantallas en función de las necesidades de la instalación: accionamiento de motores con pulsador o selector, accionamiento de compuertas y electroválvulas, señales analógicas con o sin límites de alarma y/o totalizadores, etc.

Todas las subpantallas de motores incluirán un botón que permitirá ampliar la información mostrada. Cuando se acceda a una subpantalla, esta mostrará la opción resumida por defecto.

Todos los modelos de subpantallas serán paramétricos. Solo existirá una copia de cada modelo y desde las pantallas de proceso se invocará a estas cuantas veces sea necesario, empleando para ello los parámetros correspondientes a cada equipo que se habrán asociado previamente. Esto es extremadamente importante para habilitar fácilmente la integración de cambios o modificaciones no previstas inicialmente (que siempre existirán).

A continuación se ofrecen los modelos básicos, pudiendo aparecer más subvariantes particulares como en muchos casos se indica en el propio texto.

##### 4.9.1 Información contenida en subpantallas

Se implementarán contadores y totalizadores para todos los equipos de la planta. El conteo se realizará en el propio autómatas, de tal forma que no se perderán datos aunque se pierda comunicación con el sistema de supervisión.

Desde el sistema de supervisión se podrán borrar los contadores parciales mediante botones preparados a tal efecto (Reset).

Dado que los contadores tienen un valor máximo a partir del cual se dan la vuelta (es decir, se resetean a 0), este se deberá fijar igual para todos los motores y se mostrará en las distintas ventanas para que el explotador pueda asociar fácilmente que potenciales valores bajos de funcionamiento pueden deberse a este efecto. No se admitirá utilizar valores típicos de programación, (tipo  $2^n$ , es decir, y como ejemplo, 32.768), como límite máximo de contadores; siempre se deberá implementar límites múltiplos de 10 - 1, (por ejemplo en el caso anterior el valor lógico admisible a implementar para el reseteo automático sería 9.999).

A continuación se hace una descripción de la información que se mostrará en las subpantallas:

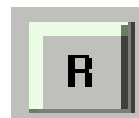
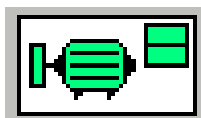
**“Horas de funcionamiento en secuencia”**: reflejará el tiempo acumulado que el equipo ha estado en marcha por secuencia. Será parte del totalizador, no se podrá poner a cero.

**“Horas de funcionamiento en manual”**: reflejará el tiempo acumulado que el equipo ha estado fuera de secuencia, es decir, en manual en campo o en manual en el sistema de control. Será parte del totalizador, no se podrá poner a cero.

**“Horas de funcionamiento Total”**: presentará el valor total que el equipo ha estado en marcha, independientemente del modo de funcionamiento. Será la suma del contador en secuencia más el contador en manual. No se podrá poner a cero.

- “Horas de funcionamiento Parcial”**: presentará el valor que el equipo ha estado en marcha, independientemente del modo de funcionamiento. Permitirá puesta a cero (Reset).
- “Contador Número de maniobras Total”**: presentará el valor correspondiente al número de veces que el motor realiza una maniobra de marcha o paro. No se podrá poner a cero.
- “Contador Número de maniobras Parcial”**: presentará el valor correspondiente al número de veces que el motor realiza una maniobra de marcha o paro. Permitirá puesta a cero (Reset).
- “Contador Minutos en defecto”**: presentará el tiempo en minutos en que el motor ha permanecido en su último estado de defecto. Aunque sea restituido el defecto se mantendrá el valor alcanzado hasta que se produzca un nuevo defecto, momento en que se comenzará el conteo desde cero.
- “Velocidad”**: en las subpantallas se representará el valor de la velocidad real del VF (azul). En caso de no disponer de ella se mostrará la consigna del sistema.
- “Reset automático Totalizadores”**: presentará el valor seleccionado para realizar la puesta a cero de los contadores y totalizadores según se ha indicado. Este valor se aloja en el PLC y desde el sistema de supervisión solo se visualizará.
- “Límite máximo”**: presentará el valor, en unidades de ingeniería, introducido en el sistema correspondiente al rango superior de la señal analógica (20 mA). Valor ajustable, deberá coincidir con el valor introducido en el equipo de instrumentación.
- “Límite mínimo”**: presentará el valor, en unidades de ingeniería, introducido en el sistema correspondiente al rango inferior de la señal analógica (4 mA). Valor ajustable, deberá coincidir con el valor introducido en el equipo de instrumentación.
- “Alarma” y “Prealarma” “máximo y mínimo”**: presentará el valor, en unidades de ingeniería, seleccionado por el explotador para el funcionamiento de la secuencia de control correspondiente.
- “Peso del filtro”**: valor del filtrado efectuado como primer paso en las señales analógicas de medida, (ver apartado 3.4). En caso de adoptarse filtros intrínsecos del PLC/SCADA, no el básico definido en este apartado indicado, pueden ser necesarios varios valores según la naturaleza de los mismos.
- “Peso del totalizador”**: valor, en unidades de ingeniería, seleccionado en la puesta en marcha para la salida de pulsos del equipo de instrumentación correspondiente.
- “Totalizador”**: presentará, en unidades de ingeniería, el valor acumulado hasta el momento.
- “Parámetros de la totalización calculada en informes”**: valores necesarios para parametrizar y estandarizar adecuadamente la generación de informes de las señales de flujo según se indica en el apartado 3.3. Se trata de los parámetros de conversión de unidades, texto indicativo de la unidad totalizada y nº de decimales de dicha unidad según tipo de informe
- Representación del estado del motor**: mediante una imagen animada se representará el estado del motor, siguiendo el criterio ya mencionado.
- Boton de Reset**: para poner a cero los contadores parciales de horas y maniobras.
- Candado rojo**. Si aparece, siempre junto a motor parado, (en blanco o bien en emergencia/defecto), indicaría que dicho motor además de estar inactivo, no se va a poder arrancar al estar enclavado por alguna protección. (Para su control se utilizará la variable auxiliar de estado definida en el apartado 3.2.1 al respecto).
- Candado amarillo**. Si aparece, siempre cuando el motor está en secuencia, indicará al operador que el equipo está involucrado además en una secuencia global explícita que está también activa. Debido a ello su operación puede tener efectos colaterales directos sobre más equipos. Se correspondería con la

misma situación señalizada según la Ilustración 7. (Para su control se utilizará la variable auxiliar de estado también definida en el apartado 3.2.1 a este respecto).



#### 4.9.2 Subpantalla único sentido de giro (motor 1)

Se utilizará este formato para todos los equipos que funcionen en un único sentido de giro:

Ilustración 25- Subpantalla único sentido de giro (motor 1).  
Se muestra también la posición de las señalizaciones de “enclavamiento” e “implicado en secuencia global”.

#### 4.9.3 Subpantalla inversión de giro o válvulas todo-nada (motor 2)

Se utilizará este formato para todos los equipos que funcionen en dos sentidos o de regulación. La base de la pantalla será la del modelo “motor 1” con las siguientes particularidades:

El deslizador es simplemente “Paro– Secuencia” como se indica en 4.8.2.

Replicando, o no, el comportamiento de los botones Abrir/Cerrar en campo (ver el punto 6 de 2.1 y el punto 6 de 2.1.1), se deberá decidir equipo por equipo si los



botones “Abrir/Cerrar” son de tipo no automantenido, de tipo automantenido o de un pulso. En este último caso habrá que añadir un botón extra de “Paro” en las subpantallas que se muestran a continuación<sup>41</sup>.

Obviamente habrá que adoptar la correspondiente representación a cada tipo según se indica en el apartado 4.8.1.

Motores con inversión de giro con posibilidad de posiciones intermedias:

- Los rectángulos blancos que aparecen junto a los pulsadores (abrir/cerrar, izq./dcha., directo/inverso, etc.) indicarán el estado del final de carrera correspondiente: verde activo, blanco inactivo. Asimismo el parpadeo del botón correspondiente y del icono de la válvula indicarán qué maniobra de apertura y cierre se está ejecutando en ese momento según lo indicado en el apartado 4.4.

Válvulas con posición exclusiva todo o nada (sin posibilidad de posiciones intermedias, es decir, apertura o cierre “instantáneo” por ejemplo electro-válvulas):

- En este caso la posición del equipo se identificará por el color de su icono, y lógicamente carece de sentido emplear botones automantenidos.



Ilustración 26- Botonera válvulas todo-nada (posición abierto y cerrado)

En caso de disponer de señal del posicionador se indicará en tanto por ciento su valor. En caso contrario, se eliminará su representación.



Ilustración 27- Señalización de consigna de apertura

Además, en este último caso, se deberá en general, incorporar una entrada de consigna para el posicionador similar a los Hz/rpm de los motores con variador, con lo que el PLC se encargaría de buscar esa posición (con ello, el equipo pasaría a tener una pantalla muy similar a la dicho motor con variador, ver 4.9.4).

<sup>41</sup> Por ejemplo, aunque en campo no sean automantenidos, con el objeto garantizar la seguridad de la operación al obligar al operario a estar pulsándolos mientras está directamente supervisando la actuación del equipo, puede decidirse que en pantalla sí lo sean puesto que lo más probable es que el equipo no se vea físicamente desde el CCM o sala de control; puede que carezca de sentido obligarle a estar con el botón pulsado en este caso.

O, por el contrario, aun existiendo este hecho, se puede decidir adoptar también botones no mantenidos para replicar completamente el comportamiento de la botonera de campo.



Ilustración 28- Subpantalla inversión de giro (motor 2). Ejemplo con botones “Abrir - Cerrar” y lectura de posicionador solo indicativa (sin entrada). Ejemplo típico de compuerta

Además, en este tipo de motores caben hacer las siguientes consideraciones al efectuar la entrada o salida de secuencia:

- Si los botones de “Abrir” / “Cerrar” no son automantenidos.
  - La salida de secuencia supone siempre el paro del equipo independientemente de cómo estuviese dentro de la secuencia.
  - Obviamente, al pasar a secuencia, el equipo siempre está inicialmente parado.
- Si los botones de “Abrir” / “Cerrar” son automantenidos:
  - La salida de secuencia mantendrá el equipo efectuando el movimiento que estuviera haciendo.
  - La entrada a secuencia se puede hacer desde equipo en marcha o parado.
- Si los botones de “Abrir” / “Cerrar” son de un pulso (con botón asociado de “Paro”):
  - La entrada y salida de secuencia mantendría al equipo efectuando el movimiento que estuviera haciendo previamente.

Igualmente, el comportamiento ante defectos, enclavamientos y emergencia es algo distinto al del resto de motores, dado que el deslizador carece de la posición de “Marcha”:

- Como ocurre con el resto de motores, en caso de emergencia, el deslizador saldría de “Secuencia” si estuviere. Pero como comportamiento añadido, los botones de “Abrir” / “Cerrar” se despulsarían fuesen o no automantenidos. Es decir, el equipo se quedaría parado hasta nueva intervención humana adicional.

- En caso de enclavamientos o defectos, el comportamiento dependería de cómo se haya decidido tratar dicho evento (potencial EXCEPCIÓN 1.b del apartado 2.1.1 relativa al no rearme automático):
  - En general los equipos con botones automantenidos mantendrían su estado y por tanto tendrían rearme automático en cualquier caso.
  - En el resto, estos eventos supondrían el paro del motor salvo en “Secuencia” en que sí se mantendría el deslizador en su posición aunque el motor no actuaría hasta que se rearmara el defecto o enclavamiento y la lógica programada debería actuar en consecuencia.
    - No obstante, y según equipo, se puede decidir adoptar un comportamiento análogo a la emergencia, sacando adicionalmente el equipo de su posición de “Secuencia” también en este caso.

#### 4.9.4 Subpantalla motores con variador

Se utilizará este formato para todos los equipos que funcionen con variador de frecuencia

La base de la pantalla será la del modelo “motor 1” con las siguientes particularidades:

Se presentará la velocidad de funcionamiento del motor expresada en Hz (o rpm), tanto si está en “Manual” o “Automático” (en este último caso, independientemente de estar dentro o fuera de secuencia).

Se podrá introducir la velocidad para el funcionamiento *manual* del “Automático”.

The image displays two side-by-side screenshots of a motor control interface. Both screens have a blue title bar and a grey background with white text and controls.

**Left Screenshot:**

- Top section: "DENOMINACION DEL EQUIPO" and "TAG DEL EQUIPO" (both empty).
- Second section: "Horas de funcionamiento". It has two input fields: "Parcial" (displaying "####") and "Total" (displaying "####"). Between them is a green button labeled "R".
- Third section: "Número de maniobras". It has two input fields: "Parcial" (displaying "####") and "Total" (displaying "####"). Between them is a green button labeled "R".
- Fourth section: "más Información" (button), a speech bubble icon, and "Velocidad" (displaying "## (Hz)").
- Bottom section: A mode selector with three buttons: "MARCHA", "PARO", and "SECUENCIA". The "PARO" button is highlighted with a green arrow pointing up.

**Right Screenshot:**

- Top section: Same as the left screenshot.
- Second section: Same as the left screenshot.
- Third section: Same as the left screenshot.
- Fourth section: Same as the left screenshot.
- Fifth section: Additional fields:
  - "Horas en secuencia" (displaying "####")
  - "Horas en manual" (displaying "####")
  - "Total" (displaying "####")
  - "Minutos en alarma" (displaying "####")
  - "Velocidad manual (Hz)" (displaying "##")
  - "Reset aut. Totalizadores" (displaying "####")
- Bottom section: Same as the left screenshot.

Ilustración 29- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad de referencia)



Ilustración 30- Subpantalla motores con variador (muestra de Velocidad feedback)

En este tipo de motores hay que tener en cuenta que el paso entre fuera y dentro de secuencia debe copiar la consigna de velocidad entre estados.

**Ejemplo:** estando el equipo en marcha a 45 Hz, si el operador decide ponerlo en “secuencia”, el equipo deberá entrar en la secuencia a 45 Hz para pasar posteriormente al estado que le consigne el PLC posteriormente.

**Ejemplo:** estando el equipo en secuencia a 43,8 Hz, el operador decide sacarlo de “secuencia” a “marcha”. En este caso, el PLC copiará esta última referencia de velocidad a la casilla de velocidad manual.

Asociado en general a la EXCEPCIÓN descrita en el punto 1 del apartado 2.1.1, puede que en ocasiones se desee añadir botones, (bien en campo con su correspondiente implicación en cableado de CCM, bien solo “lógicos” en la pantalla, bien ambos), para subir y bajar Hz/rpm mediante pulsos. Cada pulsación modificará la consigna de velocidad en saltos de 1 Hz salvo que ser requiera mayor precisión. En este caso la pantalla quedaría como se indica a continuación.



Ilustración 31- Ejemplo de motor con pulsadores de subir y bajar consigna de velocidad.

#### 4.9.5 Subpantalla de instrumentos de medidas generales

Este capítulo se refiere a la pantalla correspondiente a las mediciones de variables *TIPO 3* (ver apartado 3.2.3), es decir magnitudes físicas no asociadas a flujos por ejemplo, pH, temperatura, altura de un depósito, conductividad, pesos, turbidez, etc.

La pantalla a emplear será la siguiente:



Ilustración 32- Subpantalla instrumentos de medidas generales

El texto “ud.” reflejará las unidades de medida en que se indican el conjunto de valores del diálogo.

#### 4.9.6 Subpantalla de instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores

Si la medida se corresponde con un flujo, es decir, una señal *TIPO 4*, (ver apartado 3.2.4), es posible, y muy común, que se disponga adicionalmente de su totalización desde campo (señal *TIPO 2*).

En este caso la subpantalla a emplear parte de la definida en el anterior apartado añadiendo la totalización, tanto visualización de la señal directa recibida desde campo, como los parámetros necesarios para el adecuado "cálculo" en informes a partir del registro histórico de los valores de la medida de flujo (ver apartado 3.3).

"DENOMINACION DEL EQUIPO"		"TAG DEL EQUIPO"	
LÍMITE MÁXIMO	ud.	LÍMITE MÍNIMO	
####		####	
LÍMITES DE ALARMA			
ALARMA SUPERIOR	####	####	
PREALARMA SUPERIOR	####	####	
PREALARMA INFERIOR	####	####	
ALARMA INFERIOR	####	####	
PARÁMETROS DE FILTRADO			
PESO DEL FILTRO	####	####	
PARÁMETROS PARA INFORMES			
	diario	semanal	mensual
K <sub>Q→V</sub>	###	###	###
Ud.	###	###	###
Dec.	###	###	###
TOTALIZADOR		####	ud. tot.
Peso del pulso Totalizador		####	####
Reset aut. Totalizador		####	

Ilustración 33- Subpantalla instrumentos de medida de flujo y/o totalizadores

Esta subpantalla se empleará completa incluso cuando no se disponga de la medida de totalización desde campo. En este caso los parámetros referidos a dicho equipo de totalización estarán inactivos. Esto tiene por objeto no requerir cambios en la subpantalla si en un futuro se implementase dicha medida.

Asimismo, aunque es un caso mucho menos frecuente, esta subpantalla se implementará también completa para el caso de que existiese un instrumento totalizador en campo *sin medida de flujo asociada*. En este caso los registros inactivos serían los referidos a la medida de flujo, (es decir, gran parte de la subpantalla). Como en el caso anterior, el objeto de este requerimiento es no necesitar cambios en la subpantalla si en un futuro se implementase el medidor de flujo asociado a la magnitud que estuviera siendo totalizada.



## 5 TRATAMIENTO DE DEFECTOS Y EVENTOS

### 5.1 Visualización de defectos en pantalla principal

En la representación de cada recuadro de proceso se representará una campana blanca que parpadeará cuando exista algún defecto, alarma o emergencia en dicha parte del proceso. Se seguirá el siguiente código de color:

Solo Defecto o solo alarma: blanco/rojo.

Solo Emergencia: rojo/ amarillo.

Defecto y Emergencia: blanco/amarillo/rojo.



Se activarán de igual manera el icono de defecto que se repite en todas las pantallas de proceso siguiendo el mismo código de color.

### 5.2 Visualización de defectos y emergencias en pantallas de proceso

Cada vez que salte el defecto de alguno de los motores parpadeará en rojo/blanco su dibujo. Cuando se active la emergencia de alguno de los motores, su representación parpadeará en rojo/amarillo. En tercer lugar, en caso de coexistir el defecto y la emergencia, el motor parpadeará blanco/amarillo/rojo.

### 5.3 Pantalla de defectos, alarmas y eventos

Desde todas las pantallas de proceso, y desde la principal, se accederá a la pantalla de defectos y eventos pinchando en un icono (campana) dibujado a tal efecto.



El criterio general es que este icono parpadeará en rojo y amarillo y/o blanco según el criterio indicado anteriormente siempre que haya alarmas no reconocidas o bien activas<sup>42</sup>. No obstante lo anterior, y siempre que la plataforma lo permita, se codificará una consigna de sistema, (con nivel de acceso Alto), que active o desactive la notificación por parpadeo de las alarmas activas, es decir, que limite el parpadeo solo a la existencia de alarmas no reconocidas<sup>43</sup>.

---

<sup>42</sup> El objeto de este criterio, (activas o no reconocidas), es mantener el parpadeo siempre que haya **nuevas** alarmas. Es decir, aunque las alarmas hubieran desaparecido (inactivas) en tanto en cuanto un operador no las hubiera revisado (bien para reconocerlas bien para borrarlas), el icono continuaría avisando de su presencia.

<sup>43</sup> El objeto de este bloqueo es limitar la notificación solo a alarmas **estrictamente nuevas**. Es decir aunque haya alarmas activas, si estas ya han sido identificadas y marcadas como tales por el operador (han sido reconocidas), dejarían de activar la notificación. Este filtro puede ser útil si existen frecuentemente alarmas reales no solventables, (por ejemplo seta pulsada en un equipo en reparación), que no se quieren que enmascaren con su parpadeo la aparición de otras alarmas nuevas. Ténganse en cuenta que cualquier alarma nueva que aparezca siempre, además de activa, aparece como no reconocida.

El icono dará acceso a la denominada **Última ocurrencia de alarmas**. En esta pantalla se mostrarán, ordenados desde más reciente a más antiguo, exclusivamente el último evento de aparición de cada alarma. Desde esta pantalla de última ocurrencia se podrá acceder a la subpantalla de **Histórico (de alarmas y eventos)** que contendrá todo el listado histórico de alarmas.

El objeto de disponer de dos pantallas diferenciadas es:

- **Última ocurrencia de alarmas.** Mostrar al operario “básico” las alarmas activas y si han dejado de estarlo así como permitir la gestión de las mismas mediante el marcado como “Reconocidas” de las que se deseen o “Borrado” de los episodios ya completamente solventados. Solo se muestra la última ocurrencia para evitar que, en el caso de alarmas intermitentes, el listado crezca incontroladamente y un solo equipo enmascare, (ocupe con sus alarmas toda la pantalla), lo que pueda ocurrir con otros.
- **Histórico (de alarmas y eventos).** Permitir la investigación de sucesos en la planta. Por tanto, además de alarmas aparecerán también los eventos que se seleccionen. Además estos eventos aparecerán tantas veces como ocurran. No suele ser de uso habitual de operadores “básicos” de la planta.

#### 5.3.1 Última ocurrencia de alarmas

Mostrará exclusivamente listado de última ocurrencia de alarmas o defectos de toda la planta.

Cada defecto ocupará una línea en el listado y se indicará fecha y hora en que se produjo, (y en que dejó de producirse si la alarma ya no está activa), tipo de defecto, tag, descripción y valor actual de la variable.

Los eventos a recoger en esta pantalla son solamente situaciones extraordinarias, por tanto, en general serán:

- Superación de valores de alarmas y prealarmas.
- Defectos de equipos.
- Emergencia de equipos.
- Cualquier evento referido a situaciones de funcionamiento anómalo o extraordinario<sup>44</sup>.

Los textos que indiquen los defectos seguirán este código de colores:

- Defecto/alarma/emergencia activa sin reconocer: rojo.
- Defecto/alarma/emergencia activa y reconocida: naranja.
- Defecto/alarma/emergencia no activa y no reconocida: azul.
- Defecto/alarma/emergencia no activa y reconocida: gris claro.

Hay que tener en cuenta que las alarmas se pueden producir en cascada. El listado de alarmas las presentará todas<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> Por ejemplo, y enlazando con la seguridad de las secuencias globales (ver apartado 0), se señalaría como alarma el abandono de una secuencia no voluntariamente sino porque se hayan intentado arrancar equipos en manual cuando esto no era admisible.



A efectos de poder reconocer alarmas se dispondrá de al menos los siguientes botones:

- Reconocer seleccionadas.
- Reconocer no activas.
- Reconocer todas.

La desactivación de una alarma<sup>46</sup>, no supondrá nunca la modificación de su estado de reconocida o no. La reactivación de una alarma, en cambio, siempre supondrá restablecer su estado a “no reconocida”. Es decir, los eventos **nuevos** siempre estarán no reconocidos independientemente de cómo estuvieran con anterioridad.

Las alarmas que ya no estén activas se podrán borrar para limpiar el listado y facilitar su consulta y manejo. Los botones de borrado que habrá serán al menos:

- Borrar seleccionadas.
- Borrar reconocidas y no activas.

Las alarmas activas nunca se podrán eliminar del listado salvo que se trate de los eventos en los que no tiene sentido evaluar su estado de “no activos” (ver nota más adelante).

Además sobre este listado se podrá, al menos:

- Cambiar la ordenación entre:
  - Alarmas por tiempo (por defecto será la activa). Las más recientes las primeras.
  - Alarmas por tipo:
    - Primero las activas no reconocidas
    - Después las activas reconocidas.
    - Después las no activas no reconocidas.
    - Por último las no activas no reconocidas (Dentro de cada tipo ordenadas por tiempo).
- Filtrado de alarmas visibles por al menos los siguientes criterios:
  - Alarmas de toda la planta o bien por procesos.

**NOTA IMPORTANTE:** *Todo lo anterior es directamente aplicable a la gran mayoría de defectos / alarmas que dependen directamente de una señalización y por tanto es fácilmente identificable cuando están activos o no. Por ejemplo alarma por una boya de máximo que active y desactive su alarma correspondiente.*

*Sin embargo, hay que tener en cuenta que existen ciertos tipos de alarmas asociados a situaciones complejas, (marcha de ciertos equipos combinada con superación umbrales de alarma en una o varias sondas a la vez), cuya activación suele suponer, por seguridad, el paro de los equipos*

---

<sup>45</sup> Por ejemplo, la activación de un límite máximo (alarma que puede posteriormente tener un estado de desactivado), puede generar una parada “extraordinaria” con abandono de secuencia (alarma persistente sin posibilidad de “no activa”).

<sup>46</sup> Por ejemplo, deja de estar activa una boya de máximo.

*implicados<sup>47</sup> y por tanto la desactivación de uno de los criterios necesarios para la propia generación de la alarma.*

*En este tipo de alarmas puede ser difícil definir cuando dejan de estar activas, puesto que realmente solo se activan un instante, ya que por su propia definición con sistema parado no es posible la existencia de dichas alarmas.*

*Según cada caso, prestando especial atención a la peligrosidad intrínseca del evento generado e implicaciones en el proceso de la planta, deberá analizarse su tratamiento concreto a aprobar por la Dirección de obra tras propuesta por el Constructor. A continuación se indican potenciales opciones.*

- *Programar una lógica, igualmente compleja a la asociada a su activación, que rija su desactivación de forma automática pero desligada lógicamente del evento directo de paro del motor o motores. (No siempre será posible).*
- *Considerar dichas alarmas como persistentes, es decir que se mantendrán activas por siempre una vez generadas. En este caso se deberá disponer de algún botón de “reset” adicional para su desactivación manual y expresa por parte de un operario.*
- *No considerar dichas alarmas como persistentes, es decir, efectivamente se desactivan al generarse la parada de los motores, pero seguir señalándolas como activas en el listado. En este caso este tipo de alarmas serían una excepción a lo indicado anteriormente y se podrían “borrar” aunque siguiesen activas.*
- *No hacer nada, es decir, ser conscientes de que este tipo de alarmas virtualmente siempre van a aparecer como “no activas”, salvo que la pantalla se esté visualizando justo en el instante en que se están produciendo (<sup>48</sup>).*

### 5.3.2 Histórico (de alarmas y eventos)

Se accederá a él desde la pantalla anterior.

Dependiendo de las capacidades del hardware/software empleado, puede que solo tenga sentido su implementación completa en el SCADA, no en las pantallas táctiles asociadas a cada PLC. En estas pueden implementarse versiones con funcionalidad reducida o bien no implementarse en absoluto.

---

<sup>47</sup> Por ejemplo, el abandono “impuesto” de una secuencia global por los motivos indicados en la nota al pie nº 45 o el paro de un bombeo al detectarse una presión baja potencialmente relacionada con una rotura de la impulsión. El sistema marca dicha alarma como activa al producirse el evento y potencialmente se paran todos los equipos implicados por lo que la evaluación de que haya dejado de ocurrir el evento carece de sentido. No ha lugar marcar la alarma como “no activa”.

<sup>48</sup> No obstante cabe indicar que en caso de que se opte por esta alternativa, puede ser necesario de todas formas establecer un temporizador, aunque sea de corta duración, para retrasar la desactivación automática de la alarma puesto que una alarma totalmente instantánea puede no ser registrada adecuadamente dependiendo del sistema de automatismo empleado. (Esto ha sucedido de hecho en alguna instalación, no es solo una consideración teórica sino reflejo de una ocurrencia real).

El histórico, además de recoger las alarmas y defectos mostrados en el apartado anterior incluirá también los eventos que se seleccionen. En general se incluirán los siguientes:

- Entrada y salida de secuencia de equipos.
- Arranque y paro de equipos en secuencia.
- Arranque y paro de equipos en manual. (Es decir, y en relación con el anterior evento, hay que distinguir cómo se produce la operación de los equipos).
- Activación y desactivación de secuencias globales.
- Activación y desactivación de sondas de nivel.
- Activación y desactivación de finales de carrera.
- (En general registro de la activación y desactivación de todas las señales digitales de la planta).

El histórico también aparecerá codificado por colores y tipología de letra:

- Colores:
  - Cualquier evento “extraordinario” (es decir, recogido en el listado indicado en el apartado anterior): Rojo
  - Meter y sacar equipos de secuencia y activación o desactivación de secuencias globales: Azul.
  - Arranque y paro de equipos en secuencia: Verde.
  - Arranque y paro de equipos en manual (es decir, maniobras generadas por un operario): Naranja
  - Activación y desactivación de niveles o finales de carrera (y en general resto de eventos): Negro.
- Tipo de letra:
  - Línea referida a la activación: **Negrita**
  - Línea referida a la desactivación: *Cursiva*

Este histórico se podrá exportar o imprimir pudiendo seleccionar un rango de tiempo determinado. Por defecto se obtendrán los datos de las últimas 24 h.

El histórico tendrá el tamaño máximo posible permitido por las capacidades del sistema. Cuando se sature su almacenamiento, memoria o archivo se procederá a ir borrando automáticamente los eventos más antiguos, sin que tenga que existir intervención humana adicional de ningún tipo.

## 6 ALMACENAMIENTO DE DATOS

El almacenamiento de datos se realizará en un directorio distinto al de la aplicación que permita el salvado y/o copia de los mismos.

Los ficheros de datos se borrarán automáticamente cada cierto tiempo o por número máximo de ficheros para evitar llenar el disco duro.

Deberá avisar con antelación suficiente, mediante mensaje de alarma, previamente a su eliminación. El tiempo de aviso debe ser el suficiente para que el operador efectúe las operaciones de salvado antes del borrado automático.

El borrado automático comenzará por los ficheros más antiguos.

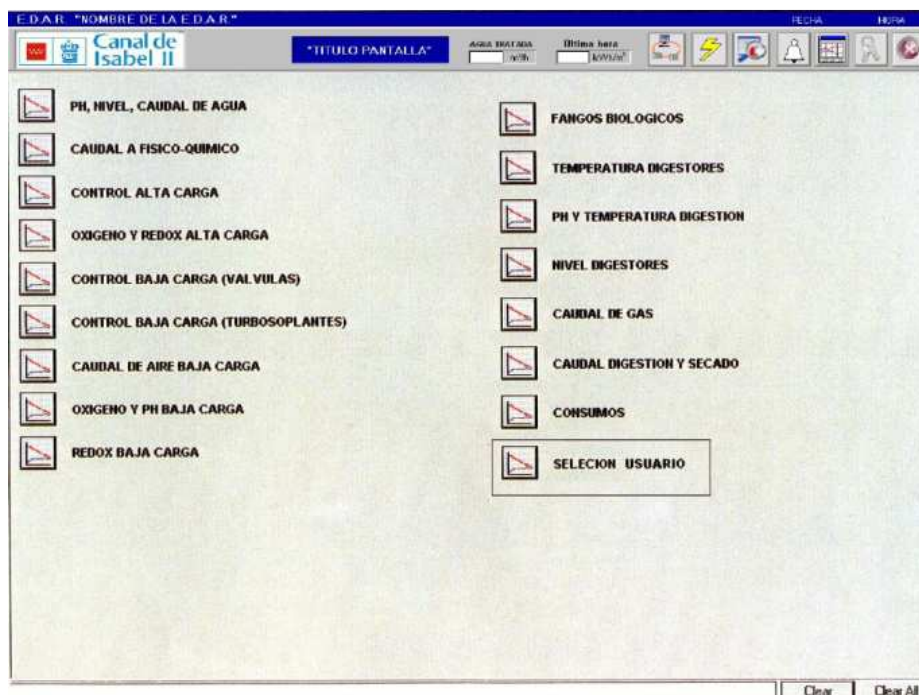
## 7 VISUALIZACIÓN DE GRÁFICAS

El sistema permitirá visualizar graficas en tiempo real y consultar históricos. Se dispondrá de consultas preconfiguradas y, al menos, una consulta configurable, donde se podrán representar las variables digitales siguientes:

Marcha de equipos.

Interruptores de nivel, finales de carrera, etc.

Consignas de velocidad para variadores de velocidad.



## 8 GENERACION DE INFORMES

Los informes se generarán a partir de los datos históricos almacenados (ver apartado 6). Se accederá a la aplicación a través del icono 5 descrito en el apartado 4.1.1.

Dependiendo de las capacidades del sistema empleado, esta pantalla puede que, o bien solo sea accesible desde el SCADA, no desde las pantallas locales de los diversos PLCs, o bien que dentro de estas últimas tenga funcionalidad limitada, por ejemplo, solo visualización de informes, sin posibilidad de impresión o de salvado de los mismos.

La pantalla principal de la generación de informes permitirá seleccionar y configurar el informe deseado. Todos los informes serán a petición del operador y se presentarán primero en pantalla, donde se tendrá la posibilidad de imprimirlos o guardarlos.

Ilustración 34- Pantalla general de informes

La pantalla de generación de informes tiene las siguientes partes o zonas:

- Nombre del informe. Cuadro para poder poner el nombre del informe.
- Botones de “Cargar”, “Guardar” y “Guardar como” plantillas de informe. Si se pulsa cargar se abre una lista que muestra las plantillas de informe que se hayan guardado previamente. Cuando se cargan dichas plantillas, los datos correspondientes aparecen en el panel inferior y en el nombre del informe <sup>(49)</sup>. Los botones de “Guardar” y “Guardar como” solo estarán activos para los usuarios de nivel Alto (ver apartado 9).
- Panel superior. Listado de TODAS las señales/variables disponibles en la planta. Siempre que sea posible según la plataforma empleada, aparecerán agrupadas por equipos, zonas de la planta, etc. No obstante al menos debe aparecer su tag y su descripción <sup>(50)</sup>.
- Panel inferior. Listado de las señales/variables seleccionadas para el informe que se esté creando. Estas variables se seleccionarán desde el panel superior (lo que significaría incorporarlas al informe) bien con botones de añadir/eliminar, bien con doble click, bien arrastrándolas, o bien mediante todos estos métodos simultáneamente u otros análogos. Igualmente se podrán

<sup>49</sup> **Potencial formato de las plantillas de informe.** Evidentemente el programador podrá emplear el formato que considere según el sistema de software/hardware empleado. No obstante como simple sugerencia se indica que las plantillas de informe pueden ser simplemente documentos de texto en que su nombre sea el “Nombre del informe” y su contenido sea el listado de los Tags de las señales a mostrar en el orden que se quieran mostrar (por ejemplo conteniendo un Tag por línea).

<sup>50</sup> En el ejemplo de la Ilustración 34, se han representado además un campo que indicaría el tipo de variable o señal según lo indicado en el apartado 3.2, y por ejemplo otro campo que indicaría la zona de planta a que está adscrita esa variable.

eliminar del mismo repitiendo el proceso en sentido contrario es decir, *desde el panel inferior al superior*.

Además, en esta parte inferior, se deben poder reordenar según como se quiere que aparezcan dentro del informe bien mediante botones de subir/bajar, bien mediante arrastre a su nueva posición.

- Zona de generación de informe:
  - Fecha de inicio del informe.
  - Botones de diario, semanal o mensual para generar un tipo u otro.

**Aclaración sobre la fecha de inicio:** *Dependiendo del tipo de informe diario, semanal o mensual, el comportamiento de la fecha de inicio será diferente:*

- *Diario. Se representarán los datos del día introducido.*
- *Semanal. Se representarán los datos de la semana estándar que contenga a la fecha de inicio. La fecha de inicio se modificará automáticamente a la del lunes correspondiente<sup>51</sup>.*
  - **POTENCIAL EXCEPCIÓN A AUTORIZAR POR EL CYII:** *Este comportamiento que se acaba de describir implica codificar, si no lo tuviere, el día de la semana dentro del PLC/SCADA. Esto puede ser complicado de ejecutar. Con autorización expresa se podrá aceptar que, en vez de representar la semana estándar, se representen simplemente los 7 días que empiecen en la fecha de inicio indicada.*
- *Mensual. Se representarán los datos del mes correspondiente a la fecha. La fecha de inicio se modificará automáticamente al 1 del mes correspondiente<sup>52</sup>.*

De esta forma, en la misma pantalla se puede:

- Generar plantillas de informes personalizados “al vuelo”.
- Cargar plantillas de informes previamente guardadas.
- Personalizar las plantillas de informes recién cargadas.
- Guardar las nuevas plantillas de informes personalizadas como nuevas plantillas o incluso sobre-escribir la previamente cargada.
- Generar y visualizar el informe que se tenga configurado en pantalla para el tipo que se seleccione, (diario, semanal, mensual), y la fecha indicada independientemente de que se haya guardado o no la plantilla que lo genera.

Una vez seleccionado el informe y presionado el correspondiente botón de generación, este será generado salvo que se haya especificado una fecha incorrecta porque no exista, sea futura o sea tan antigua que ya no se dispongan de datos guardados. En cualquiera de estos casos se mostrará una ventana informativa de error.

En caso de que existan datos parciales, por ejemplo petición de datos para el día de hoy, o la semana o mes en curso, sí se generará el informe dejando en blanco las filas correspondientes a los subperiodos para los que no existen datos.

---

<sup>51</sup> Es decir, si se introduce una fecha que se corresponde con un jueves, se mostrarán los datos, desde el lunes hasta el domingo, de la semana que contiene a ese jueves.

<sup>52</sup> Es decir, el 6 de marzo de 2010 y el 25 de marzo de 2010 generan el mismo informe, el correspondiente a marzo de 2010.

El informe generado consistirá en una serie de columnas, (una por cada variable seleccionada), que contendrán el análisis de datos solicitado. Se añadirán tantas páginas como sean necesarias para cubrir todas las variables seleccionadas. En cada hoja se mostrará tanto el nº de página particular como el total generado. Las columnas de las variables aparecerán ordenadas según como estén seleccionadas en el panel correspondiente de la ventana de generación de informes.

Según el tipo de variable seleccionada (ver apartado 3), esta tendrá un tipo de columna específico. A continuación se muestra una pantalla tipo de ejemplo con las cuatro columnas posibles.

Nombre del informe:

Tipo de informe:

Fecha inicio:

Fecha fin:

Impreso el:

	Digitales de estado (OFF/ON) Variable TIPO 1		Totalizadores Var. TIPO 2	Medidas generales (señales analógicas) Variable TIPO 3			Medidas de flujo (señales analógicas) Variable TIPO 4			
Tag equipo										
Descripción equipo										
Tag señal										
Descripción señal										
Ud										
Valor inicial										
Valor final										
<b>Subperiodo</b>	<b>Horas</b>	<b>Maniobras</b>	<b>Parcial</b>	<b>Medio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Totalizado</b>	<b>Medio</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Subperiodo 1										
Subperiodo 2										
...										
...										
Subperiodo n										
<b>Total del periodo</b>										

Página

de

Ilustración 35- Informe tipo

El significado de cada uno de los campos es:

- Campos generales.
  - **Nombre del informe:** El nombre que tuviere asignado el informe.
  - **Tipo de informe:** Diario, Semanal o Mensual, según se haya seleccionado.
  - **Fecha inicio:** Fecha de inicio del informe corregida si fuera necesario según lo indicado anteriormente.
  - **Fecha fin:** Fecha final del informe. Para informes diarios, será igual que la fecha de inicio.
  - **Impreso el:** Fecha de solicitud y generación del informe, (fecha actual del sistema al generar el informe).
  - **Página ### de ###:** Conteo de páginas del informe generado y total de las mismas.
- Campos de variable o señal.
  - **Tag equipo.** Si existiera, Tag de programación que identifica al equipo al que está asociada la variable. Si la variable o señal no estuviera asociada a ningún equipo en concreto, por ejemplo una señal de una consigna global, se dejaría en blanco.
  - **Descripción equipo.** Igual que la anterior pero con la descripción larga del equipo.

- **Tag señal.** Tag de programación identificativa de la señal.
- **Descripción señal.** Descripción larga de la señal.
- **Ud.** Texto con las unidades de medición de la señal<sup>53</sup>.
  - En señales *TIPO 1*, dado que no tienen unidades, (ver apartado 3.2.1), se marcará con “-----”.
  - En señales *TIPO 2* y *3* y en la parte derecha de las señales *TIPO 4*, (sobre el texto de Medio/Mínimo/Máximo), aparecerá el texto almacenado en el metadato *UNIDAD* (ver apartado 3).
  - En la parte izquierda de las señales *TIPO 4*, (sobre Totalizado), aparecerá el texto almacenado en el metadato *UNIDAD TOTALIZADA* correspondiente al informe que se haya solicitado.
- **Valor inicial y valor final.** Solo tiene sentido para totalizadores (*TIPO 2*), en el resto se marcará “-----”. Se indicará el valor que presenta la variable al principio y al final del periodo.
  - **POTENCIAL EXCEPCIÓN A AUTORIZAR POR EL CYII.** *Se podría requerir también representar el valor de inicio y fin para el resto de tipos de variables, aunque normalmente carece de sentido saber el valor exacto de las mismas justo a las 0:00 y a las 24:00 horas de los días que fueren, que es lo que se obtendría.*  
*En cualquier caso, en la columna “Totalizado” de las variables TIPO 4, siempre aparecerá “-----”, dado que al estar obtenido siempre por cálculo sobre el registro del flujo, es imposible determinar su valor inicial y final.*
- **Subperiodo.** En cada informe habrá tantas filas de datos como subperiodos en que se divida cada uno. El nombre específico de cada subperiodo aparecerá en la izquierda sustituyendo el texto “Subperiodo xx” del ejemplo.
  - Informe diario. Los subperiodos serán horarios. Por tanto habrá 24 subperiodos etiquetados “0:00 - 1:00”, “1:00 – 2:00”, ..., “23:00 – 24:00”.
  - Informe semanal. Los subperiodos serán diarios. Por tanto habrá 7 subperiodos etiquetados con su correspondiente fecha. (Ej. de “07-mar-2010” a “13-mar-2010”).
    - **POTENCIAL VARIANTE A EFECTUAR POR EL ADJUDICATARIO.** *Los informes semanales tienen solo 7 subperiodos frente a los 24 de un informe diario y a los 31 de uno mensual. Por tanto se considera óptimo mejorar el aprovechamiento de las hojas incluyendo DOS filas de variables por cada hoja dado que hay suficiente hueco.*
  - Informe mensual. Los subperiodos serán diarios. Por tanto, según mes habrá 28, 29, 30 o 31 días. No obstante para evitar tener que generar subinformes especiales según el “tipo” de mes, se generará siempre un informe con 31 filas dejando en

---

<sup>53</sup> Aclaración: Como se indica al final del apartado 3.2.2, pueden haberse generado totalizadores (*TIPO 2*) de horas y maniobras. En estos totalizadores, el texto que aparecerá en la casilla correspondiente a la “Ud” será lógicamente el almacenado en el metadato correspondiente. Si este está mal relleno, aparecerá mal en el informe. Se está haciendo un proceso estándar y “tonto” de señales, no se obliga al PLC/SCADA a identificar “inteligentemente” que dicha variable concreta de totalización está acumulando en particular horas o maniobras.



blanco los últimos días que puedan no aplicar. La etiqueta de los subperiodos será simplemente “1”, “2”, ..., “30” y “31”.

- **Total del periodo.** Se mostrará el resumen total para todo el periodo.
- Valores a mostrar para cada subperiodo y total del periodo.
  - **Horas** (variables *TIPO 1*). Se mostrará el computo horario en que la variable digital ha estado en ON (1), sin decimales.
  - **Maniobras** (variables *TIPO 1*). Se mostrará el nº de veces que la variable ha pasado de OFF (0) a ON (1), lógicamente sin decimales.
  - **Parcial** (variables *TIPO 2*). Se efectuará el cálculo del valor final menos el valor inicial del correspondiente totalizador en cada periodo o subperiodo. Se empleará el nº de decimales indicado por el metadato *Nº UNIDADES* asociado a la señal (ver apartado 3).
  - **Medio, Mínimo y Máximo** (variables *TIPO 3 y 4*). Se efectuará el cálculo del valor correspondiente en cada periodo o subperiodo. Análogamente al anterior, se mostrará el nº de decimales que indique el metadato *Nº UNIDADES*. Es necesario prestar atención al correcto cálculo del valor medio según se justifica en el apartado 3.3.
  - **Totalizado** (variables *TIPO 4*). Se efectuará y mostrará el cálculo de integración y totalización según se indica en el apartado 3.3 para cada periodo o subperiodo. Se empleará el nº de decimales que indique el correspondiente metadato *Nº UNIDADES TOT* asociado a la variable y al tipo de informe que se está generando.

Una vez generado el informe en pantalla aparecerá un cuadro de dialogo que permita “Imprimir” o “Guardar como” el informe.

#### **Aclaraciones importantes:**

- *Asociadas a las variables TIPO 1 (Digitales de estado) y a las TIPO 4 (Medidas de flujo), pueden existir Totalizadores (TIPO 2) precalculados, bien por el PLC (por ejemplo, respecto a las horas de funcionamiento de cada equipo), bien por equipos externos (por ejemplo el volumen trasegado informado por un caudalímetro, adicionalmente a la propia señal de caudal).  
Seleccionando ambas, el presente modelo de informe permite representar a la vez los datos del totalizador “real” junto con la totalización “calculada al vuelo” sobre la variable asociada. Esto permite disponer de una potencial comprobación de la bondad de ambas señales relacionadas.*
- *Además, con objeto de controlar, registrar y visualizar adecuadamente cierto tipo de eventos, puede ser necesario configurar variables especiales adicionales (fundamentalmente TIPOS 1 y 2). En el propio apartado 3.2.1, al final del mismo, se indican de hecho varias que es obligatorio generar en todas las instalaciones, sin perjuicio de las que también pudieran aparecer por necesidades específicas.*

Finalmente, el botón situado abajo a la derecha permite efectuar el acceso a los diferentes informes especiales adicionales que puedan haberse establecido según se describen a continuación.

## 8.1 Informes especiales adicionales. Ejemplo: Carreras de lavado de filtros

La generación de informes mostrada es absolutamente estándar y ofrece una información genérica variable por variable de planta. Por ello algunas veces puede no ser suficiente para el control de ciertos procesos donde los informes deben recoger otros tipos de información. El Canal de Isabel II Gestión se reserva el derecho a solicitar la creación de tantos informes complementarios especializados como pueda ser necesario por proceso y planta.

Como ejemplo aclaratorio conviene mencionar uno muy frecuente sobre información de las carreras de lavado de filtros. Además este tipo de informe es fácilmente extrapolable con las modificaciones que sean necesarias para otros procesos que estén dominados por ciclos de operación y limpieza o maniobras auxiliares de restauración a sus condiciones iniciales.

Por convenio, (aunque planta por planta se pueden establecer variantes), asociados a cada filtro se van a definir tres temporizadores:

- **Carrera total del filtro.** Temporizador cuyo reseteo está asociado a un evento intrínsecamente asociado al lavado, (en general se escoge la apertura de la válvula de aire<sup>54</sup>), independientemente de que este lavado se efectúe en secuencia o de forma manual por un operario.  
Este temporizador siempre está contando y por tanto en cada instante informa sobre cuánto tiempo ha transcurrido desde el último lavado independientemente de si el filtro está operando o no.
- **Carrera de filtración en secuencia.** Temporizador cuyo reseteo se produce a la vez que el anterior, pero que solo cuenta si se dan concomitantemente las siguientes condiciones<sup>55</sup>:
  - Filtro en funcionamiento en secuencia<sup>56</sup>.
  - Filtro operando en fase de filtración.
- **Carrera de filtración en secuencia con filtro limpio.** Exactamente igual que el anterior pero además restringido a que el filtro esté operando sin que se hayan alcanzado las condiciones que marcan su entrada en cola de lavado (o sin que haya sido puesto en cola de lavado a voluntad del operario: “forzar lavado”). Es decir, deja de contar en aquellos filtros que sigan filtrando pero se encuentren en “espera de lavado” por cualquier causa.

Según la definición efectuada se puede comprobar cómo los tres contadores han de ser estrictamente decrecientes, es decir, siempre la carrera total del filtro es mayor que la carrera de filtración en secuencia y esta última es a su vez mayor (o a lo sumo igual) que la carrera de filtración en secuencia con filtro limpio.

---

<sup>54</sup> Es decir el temporizador de carrera total se resetea cuando la válvula de aire de lavado alcanza su final de carrera de abierta.

<sup>55</sup> Este temporizador solo se resetea con el anterior. Por tanto, los potenciales ciclos de parada y arranque del filtro entre dos lavados que se pudieran producir por cualquier causa, (pruebas fundamentalmente), simplemente acaban sumados. A efectos del informe no se distingue si, entre dos lavados, el filtro ha funcionado 10 horas seguidas o si realmente fue en dos tandas de 3 y 7 horas con un intervalo de paro en medio.

<sup>56</sup> Este criterio significa que si el filtro se operase en manual NO se registraría ningún tiempo de operación, pero esta situación es extremadamente extraña. Lo que sí puede ser habitual es que los lavados se efectúen manual por cualquier causa.

El informe propuesto se basa en registrar cada una de los ciclos que el temporizador de la carrera total se resetea. En ese instante se ha completado una carrera y, para ella, se puede registrar inequívocamente cual ha sido la duración final de los contadores.

A su vez para filtrar operaciones manuales no estándar que puedan ocurrir durante los lavados, automáticamente se deben descartar a todos los efectos aquellas carreras cuya duración total sea menor de un determinado valor (por ejemplo una hora)<sup>57</sup>. De esta forma se evita que una apertura-cierre-apertura sucesivo de la válvula de aireación genere un dato de carrera con una duración ridículamente baja.

El esquema de informe resultante sería el siguiente:

Nombre del Informe: Carreras de filtración en la batería de filtros XXXXXXXX

Tipo de informe:

Fecha ini:

Fecha fin:

Impreso el:

RESUMEN		Carrera total (h)			C. operativa en secuencia (h)			C. operativa con filtro limpio (h)		
	Nº carreras	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.	Mín.	Med.	Máx.
Filtro 1										
...										
...										
Filtro n										

#### DETALLE DE CARRERAS POR FILTRO

Nº Filtro	Carrera nº	Duración carreras (h)			Nº Filtro	Carrera nº	Duración carreras (h)		
		Total	Filtrando	Limpio			Total	Filtrando	Limpio
1	1				k+1	1			
1	2				k+1	2			
1	...				k+1	...			
1	n <sub>1</sub>				k+1	n <sub>k+1</sub>			
2	1				k+2	1			
2	2				k+2	2			
2	...				k+2	...			
2	n <sub>2</sub>				k+2	n <sub>k+2</sub>			
...	...				...	...			
k	1				n	1			
k	2				n	2			
k	...				n	...			
k	n <sub>k</sub>				n	n <sub>n</sub>			

Página de

Ilustración 36- Informe de carreras de filtración

En el informe mostrado todos los temporizadores se muestran en horas y con un decimal de precisión es suficiente para la monitorización buscada<sup>58</sup>.

<sup>57</sup> Este valor de corte deberá ser un parámetro abierto modificable por el usuario de nivel Alto.

<sup>58</sup> En todo lo que se ha escrito en este apartado se ha efectuado una descripción funcional basada en la definición de unos temporizadores. No obstante, salvo que el Canal de Isabel II Gestión exija la representación del valor real instantáneo de dichos temporizadores en las pantallas de control de los filtros, (bien como información directa bien como información avanzada según se recoge en el apartado 4.2.10), podría no ser necesario la definición de dichas variables de temporización sino que los tiempos a registrar en el informe se pueden **deducir** del registro histórico de otras variables. Como ejemplos:

- La Carrera Total, es directamente calculable a partir del registro del final de carrera de abierto (variable tipo 1) de la válvula de aire correspondiente. Se debe reflejar simplemente el tiempo que transcurre entre los diversos eventos de activación de dicha señal.
- Las otras dos carreras pueden estar representadas por variables de estado (bien tipo 1 bien tipo 2, ver comentarios al respecto en apartado 3.2.1), y como tal quedar registradas en el histórico de datos. Por

(Las notas a pie continúan en la siguiente página)

## 9 NIVELES DE ACCESO

Se establecerán tres niveles de acceso, de forma que el superior asume los permisos del nivel inferior. En los niveles bajo y medio estará restringido el acceso a otras aplicaciones ajenas al supervisor:

Bajo: Solo permite visualización y navegación por las pantallas. Este será el nivel por defecto.

Medio: Permite maniobras y cambio de puntos de consigna.

Alto: Permite cambio de parámetros, de rangos de alarma, salvado de datos y plantillas de informes, metadatos de variables respecto a informes, parámetros de interfaz de señales con equipos de campo (totalizadores a pulsos y analógicas), descripción de los equipos y señales, configuración general del sistema y salida de la aplicación al sistema operativo.

Si el sistema permanece inactivo durante cinco minutos pasará automáticamente al perfil “bajo”. El acceso al resto de los niveles estará protegido por contraseña.

## 10 DOCUMENTACIÓN, COPIAS DE SEGURIDAD Y LICENCIAS

### 10.1 Documentación

En los manuales de operación y mantenimiento se debe incluir la información completa del desarrollo del sistema de control que contenga al menos los siguientes puntos:

Implantación de los armarios de PLC:

Descripción de elementos instalados en el armario de PLC.

Planos eléctricos del propio armario.

Esquemas eléctricos de interconexión del armario de PLC con el resto de la instalación de la Planta.

Listado de señales digitales y analógicas.

Programación de los PLC:

Listados de asignaciones físico-lógicas de las señales de entrada y salida.

Listados de los índices numéricos asignados a los motores.

Descripción del mapa de memoria y agrupación de variables.

Descripción de las diferentes subrutinas de control.

Descripción del fichero principal y llamadas a subrutinas.

---

tanto para calcular ambos tiempos basta evaluar cuando dichas variables presentan el valor que fuere adecuado dentro de cada uno de los periodos de la Carrera Total.

Este documento no fija por tanto como efectuar dicha generación de informes. El procedimiento exacto dependerá de la preferencia del programador y/o las capacidades de la plataforma de hardware y software empleada.

Supervisores: descripción detallada de los links de la aplicación de supervisión con otras aplicaciones externas (ODBC, etc.).

Manual de usuario para el personal de la planta.

Listado de valores inicialmente asignado a todas las variables de la planta. Es especialmente importante para registro de los parámetros asociados a PIDs y otras funciones internas, dado que existirá capacidad de manipulación de las mismas según se recoge en el apartado 4.2.9.

## **10.2 Copias de seguridad**

Se entregará copia de seguridad en formato óptico (CD) de los distintos programas de PLC, aplicaciones de supervisión y paneles de operador. Los ficheros no estarán protegidos por clave y todos los programas estarán comentados.

Esta copia se realizará en presencia de Dirección de Obra o en quién este delega tal función.

## **10.3 Licencias**

Todo el software instalado en los ordenadores de supervisión y el utilizado para el desarrollo de las aplicaciones quedará registrado al Dpto. De Explotación correspondiente, licenciándose en el momento de la recepción, y nunca durante la obra, de forma que en el registro del fabricante indique:

Canal de Isabel II Gestión.

Denominación de la Planta.

División a la que pertenece y la zona si fuera necesario.

Usuario, utilizando como genérico la denominación de "Operador de ordenador".

Departamento de explotación.

Los embalajes originales de software conteniendo los CD's y manuales originales, serán recepcionados por el Departamento de obras que esté dirigiendo el proyecto.

## 11 GUÍA RÁPIDA DE VARIANTES TÍPICAS SEGÚN TIPOS DE INSTALACIONES

Criterios generalmente adoptados por tipo de instalación	E.D.A.R.	E.T.A.P.	Bombeo
			Suelen ser CCMs de pocos motores, (las bombas), pero gran potencia situados junto a la sala de bombas. Suelen aplicarse criterios claramente diferenciados por este motivo.
CCM extraíble	En general SÍ.	En general SÍ.	En general NO
Variante "Marcha – Paro" en selector de mando (2.1.1 - 1.a)	En general NO. En ciertos equipos SÍ.	En general NO. En ciertos equipos SÍ	En general SÍ.
Ubicación del selector de mando "Manual – 0 – Automático"	A pie de cada equipo, junto a la seta de emergencia. Los cubículos de CCM carecen de operación.	A pie de equipo, junto a la seta de emergencia. (Esta no es la disposición más común en las plantas actuales, suele estar en el CCM).	En CCM, es decir sala de control. A pie de equipo solo está la seta de emergencia (y potencialmente los botones "Marcha – Paro" duplicados si no hay visibilidad).
Eliminación por seguridad del rearme automático de defectos en CCM (2.1.1 - 1.b)	En general NO.	A decidir.	En general SÍ (Dado que se emplean botones de "Marcha" y "Paro")
Comportamiento ante fallos de la lógica programada (4.8.2)	En general rearme automático (El selector lógico mantiene su posición)	A decidir.	En general paro del equipo (El selector lógico salta a "Paro")
Solape de funcionamiento en paso entre Manual y Automático ("0 – Manual – Automático") (2.1.1 - 3)	En general NO. Si se requiere solape de funcionamiento en equipos grandes (bombeos) se podrá hacer siempre mediante la funcionalidad estándar de paso entre dentro y fuera de secuencia manteniendo estado de funcionamiento, con el selector en "Automático"	En general NO. Si se requiere solape de funcionamiento en equipos grandes (bombeos) se podrá hacer siempre mediante la funcionalidad estándar de paso entre dentro y fuera de secuencia manteniendo estado de funcionamiento, con el selector en "Automático"	En bombas, a estudiar. Por homogeneidad con instalaciones existentes puede que si se emplee. Hay que prestar atención a como efectuar la adecuada copia de las potenciales consignas entre PLC ("Automático") y lógica puramente cableada ("Manual"). En válvulas/compuertas NO.
PLC recibe información de cada defecto. No se agrupan los defectos en uno genérico. (2.1.1 - 4)	En general NO es necesario, basta con defectos agrupados.	En general NO es necesario, basta con defectos agrupados.	En general SÍ.
Pulsadores de apertura y cierre de válvulas y compuertas automantenidos o de un pulso (2.1.1 - 6)	En general NO. Pueden aparecer en compuertas con grandes tiempos de apertura.	En general NO. Pueden aparecer en compuertas con grandes tiempos de apertura.	En general SÍ con la variante de un pulso (botones de Abrir, Cerrar y Parar).
Botones de Subir y Bajar referencia de velocidad en variadores	No existen generalmente. Se introduce referencia numérica de velocidad o se cambia esta en el variador.	No existen generalmente. Se introduce referencia numérica de velocidad o se cambia esta en el variador.	A decidir. Por homología con parte de las instalaciones puede continuar implementándose.
Contactores de protección de la electrónica de potencia (2.1.1 - 10)	En general NO.	A decidir.	En general SÍ.

## 12 PANTALLAS DE EJEMPLO

Se representan a continuación algunas pantallas a modo de ejemplo para que puedan tomarse referencias para el desarrollo las pantallas del proyecto a realizar. El objetivo perseguido es mostrar la distribución del proceso por las distintas pantallas, así como, la distribución de los equipos dentro de una pantalla.

Cada unidad de tratamiento se presentará en una pantalla.

Como norma general se presentarán en la parte central los elementos y motores representativos de la unidad de tratamiento. Todos los elementos auxiliares se situarán en la parte inferior separados por recuadros y con un título descriptivo.

Cuando existan varios motores iguales se incluirá junto a cada motor un número que identificativo y coherente con su tag.

Los colores de las líneas de flujo deberán ajustarse a los descritos en el apartado “4. REPRESENTACIONES GRÁFICAS” del presente documento, y no a los que aparezcan en las pantallas aquí representadas.

En caso de que existan discrepancias entre las pantallas y las descripciones textuales del presente documento, prevalecerán las pautas descritas en el texto.

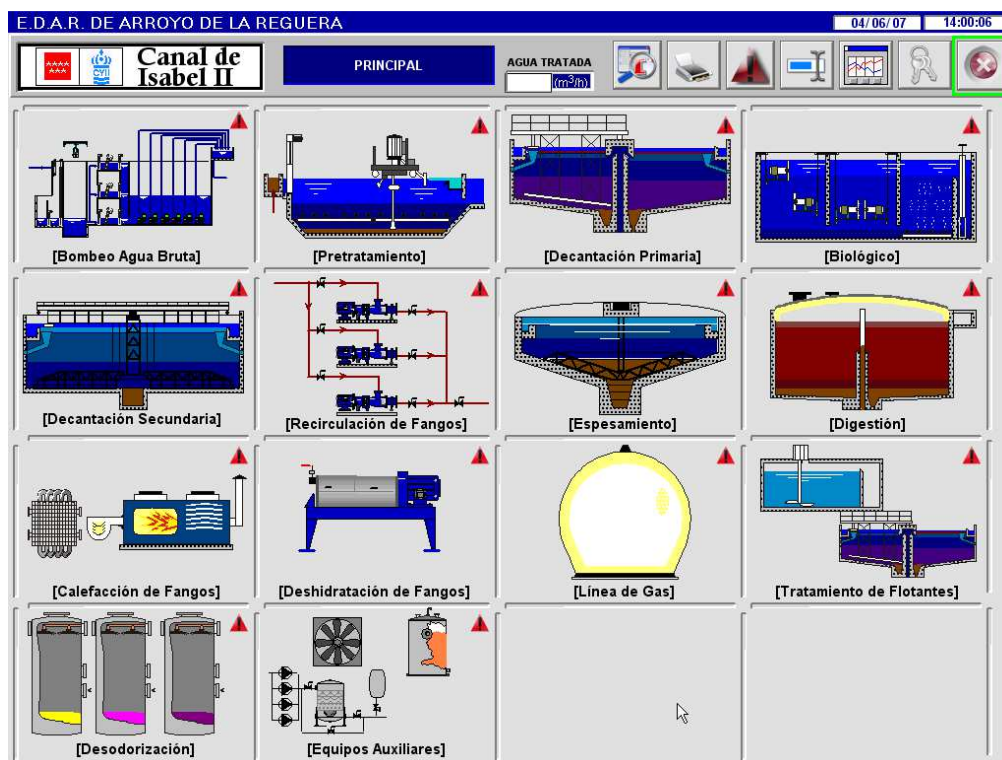


Ilustración 37- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla principal

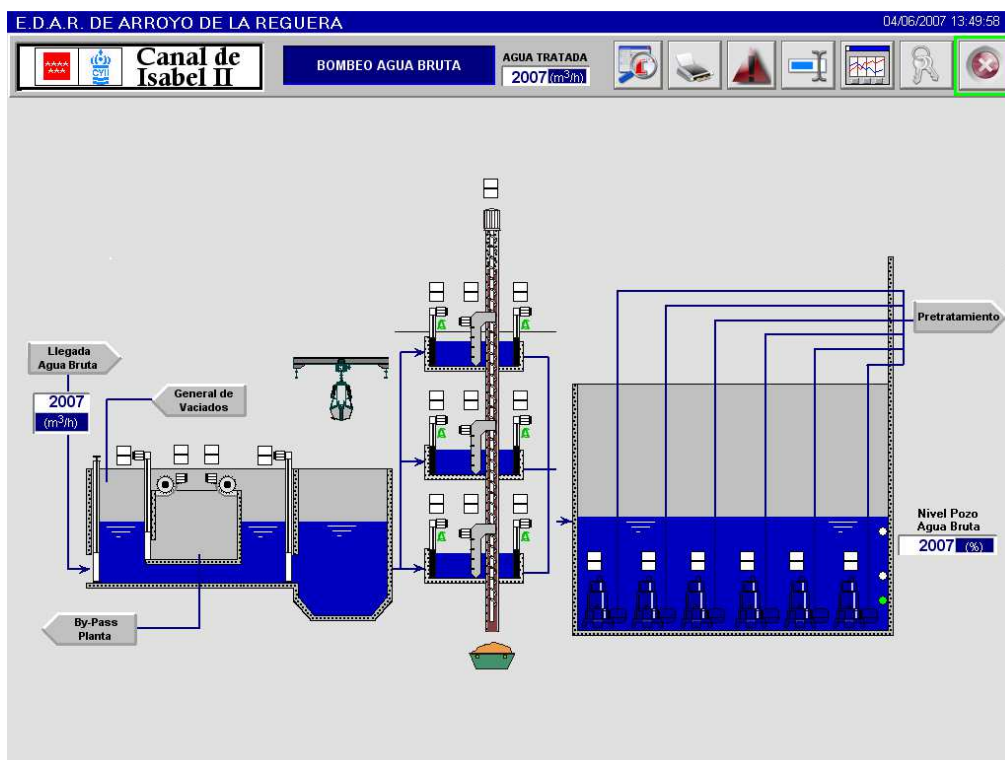


Ilustración 38- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Bombeo

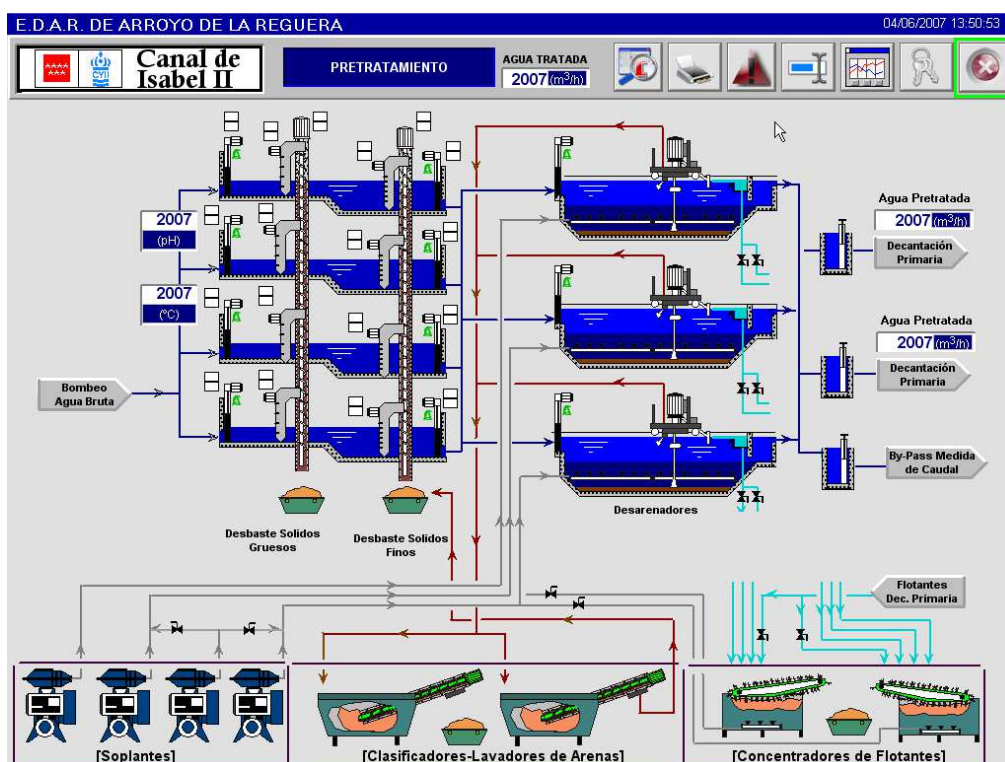


Ilustración 39- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Pretratamiento



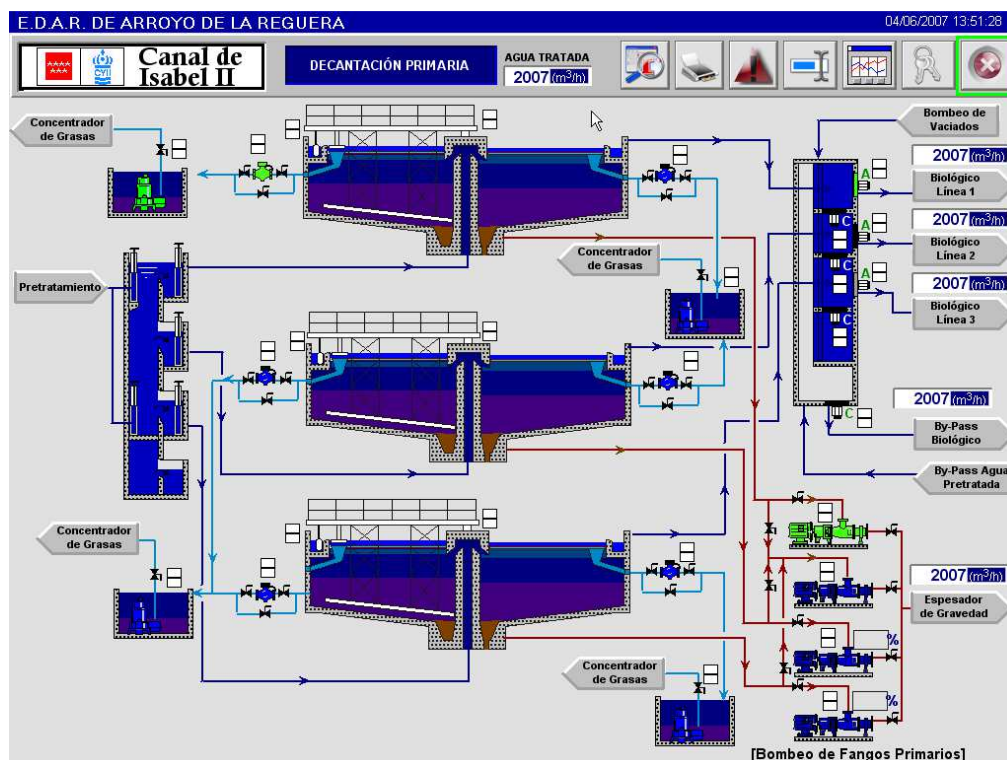


Ilustración 40- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Primaria

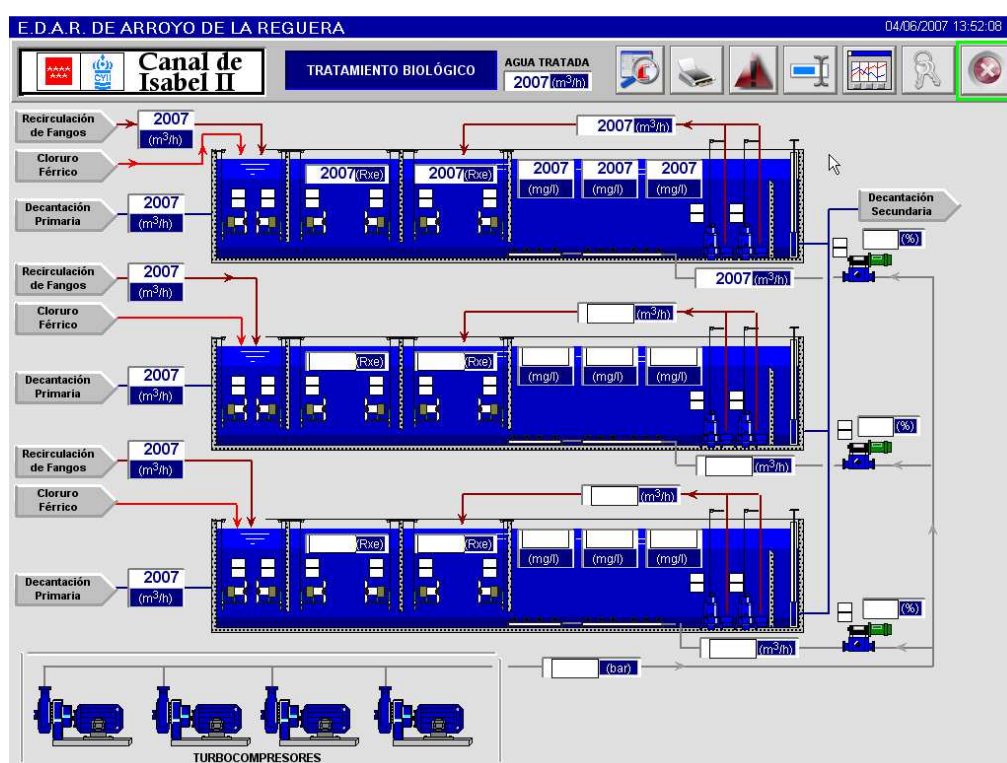


Ilustración 41- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Biológico

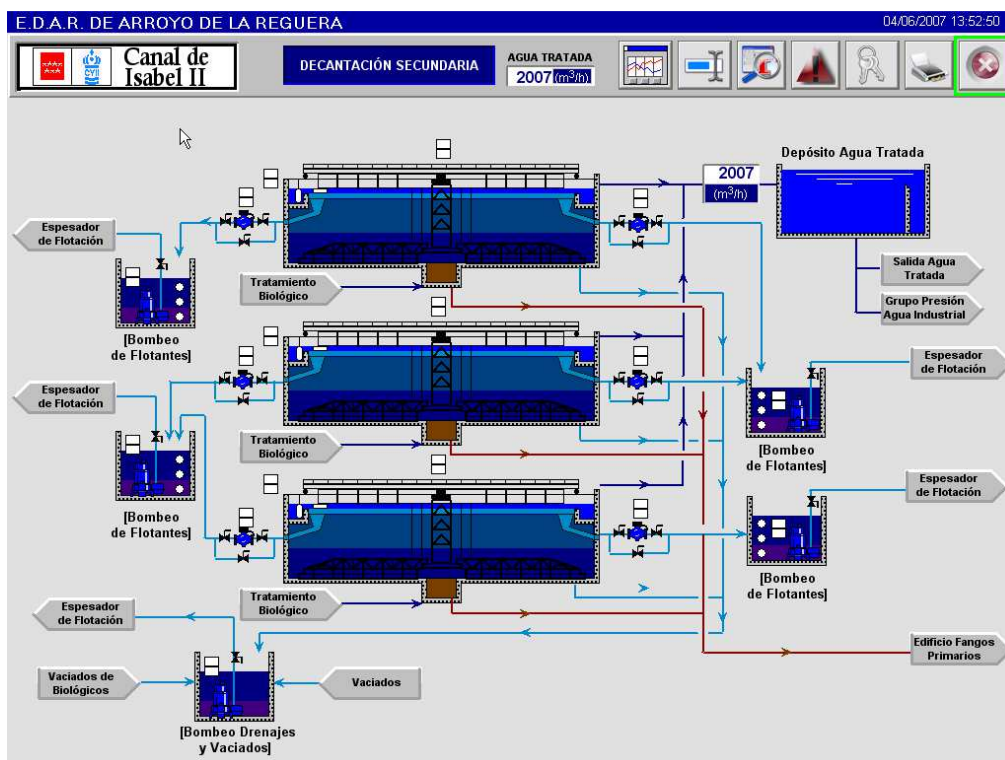


Ilustración 42- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Decantación Secundaria

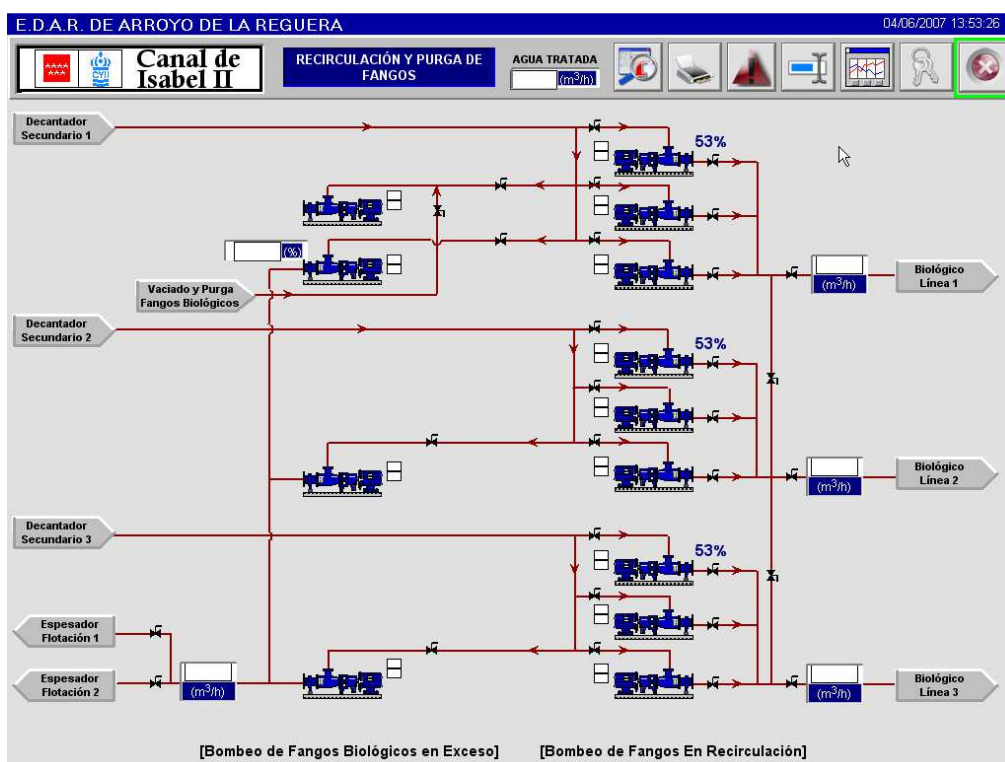
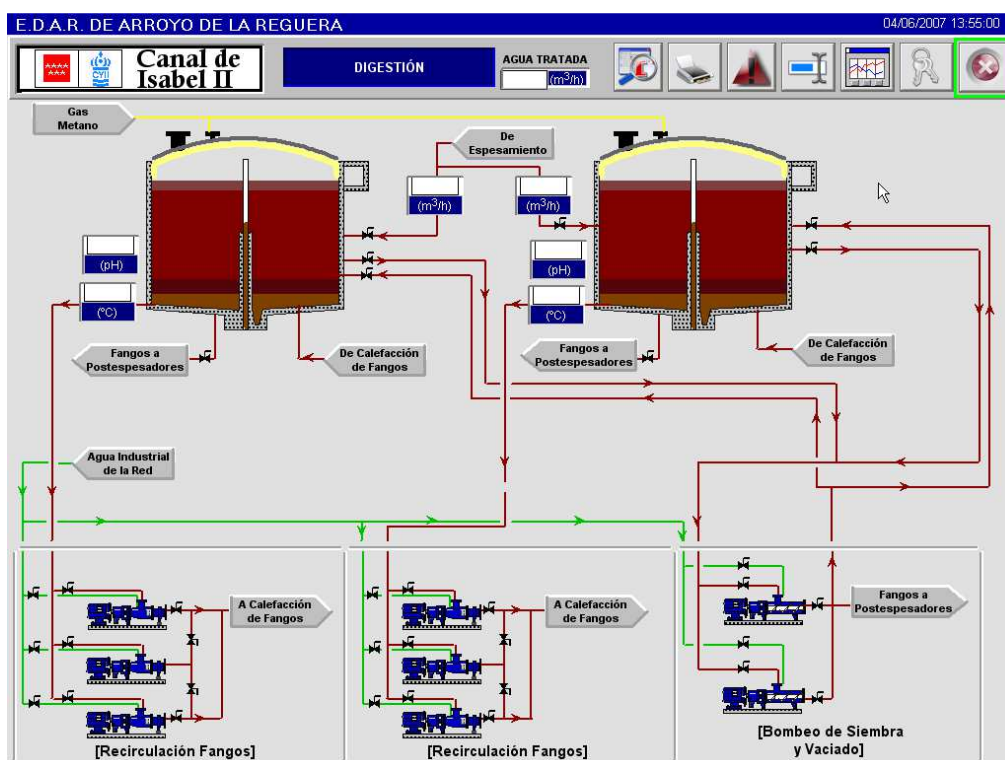
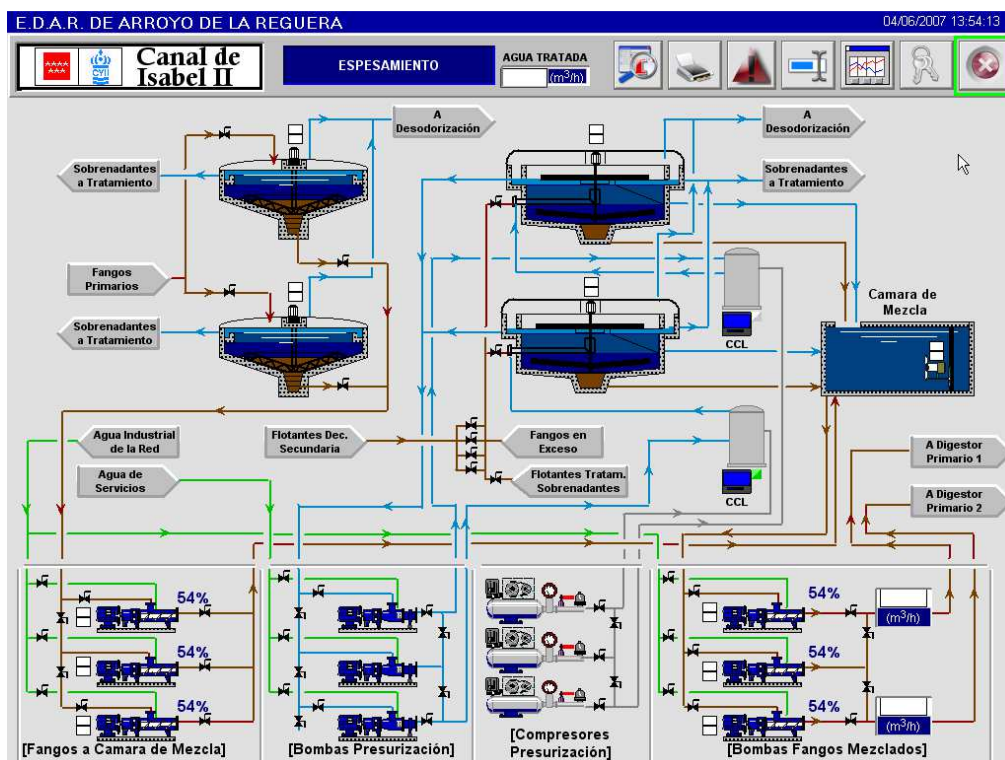


Ilustración 43- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Recirculación de Fangos





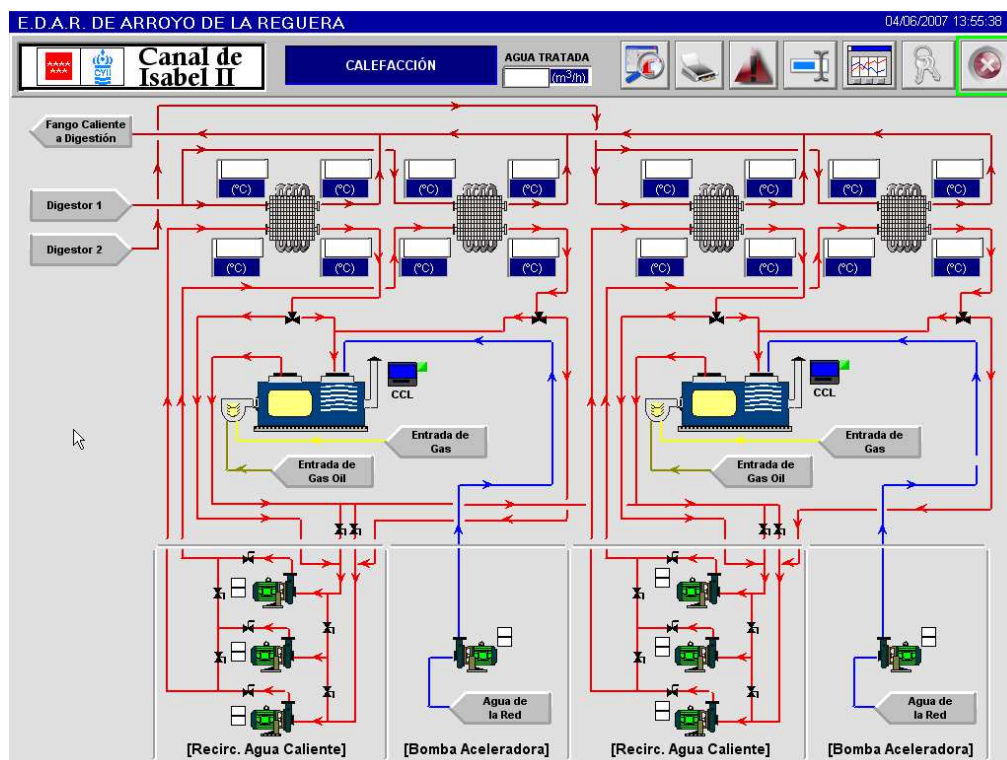


Ilustración 46- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Calefacción

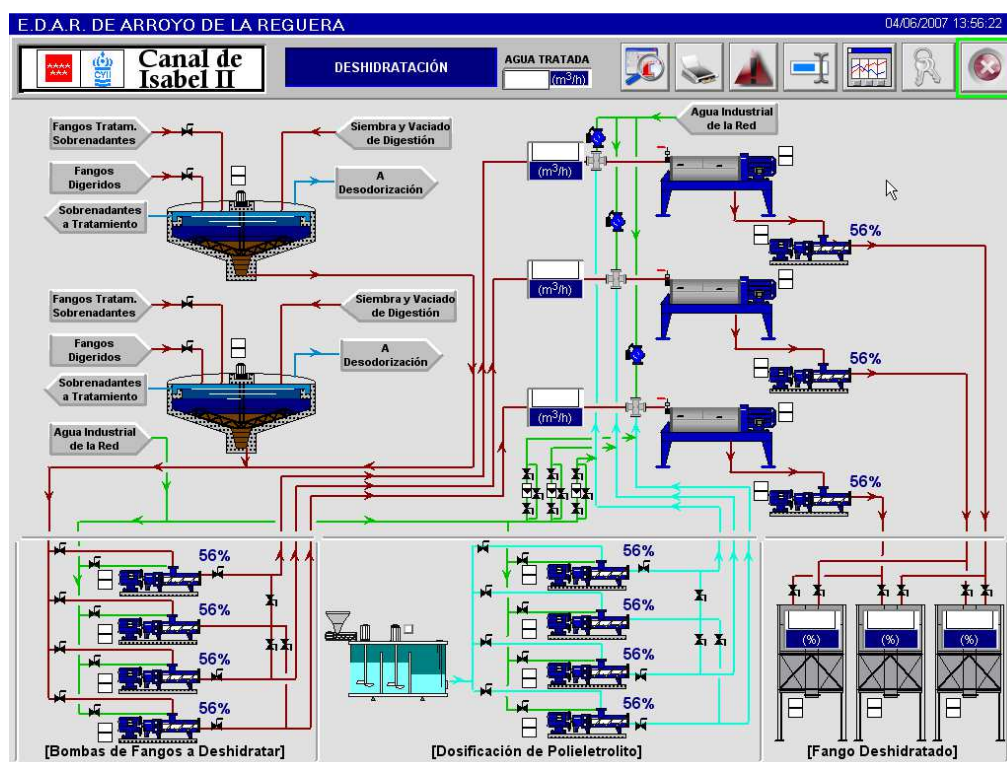


Ilustración 47- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Deshidratación

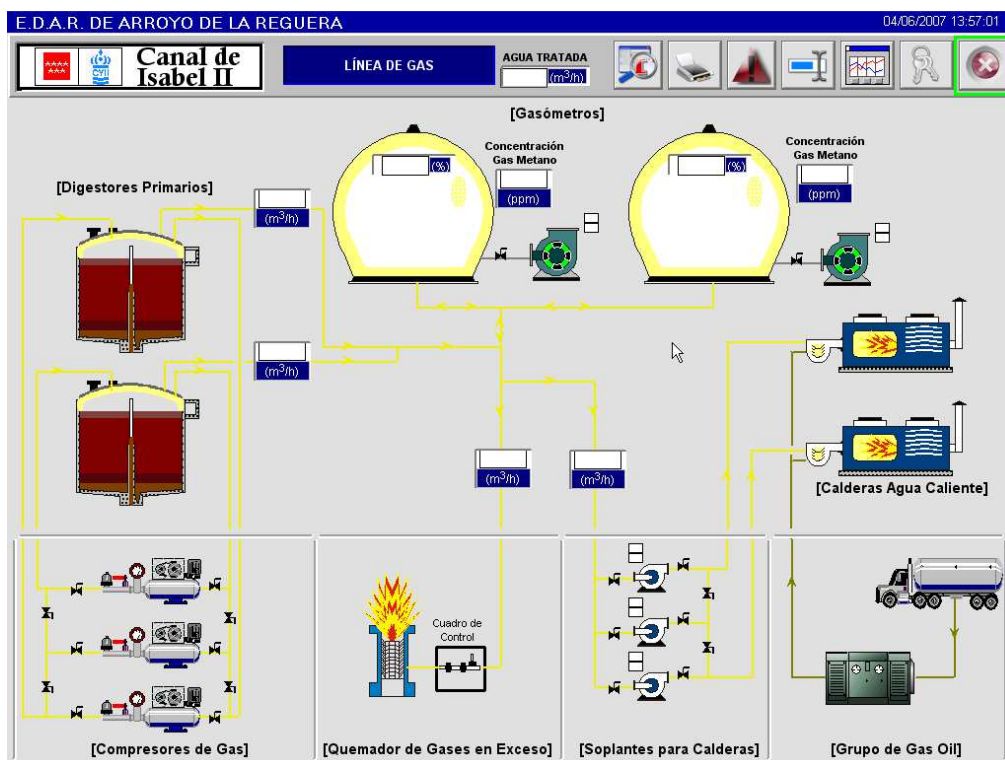


Ilustración 48- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Línea de gas

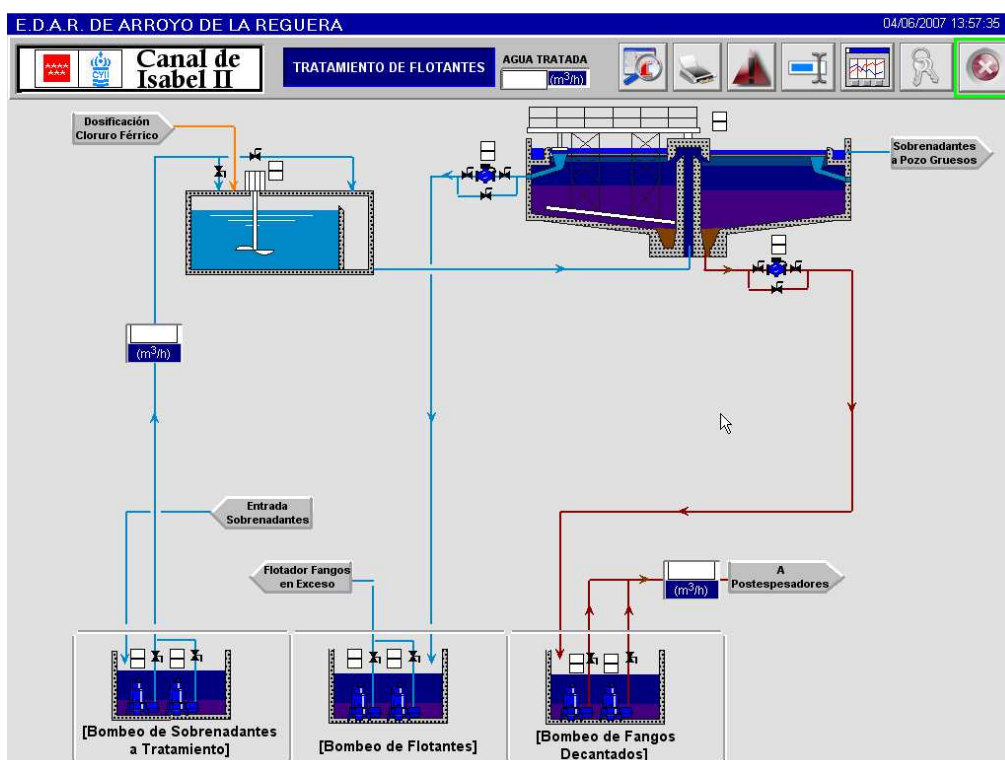


Ilustración 49- E.D.A.R. La Reguera- Pantalla Tratamiento de Flotantes

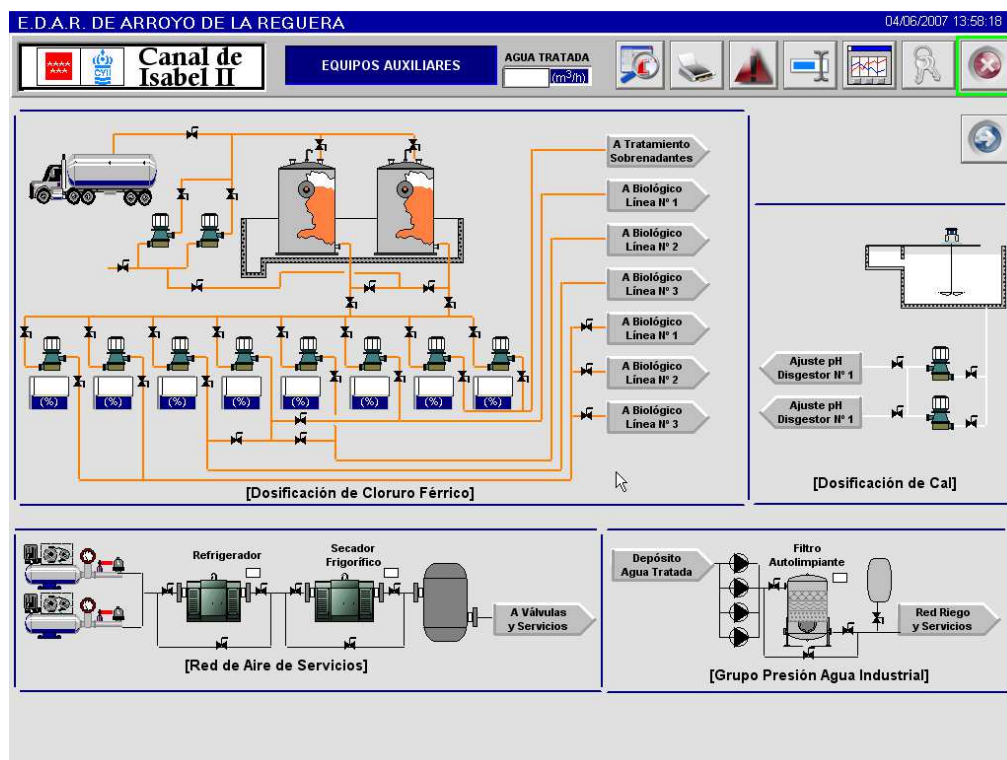
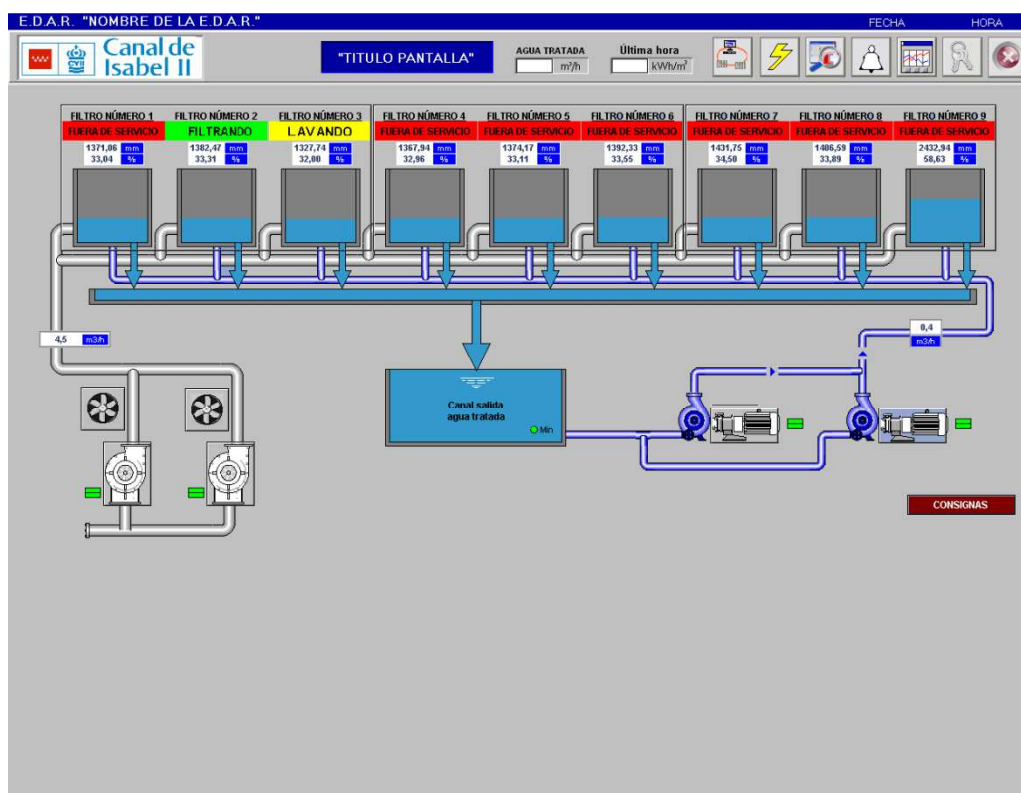
Ilustración 50- Pantalla de  $\text{Cl}_3\text{Fe}$ 

Ilustración 51- Pantalla General de Filtración

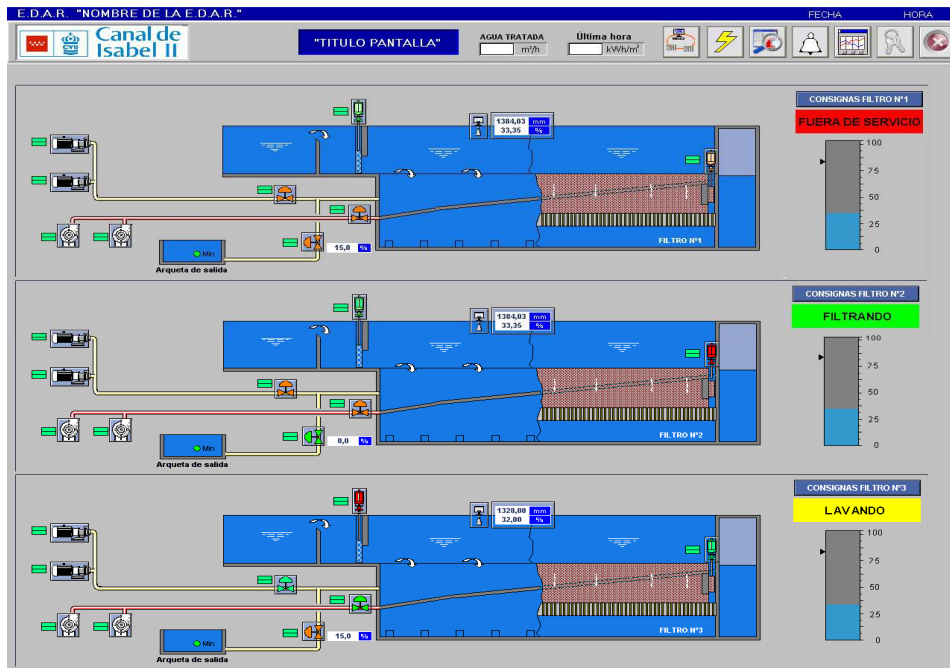


Ilustración 52- Pantalla de detalle de Filtros

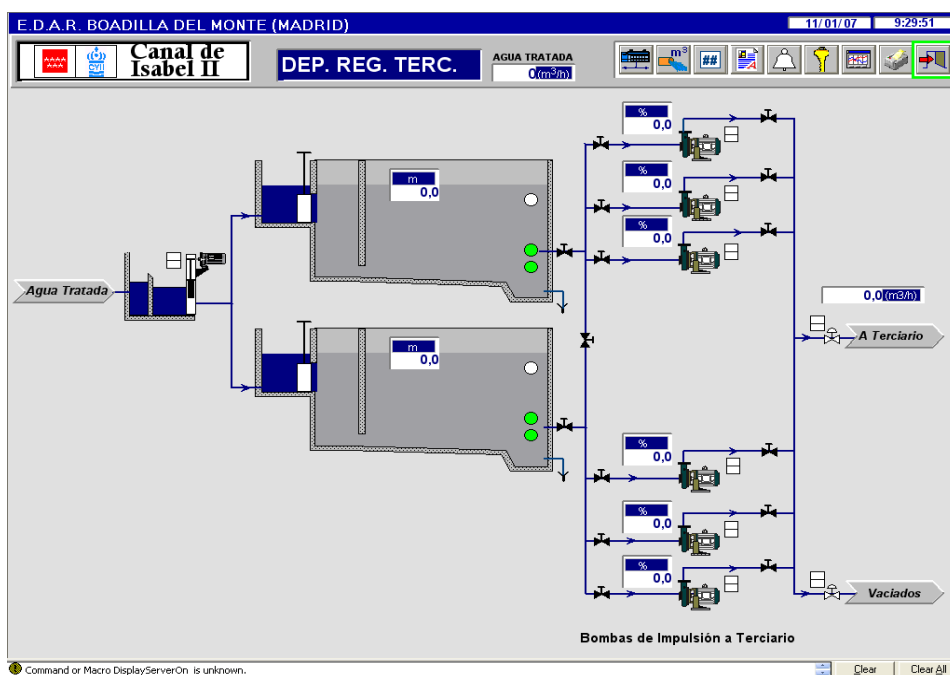


Ilustración 53- Pantalla Trat. Terciario Depósito regulación

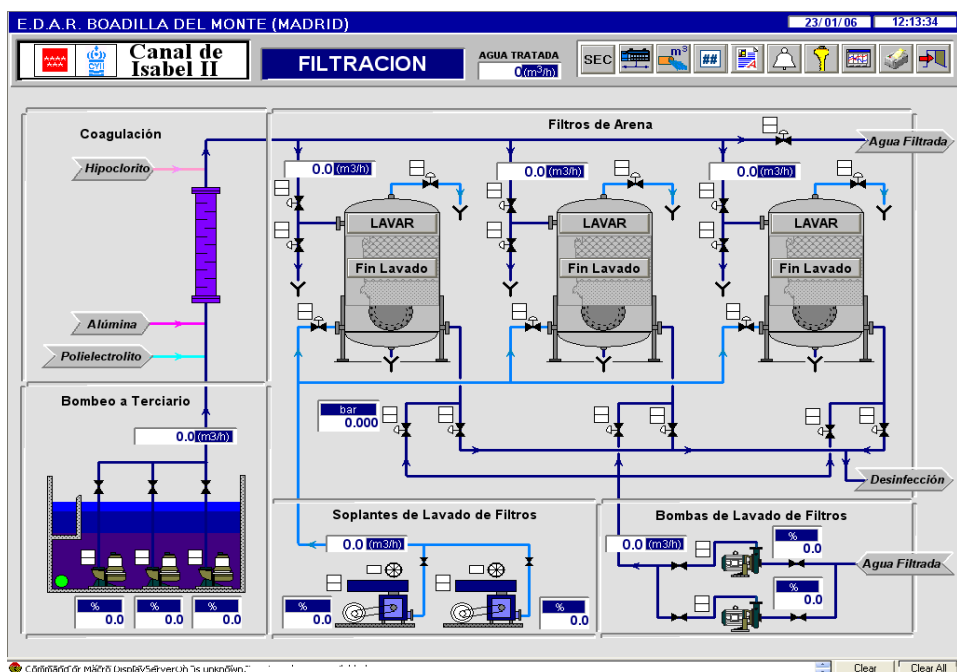


Ilustración 54- Pantalla Trat. Terciario Filtración

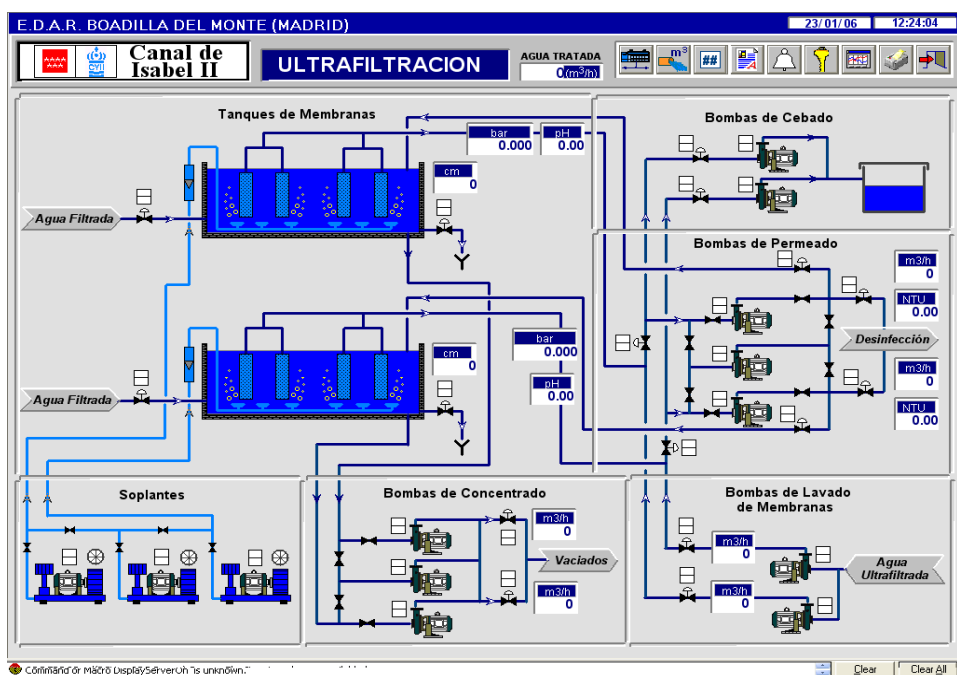


Ilustración 55- Pantalla Trat. Terciario Ultrafiltración



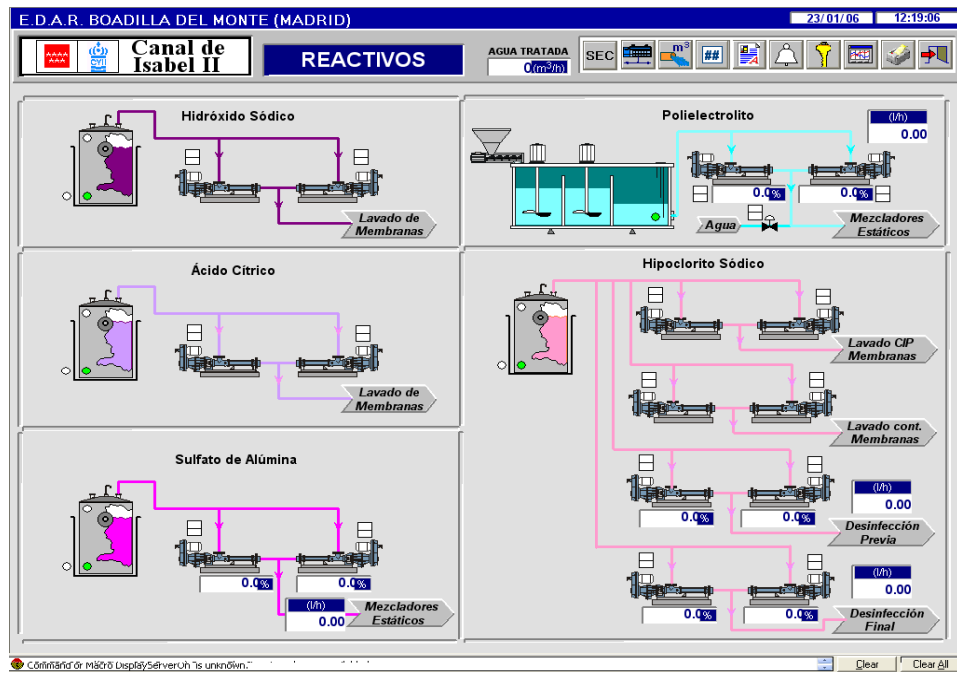


Ilustración 56- Pantalla Trat. Terciario Reactivos

# Sistemas de visualización

Representación de estados y modos de  
funcionamiento para equipos y señales

## Contenido

1. Visualización del modo de funcionamiento y estado de los equipos .....	3
1.1. Estado .....	3
1.2. Modo de funcionamiento.....	4
2. Visualización de sondas digitales .....	4
3. Líneas de flujo .....	6
3.1. EDAR: .....	6
3.2. ETAP:.....	7
4. Flechas/Botón de navegación en pantallas.....	9
5. Indicadores de valores analógicos.....	9
6. Botones, pulsadores, selectores .....	10

## Ilustraciones

Ilustración 1 Elementos que conforman la visualización .....	3
Ilustración 2 Ejemplo equipo en paro .....	3
Ilustración 3 Ejemplo equipo en marcha .....	3
Ilustración 4 Ejemplo equipo en defecto.....	3
Ilustración 5 Ejemplo equipo en emergencia.....	3
Ilustración 6 Rectángulo modo de funcionamiento.....	4
Ilustración 7 Ejemplo representación sondas de nivel.....	5
Ilustración 8 Ejemplo flechas continuación de proceso .....	9
Ilustración 9 Ejemplo flecha informativa .....	9
Ilustración 10 Ejemplo indicadores analógicos.....	9
Ilustración 11 Representación totalizadores.....	10
Ilustración 12 Representación límites y consignas.....	10
Ilustración 13 Botones y pulsadores de acción de equipo.....	11

## 1. VISUALIZACIÓN DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO Y ESTADO DE LOS EQUIPOS

La visualización del estado de cada equipo consta de dos elementos gráficos, dotados de animación mediante un código de colores y letras que indica el modo de funcionamiento seleccionado y estado en se encuentra.

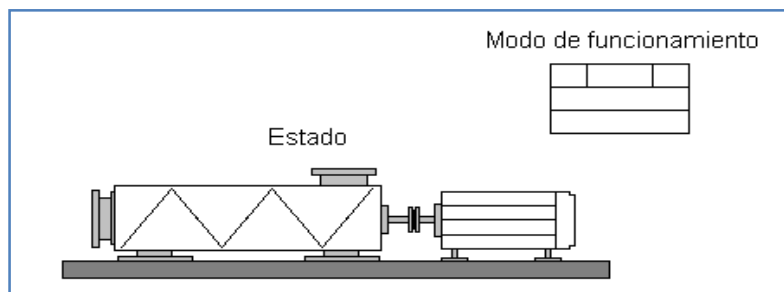


Ilustración 1 Elementos que conforman la visualización

### 1.1. ESTADO

Los distintos equipos y/o elementos de la instalación se representarán en vista lateral mediante un dibujo esquemático. Se animará mediante el siguiente código de colores:

Motor en marcha:	Dibujo verde	
Motor parado:	Dibujo blanco	
Motor en defecto:	Dibujo rojo	
Motor en emergencia:	Dibujo rojo/amarillo intermitente	

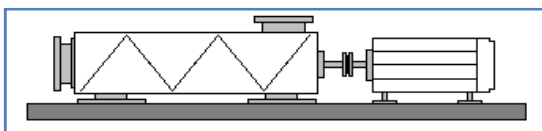


Ilustración 2 Ejemplo equipo en paro

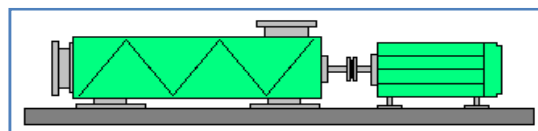


Ilustración 3 Ejemplo equipo en marcha

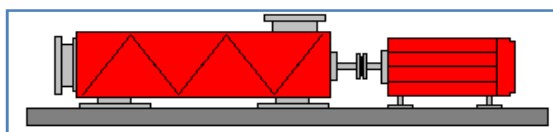


Ilustración 4 Ejemplo equipo en defecto

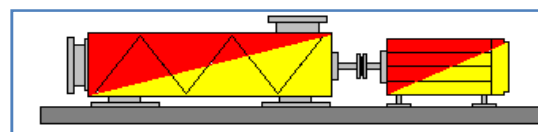


Ilustración 5 Ejemplo equipo en emergencia

En el caso de válvulas y/o compuertas (motores con inversión de giro), o en general elementos que dispongan de final de carrera o posicionador, se utilizará el siguiente código de colores:

Equipo abierto:	Dibujo verde	
Equipo cerrado:	Dibujo blanco	
Equipo semi-abierto:	Dibujo azul	
Equipo abriendo/avanzando:	Dibujo verde/azul intermitente	
Equipo cerrando/retrocediendo:	Dibujo blanco/azul intermitente	
Motor en defecto:	Dibujo rojo	
Motor en emergencia:	Dibujo rojo/amarillo intermitente	

## 1.2. MODO DE FUNCIONAMIENTO

Junto a cada motor se representará un rectángulo dividido en cinco aéreas donde se mostrará el modo de funcionamiento seleccionado para el equipo mediante el siguiente código de colores y letras:



Ilustración 6 Rectángulo modo de funcionamiento

En los casos particulares en que no aplique alguno de los modos de funcionamiento correspondientes a (3), (4) y/o (5) no se representarán.

Codificación aéreas:

(1) Representa la posición del selector físico del equipo:

Equipo en local:	Área en blanco y letra "L"	
Equipo en remoto:	Área en verde y letra "R"	

(2) Representa la posición del selector en el sistema de control:

Equipo en manual:	Área en blanco y letra "M"	
Equipo en automático:	Área en verde y letra "A"	

(3) Representa la situación de enmascarado:

Equipo no enmascarado:	Área en blanco	
Equipo enmascarado:	Área en verde claro y letra "E"	

(4) Representa el orden de maniobra respecto de un grupo de equipos:





Siguiente equipo que parara:	Área en blanco y letras "SP"	
Siguiente equipo que arrancara:	Área en verde y letras "SA"	

(5) Representa la selección de bloqueo sobre el equipo:

Equipo no bloqueado:	Área en blanco.	
Equipo bloqueado:	Área en naranja y letra "B"	




## 2. VISUALIZACIÓN DE SONDAS DIGITALES

Se señalarán las señales de niveles “normales” según el siguiente código:

Sonda activada:	Verde	
Sonda desactivada:	Blanco	
Sonda simulada y forzada a activación	Área en amarillo rodeando la sonda en verde	
Sonda simulada y forzada a desactivación	Área en amarillo rodeando la sonda en blanco	

Se entiende por “sonda desactivada” cuando el nivel de agua es inferior a la cota que representan.

Se señalarán las señales de nivel mínimo y máximo de seguridad según el siguiente código:

Sonda en alarma:	Rojo/blanco intermitente.	
Sonda sin alarma:	Oculto	
Sonda simulada y forzada a alarma	Área en amarillo rodeando la sonda en verde	
Sonda simulada y forzada sin alarma	Área en amarillo rodeando la sonda en blanco	

Se entiende por “sonda en alarma” cuando el nivel de agua es inferior en las boyas de mínimo, y cuando la cota de agua es superior en las boyas de máximo.

En la imagen se puede ver una arqueta llena sin alarma (todas las sondas activas) y vacía totalmente (solo activa en intermitente la de seguridad).

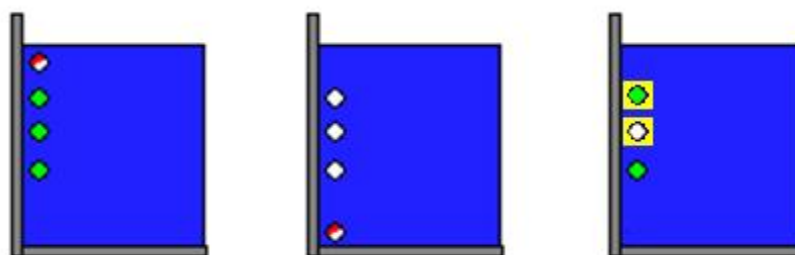


Ilustración 7 Ejemplo representación sondas de nivel


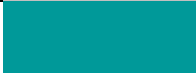



















### 3. LÍNEAS DE FLUJO

Seguirán el siguiente código de colores:









#### 3.1. EDAR:

 Color[Sólido] Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 181 Rojo: 192 Verde: 192 Azul: 192	<b>Fondo pantallas</b>	 Color[Sólido] Matiz: 219 Sat.: 240 Lum.: 192 Rojo: 255 Verde: 154 Azul: 206	<b>Hipoclorito Sódico</b>
 Color[Sólido] Matiz: 157 Sat.: 211 Lum.: 100 Rojo: 13 Verde: 27 Azul: 200	<b>Línea de agua</b>	 Color[Sólido] Matiz: 181 Sat.: 240 Lum.: 192 Rojo: 206 Verde: 154 Azul: 255	<b>Ácido Citrico</b>
 Color[Sólido] Matiz: 28 Sat.: 226 Lum.: 65 Rojo: 134 Verde: 95 Azul: 4	<b>Línea de fango</b>	 Color[Sólido] Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 62 Rojo: 132 Verde: 0 Azul: 132	<b>Hidróxido Sódico</b>
 Color[Sólido] Matiz: 40 Sat.: 240 Lum.: 106 Rojo: 225 Verde: 225 Azul: 0	<b>Línea de gas</b>	 Color[Sólido] Matiz: 200 Sat.: 240 Lum.: 120 Rojo: 255 Verde: 0 Azul: 255	<b>Sulfato de Alúmina</b>
 Color[Sólido] Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 92 Rojo: 97 Verde: 97 Azul: 97	<b>Línea de aire</b>	 Color[Sólido] Matiz: 120 Sat.: 240 Lum.: 180 Rojo: 128 Verde: 255 Azul: 255	<b>Polielectrolito</b>
 Color[Sólido] Matiz: 84 Sat.: 233 Lum.: 91 Rojo: 3 Verde: 190 Azul: 22	<b>Agua industrial</b>	 Color[Sólido] Matiz: 0 Sat.: 240 Lum.: 93 Rojo: 198 Verde: 0 Azul: 0	<b>Ácido Sulfúrico</b>
 Color[Sólido] Matiz: 20 Sat.: 240 Lum.: 118 Rojo: 251 Verde: 125 Azul: 0	<b>Cloruro férrico</b>	 Color[Sólido] Matiz: 160 Sat.: 0 Lum.: 240 Rojo: 255 Verde: 255 Azul: 255	<b>Sosa</b>

### 3.2. ETAP:

Compuesto	Código Pantone® o similar	Muestra	Composición sRGB similar
Fondo			R:192 G:192 B:192
Agua Bruta			R:0 G:153 B:153
Agua Decantada			R:47 G:63 B:171
Agua Filtrada / Tratada	299 C		R:0 G:163 B:221
Agua industrial (de arrastre de servicios si se quiere separar de filtrada / tratada)			R:3 G:190 B:22
Reboses y vaciados			R:92 G:0 B:168
Agua Lavado Filtros / Agua Purgas Decantación.			R:204 G:153 B:0
Fango			R:128 G:0 B:0
Aire			R:97 G:97 B:97
Oxígeno			R:255 G:0 R:0
Ozono			R:255 G:153 B:204
Permanganato	220 C		R:170 G:0 B:79
Cloro Gaseoso	109 C		R:249 G:214 B:22
Cloro Líquido			R:255 G:255 B:0
Hipoclorito sódico / cloro en disolución			R:255 G:255 B:0
Clorito Sódico (y dióxido de cloro)	124 C		R:224 G:170 B:15
Amoniaco / solución amoniacal	341 C		R:0 G:122 B:94
Sulfato Alúmina	137 C		R:252 G:163 B:17
Coagulante no especificado			R:212 G:15 B:0
Cloruro Férrico	193 C		R:196 G:0 B:67
Floculante no especificado			R:255 G:176 B:97



Compuesto	Código Pantone® o similar	Muestra	Composición sRGB similar
Polielectrolito	155 C		R:244 G:219 B:170
Sosa (hidróxido sódico)			R:255 G:51 B:204
Cal	White		R:255 G:255 B:255
Carbón	Black		R:0 G:0 B:0
Bisulfito sódico			R:180 G:205 B:125
Ácido sulfúrico			R:255 G:51 B:204
Otros ácidos			R:240 G:106 B:24
Inhibidor de incrustaciones			R:194 G:139 B:255

#### 4. FLECHAS/BOTÓN DE NAVEGACIÓN EN PANTALLAS

Los botones de navegación tendrán forma de flecha en alto relieve e indicarán el sentido de la línea del flujo (aguas arriba o aguas abajo). Se situarán en cada línea de flujo que abandone o entre en las pantallas de proceso.

Existirán dos tipos:

- Las que nos permitirán navegar por las pantallas siguiendo el proceso. Desde cada pantalla se podrá acceder a la siguiente y a la anterior pantalla. Presentarán el texto descriptivo del proceso al que dirige, con el texto en color negro, mayúsculas y negrita.



Ilustración 8 Ejemplo flechas continuación de proceso

- Las que nos permitirán colocar textos aclaratorios, no permitiendo pasar a subprocesos, cuadros locales, etc. Presentarán el texto en color negro y letra en minúsculas.



Ilustración 9 Ejemplo flecha informativa

#### 5. INDICADORES DE VALORES ANALÓGICOS

##### Indicadores de valores instantáneos procedentes de instrumentos

Las unidades de ingeniería en se mostrarán en negro, sobre la línea de proceso o depósito que contenga el instrumento. En ningún caso se representara el instrumento, solo el indicador. (Según imagen).

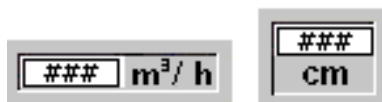
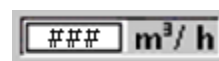


Ilustración 10 Ejemplo indicadores analógicos

Se representará el valor medido mediante el siguiente código de colores:

El valor medido se encuentra entre los límites de Prealarma:

Texto en negro sobre fondo blanco



El valor medido a superado los límites de Prealarma y/o Alarma:

Texto en negro sobre fondo rojo



El equipo de instrumentación se encuentra en fallo:

Recuadro en rojo sin texto



##### Totalizadores y contadores

Se representará el valor en color negro sobre fondo blanco. Las unidades de ingeniería se mostrarán en color negro.



Ilustración 11 Representación totalizadores

### Indicadores de límites y consignas

Para evitar potenciales problemas, las ventanas de entradas de consignas, límites, valores, etc. constarán de dos indicadores:

El primero será solo indicativo y presentará el valor vigente en el sistema en todo momento (valor en color negro sobre fondo blanco). Existen dos posibilidades:

Que exista retroalimentación (feedback) de la variable, por ejemplo el posicionador de una válvula. En este caso el texto del recuadro será en azul e indicará no el valor introducido sino el valor real medido.

Que no exista retroalimentación. En este caso el recuadro indicará directamente la consigna o valor vigente en el sistema.

**Aclaración.** Pueden existir casos especiales en que interese mostrar **ambos valores**. Esta situación se analizará caso por caso para decidir cómo se representa.

- El segundo será el de entrada utilizado para cambiar el valor de consigna (valor en color negro sobre fondo gris). Una vez recogido el nuevo valor en el segundo, éste desaparecerá y su valor se pasará a la ventana de visualización. Cuando se arrastre el ratón por encima de este indicador se remarcará en verde indicando que permite introducir parámetros. Este segundo valor se situará siempre a la derecha (o excepcionalmente debajo) del anterior, para poder localizarlo rápidamente.



Ilustración 12 Representación límites y consignas

Esto permite proteger adecuadamente la entrada de valores en situación de operaciones interrumpidas a medias. Siempre se tendrá claro en el indicador blanco cual es el valor vigente para el sistema.

Asimismo la entrada de valores (el “segundo recuadro”) estará absolutamente inactiva y no permitirá la entrada de datos cuando se den los siguientes motivos:

Se carece de permisos para el cambio.

Es una consigna de funcionamiento “semiautomático” directamente asociada a un equipo, (Hz de un variador, por ejemplo), y éste está en “Secuencia”.

## 6. BOTONES, PULSADORES, SELECTORES

Se representarán en con forma rectangular en alto relieve cuando estén en posición de reposo y bajo relieve y fondo verde cuando estén activos. En el caso de los pulsadores de equipos con doble sentido de giro o aumento/reducción de revoluciones, solo estarán activos mientras se mantenga pulsado el ratón sobre ellos (salvo casos excepcionales aprobados por DO).



Ilustración 13 Botones y pulsadores de acción de equipo

## **ANEJO Nº 15.- CONEXIONES EXTERIORES, SERVICIOS AFECTADOS Y CONSULTAS**

## INDICE

<b>1</b>	<b>CONEXIONES EXTERIORES .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SERVICIOS AFECTADOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CONSULTAS.....</b>	<b>3</b>

## **1 CONEXIONES EXTERIORES**

El presente proyecto no contempla entre sus actuaciones ninguna nueva conexión de sus servicios con el exterior (acometida eléctrica, agua potable, etc.)

## **2 SERVICIOS AFECTADOS**

La ejecución de las diferentes actuaciones que se recogen en este proyecto se sitúan en el interior parcela actual de la EDAR con referencia catastral 002300100VK46D0001EE cuya titularidad corresponde al Ayuntamiento de Madrid.

Como única excepción a lo anterior, la ejecución de las obras correspondiente a la compuerta abatible en el tratamiento de caudales aliviados deberá ocupar una pequeña parte de la parcela con referencia catastral 28065A009090050000YK, parcela número 9005 del polígono 9 de Getafe, siendo propietaria la Comunidad de Madrid.

## **3 CONSULTAS**

En el anejo nº 3.- Tramitación urbanística, ambiental y arqueológica se incluye la documentación recibida de otros organismos en el periodo de consultas.

## ANEJO Nº 16.- AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS



## INDICE

<b>1</b>	<b>CONTENIDO .....</b>	<b>3</b>
	<b>APÉNDICE 1.- CERTIFICADOS.....</b>	<b>4</b>
	<b>APÉNDICE 2.- SOLICITUD DE PERMISOS A CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO</b>	<b>8</b>

## 1 CONTENIDO

En el presente Anejo se incluyen las autorizaciones y certificados necesarios para el adecuado inicio y finalización de las obras, sin perjuicio de aquellos otros que por las características particulares de la instalación sean preceptivos.

En concreto, se trata de los siguientes:

- Certificado de obra completa
- Certificado de viabilidad geométrica
- Declaración de conformidad con la ordenación urbanística

Igualmente se adjunta como apéndice a este anejo la solicitud de permisos a Confederación Hidrográfica del Tajo.

## APÉNDICE 1.- CERTIFICADOS

### CERTIFICADO DE OBRA COMPLETA

D. Emilio Villar González, Ingeniero autor del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR,

#### **CERTIFICO:**

El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en el artículo 123 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

Igualmente se hace constar que el presente proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, es decir, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para su puesta en servicio una vez concluido el plazo de ejecución.

En Madrid, Octubre de 2017

El Ingeniero Autor



D. Emilio Villar González

### CERTIFICADO DE VIABILIDAD GEOMÉTRICA

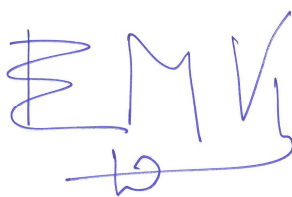
D. Emilio Villar González, Ingeniero autor del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR,

#### **CERTIFICO:**

La viabilidad geométrica del *Proyecto de Construcción del Tratamiento de caudales, aliviados y mejoras medioambientales en la EDAR Sur, en el término municipal de Getafe*, del cual soy redactor por encargo de Canal de Isabel II Gestión S.A., para que conste a los efectos de lo establecido en el artículo 7 de la Ley 2/1999, de 17 de marzo, de Medidas para la Calidad de la Edificación de la Comunidad de Madrid.

En Madrid, Octubre de 2017

El Ingeniero Autor



D. Emilio Villar González

### CONFORMIDAD DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA

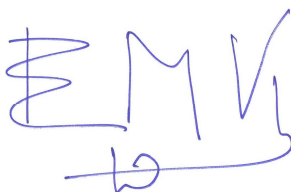
D. Emilio Villar González, Ingeniero autor del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR,

**DECLARA:**

Que el presente proyecto es **conforme a la ordenación urbanística aplicable**, para que conste a los efectos de lo establecido en el artículo 154.1.b) de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo, de la Comunidad de Madrid.

En Madrid, Octubre de 2017

El Ingeniero Autor



D. Emilio Villar González

## APÉNDICE 2.- SOLICITUD DE PERMISOS A CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

## **APÉNDICE Nº 2.- SOLICITUD DE PERMISOS A CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO**



## INDICE

1	OBJETO DEL PROYECTO .....	3
2	ÁMBITO GEOGRÁFICO .....	3
3	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	4
	3.1 Descripción general .....	4
	3.2 Descripción de las afecciones al Dominio Público Hidráulico .....	4

## PLANOS

## 1 OBJETO DEL PROYECTO

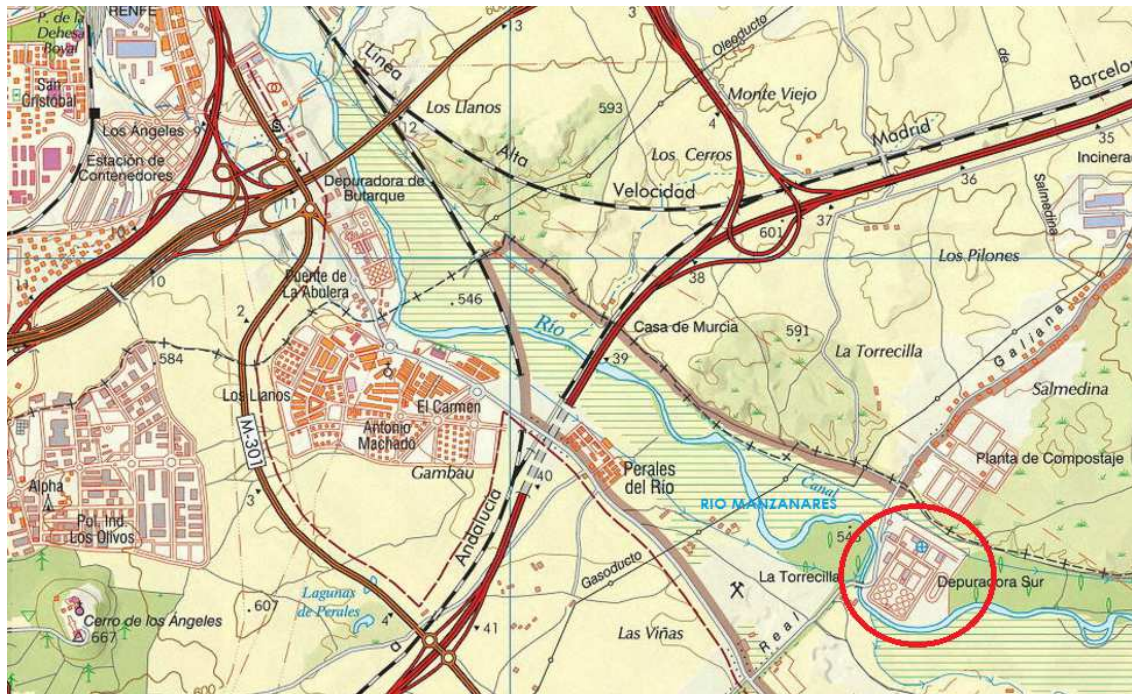
El presente proyecto tiene por objeto definir y valorar una serie de actuaciones que es preciso acometer en las instalaciones de la EDAR Sur para dar cumplimiento a los requisitos legales y ambientales establecidos en la normativa vigente.

## 2 ÁMBITO GEOGRÁFICO

La EDAR Sur se sitúa en la margen izquierda del río Manzanares, a unos 7,8 km al este del núcleo urbano de Getafe. Esta planta dispone de una capacidad de tratamiento para 2.937.600 habitantes equivalentes y un caudal de 518.400 m<sup>3</sup>/d.

Se trata de una estación regeneradora que, dada la configuración de la red de saneamiento de Madrid, puede recibir las aguas procedentes de las cuencas vertientes de otras plantas depuradoras situadas aguas arriba del río Manzanares, incluso de la margen derecha del mismo, de ahí la importancia que tiene el garantizar en todo momento su correcto funcionamiento dado que debe servir como reserva ante posibles anomalías que surjan en las otras instalaciones de tratamiento.

La actual parcela de la EDAR se localiza en las zonas B1 y B2 del Parque Regional del Sureste y en los espacios protegidos Red Natura 2000 ZEPA ES000142 "Cortados y cantiles de los ríos Jarama y Manzanares" y LIC ES3110006 "Vegas, Cuestas y Páramos del Sureste".



Las obras y nuevas instalaciones que se contemplan en el proyecto se ubicarán en el interior de la parcela actual.

### **3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.1 Descripción general**

Las obras e instalaciones que se contemplan realizar en el interior de la parcela actual de la EDAR son:

- Construcción de una instalación de desbaste y tamizado aguas abajo del aliviadero general de la EDAR para retener los flotantes que se vierten al río en episodios de lluvias. La zona donde se llevará a cabo esta obra se destina actualmente a aparcamiento y cuenta con superficie pavimentada y marquesinas, previéndose la construcción de un nuevo aparcamiento en una zona libre de la depuradora próxima al acceso de la misma.
- Aislamiento mediante un cerramiento del edificio de tamizado de fangos primarios y tratamiento del aire viciado mediante, un equipo de desodorización. Además, se sustituirán los tamices actuales de fangos por otros de mayor capacidad y rendimiento.
- Sustitución de las campanas gasométricas actuales en los gasómetros de baja presión por un sistema de membranas aprovechando la obra civil existente.

#### **3.2 Descripción de las afecciones al Dominio Público Hidráulico**

La zona de estudio se ubica en la margen izquierda del río manzanares, en las coordenadas UTM ETRS89 (sector central de la parcela) X= 447.672,17 e Y= 4.462.562,47.

Así y de acuerdo al Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y a la zonificación que éste realiza del Dominio Público Hidráulico, Zona de Servidumbre y Zona Policía para el caso concreto del río Manzanares a su paso por la EDAR Sur, se determina que ninguna de las actuaciones proyectadas afectan ni al Dominio Público Hidráulico ni a su zona de servidumbre.

Por su parte la ejecución del nuevo tratamiento de caudales aliviados y del nuevo aparcamiento para vehículos, proyectados en el extremo noroccidental de la parcela actual, afectarán parcialmente a la zona policía delimitada, tal como se aprecia en el plano adjunto.

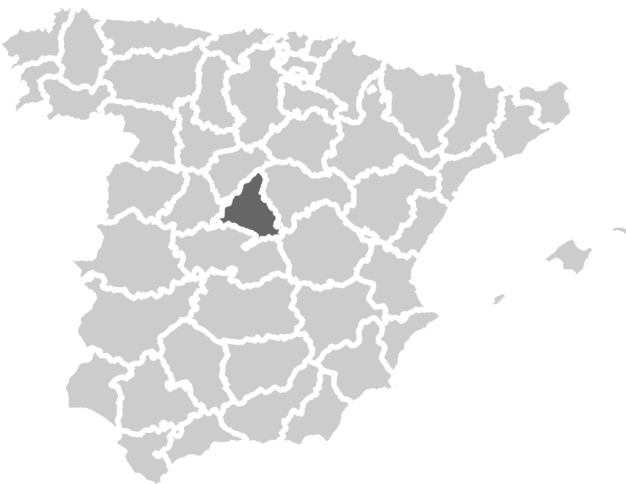
## PLANOS

## ÍNDICE


1.- SITUACIÓN

2.- D.P.H., SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA.

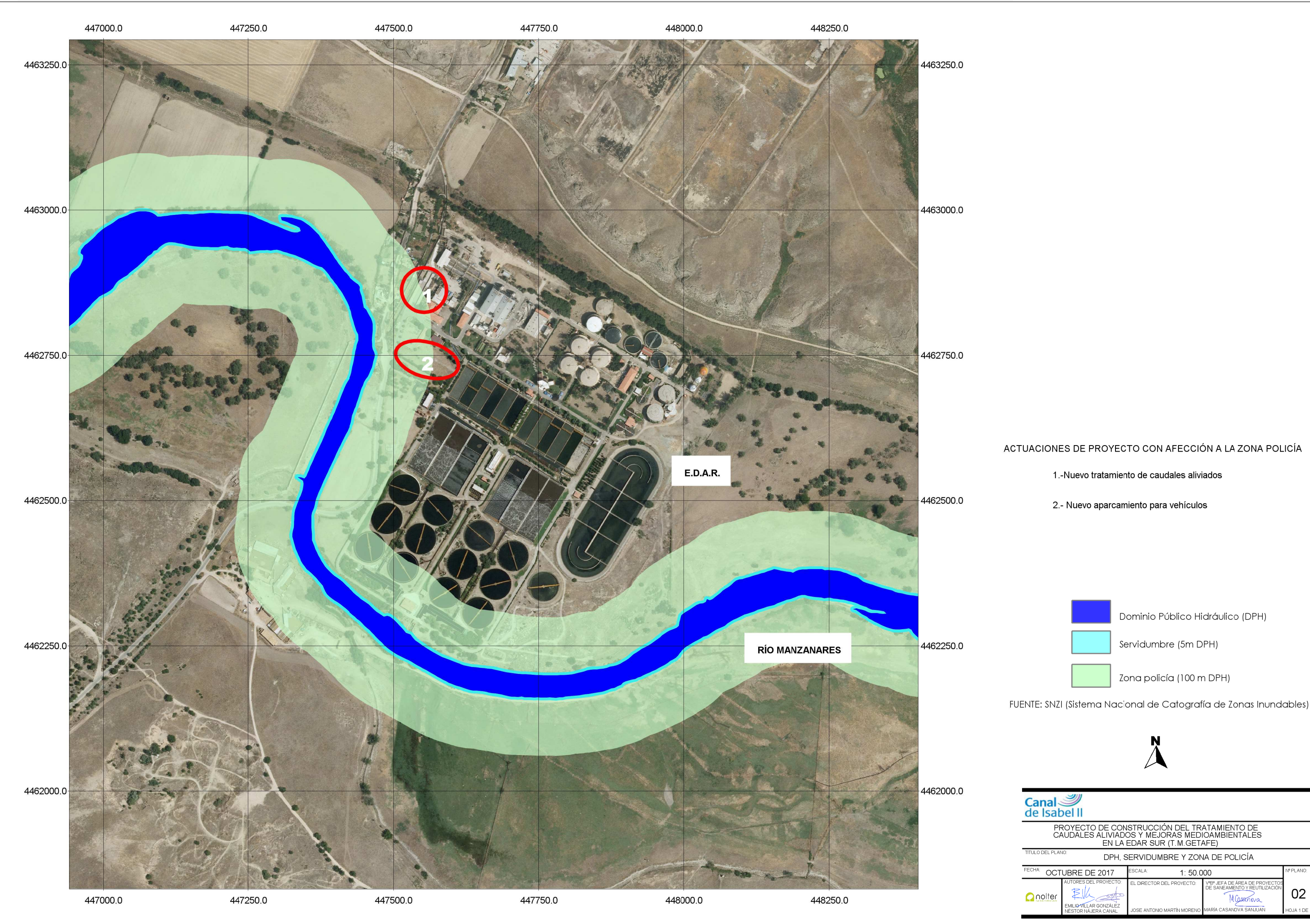




PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR (T.M. GETAFE)

TÍTULO DEL PLANO		SITUACIÓN		Nº PLANO
FECHA	OCTUBRE DE 2017	ESCALA	1: 50.000	
	AUTORES DEL PROYECTO	EL DIRECTOR DEL PROYECTO	VER. JEFA DE AREA DE PROYECTOS (DE SANEAMIENTO Y REUTILIZACIÓN)	01
	EMILIO VILLAR GONZÁLEZ NÉSTOR NAJERA CAÑAL	JOSE ANTONIO MARTÍN MORENO	MARIA CASANOVA SANJUAN	





ACTUACIONES DE PROYECTO CON AFECCIÓN A LA ZONA POLICÍA

- 1.-Nuevo tratamiento de caudales aliviados
- 2.- Nuevo aparcamiento para vehículos

- Dominio Público Hidráulico (DPH)
- Servidumbre (5m DPH)
- Zona policía (100 m DPH)

FUENTE: SNZI (Sistema Nacional de Catografía de Zonas Inundables)



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR (T.M.GETAFE)

TÍTULO DEL PLANO:DPH, SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA

FECHA:OCTUBRE DE 2017	ESCALA:1: 50.000	Nº PLANO:
AUTORES DEL PROYECTO:  EMILIO VILLAR GONZÁLEZ NESTOR NAJERA CAVAL	EL DIRECTOR DEL PROYECTO: JOSE ANTONIO MARTÍN MORENO	Vº Pº JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO Y REUTILIZACIÓN: MARÍA CASANOVÁ SANJUAN
		02
		HOJA 1 DE 1



## **ANEJO Nº 17.- RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA**



## INDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO Y OBSERVACIÓN GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN DE DOCUMENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS DE ENVÍO DE DOCUMENTOS.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>APROBACIÓN DE DOCUMENTOS.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>DOCUMENTOS QUE REQUIEREN APROBACION .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>INFORMES DE PROGRESO.....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>7</b>

## 1 OBJETO Y OBSERVACIÓN GENERAL

Este procedimiento tiene por objeto fijar las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre Canal de Isabel II y la empresa adjudicataria.

La aprobación por parte de la Dirección de las Obras, de planos y documentación, sólo tiene validez a efectos de autorización de inicio de tajos 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.

## 2 NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN DE DOCUMENTOS

Los documentos se clasificarán en función de su contenido según las siguientes siglas:

- PL.- Planos
- IN.- Informes
- IP.- Informes de progreso y programas
- EC.- Especificaciones de compra
- EN.- Envío de materiales y equipos
- PR.- Procedimientos de fabricación y construcción
- CC.- Control de calidad
- MF.- Manuales de funcionamiento
- OO.- Varios

Los planos llevarán las siguientes signaturas:

- ET.- Equipos técnicos
- OC.- Obra civil
- EL.- Instalaciones eléctricas
- CA.- Control y automatismos
- II.- Instalaciones informáticas

En el caso en que la signatura que figura en el Proyecto de Construcción deba de cambiar de acuerdo con las signaturas aquí especificadas, se mantendrá (encerrada entre paréntesis) la del Proyecto de Construcción y se añadirá debajo la nueva signatura.

Irán numerados conservando la numeración inicial del plano base del Proyecto de Construcción que desarrollen y añadiendo siempre un nº de orden consecutivo a partir de 01.

En el caso de que no exista plano base, se abrirá un nuevo número base seguido de la numeración consecutiva que se ha indicado.

Sobre el sello inicial, de abajo arriba, y con la misma anchura, se montará un cajetín en el que se irán reflejando las sucesivas ediciones del mismo, de acuerdo con el siguiente modelo:

Nº DE EDICIÓN	FECHA	OBSERVACIONES	POR EL CONTRATISTA:
---------------	-------	---------------	---------------------

Con objeto de establecer un código de validez de los planos para el inicio de la obra correspondiente, las ediciones aprobadas se identificarán con un solo número. En las ediciones intermedias que se someten a aprobación se añadirá a dicho número una letra minúscula consecutiva del alfabeto, a efectos de poder efectuar el seguimiento de las modificaciones habidas.

Los restantes documentos irán numerados según el siguiente código:

SIGLA - Nº DE ORDEN - Nº CAPITULO - SUBCAPÍTULO

### 3 NORMAS DE ENVÍO DE DOCUMENTOS

Los documentos serán enviados a Canal de Isabel II, para:

Aprobación: Es necesaria la aprobación de Canal de Isabel II, antes de empezar la fabricación o la ejecución de las obras.

Información: Para conocimiento de la Dirección de Obra.

Los envíos de planos y documentos se acompañarán de una Hoja de Transmisión de Documentos.

Los envíos realizados a Canal de Isabel II irán dirigidos por duplicado al Director de Obra de Canal de Isabel II.

Los planos y documentos devueltos por Canal de Isabel II serán dirigidos al domicilio social del Contratista.

### 4 APROBACIÓN DE DOCUMENTOS

Ninguna obra o instalación podrá realizarse sin que hayan sido aprobados por el Director de Obra los documentos de detalle correspondientes.

El mecanismo de aprobación será el siguiente:

- a) Una vez enviados, el Contratista 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 diez días hábiles a partir del siguiente a la entrega no recibe el Contratista 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 Contratista dentro del plazo habilitado para contestar, en los casos en que el plazo de diez días no sea suficiente a juicio del Director de Obra.
- d) En el plazo de respuesta habilitado, el Director de Obra podrá devolver los documentos de detalle en alguna de las situaciones siguientes:
  - No Aprobado: es necesario enviar nuevo plano o documento de aprobación. No es válido para fabricación o ejecución.
  - Aprobado con comentarios: plano válido para fabricación o ejecución teniendo en cuenta los comentarios introducidos. Es necesario enviar nuevo plano para aprobación final. En el plano devuelto se deberán recoger los comentarios.
  - Aprobado: el plano está totalmente aprobado y es válido para ejecución/fabricación.
- e) Si el Contratista no está de acuerdo con alguna modificación deberá manifestarlo por escrito a la Dirección de Obra en el plazo de 5 días hábiles a partir de la recepción del documento correspondiente y la Dirección de Obra deberá estudiar la discrepancia, con el Contratista a la mayor brevedad posible.

## 5 DOCUMENTOS QUE REQUIEREN APROBACION

Se habrán de someter al trámite de aprobación descrito anteriormente, estos 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 euros
- 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

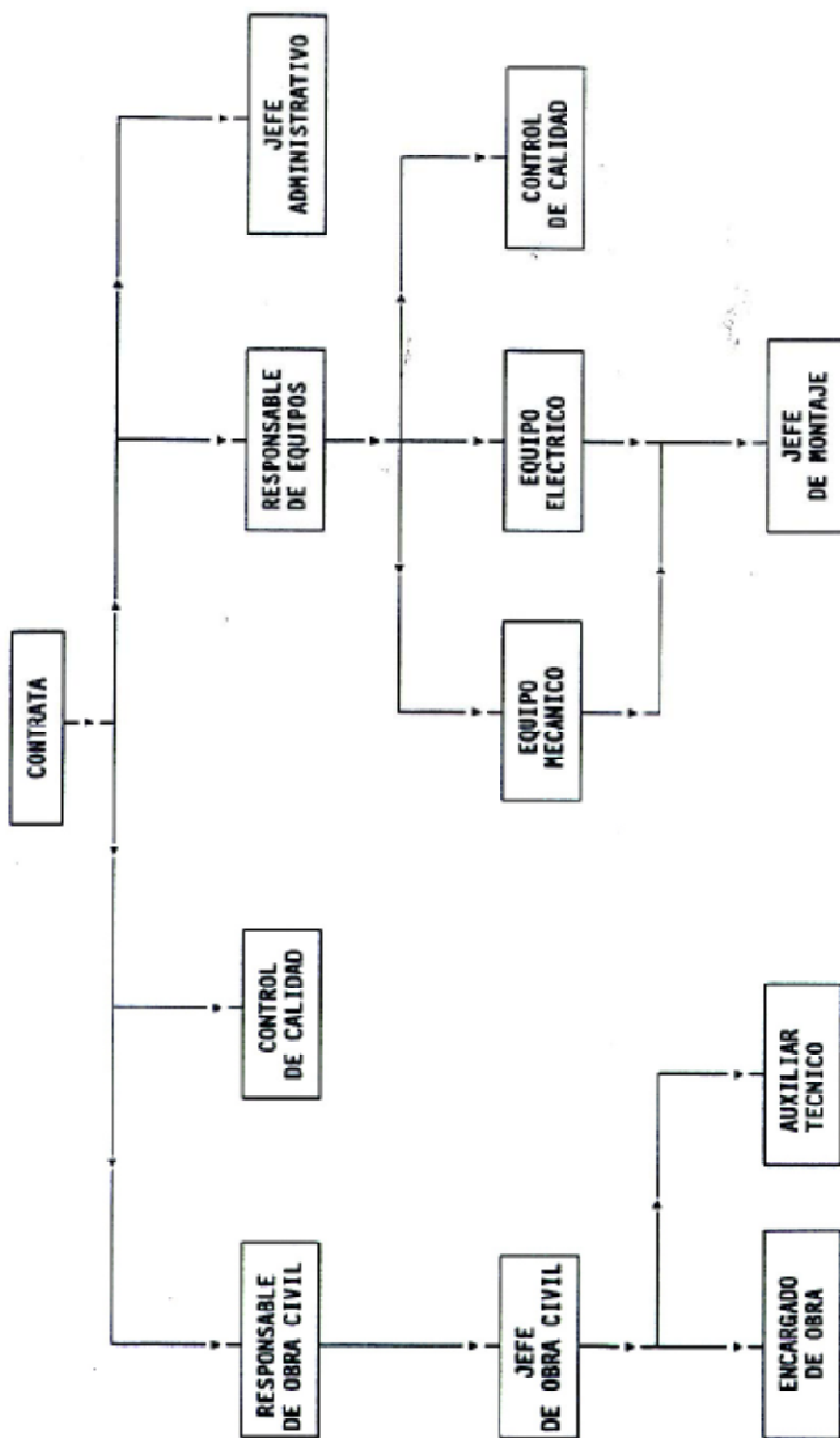
El Contratista aportará en el informe mensual fotografías en color, tamaño 13 x 18 cm., de los puntos más significativos de las obras y preferentemente desde el mismo punto de toma.

## 7 ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN DEL CONTRATISTA

El organigrama hasta nivel de Supervisores, Encargados, Jefes de Montaje o similar, obedecerá al esquema adjunto. En él se especifican las líneas de producción (Obra civil y Equipos técnicos), la oficina técnica y los responsables de Control de Calidad.

El Contratista comunicará, antes del comienzo de la obra, la asignación de personal al organigrama:

- Nominación
- Dedicación
- Ubicación
- Curriculum vitae



## **ANEJO Nº 18.- CONTROL DE CALIDAD**



## **INDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CONTROLES E INSPECCIONES DE EQUIPO .....</b>	<b>4</b>
3.1	CONTROL DE EQUIPOS .....	4
3.1.1	Control de calidad para calderería y estructuras .....	4
3.1.2	Control de calidad para la construcción de tuberías.....	5
3.1.3	Control de calidad. Protección de superficies metálicas.....	6
3.1.4	Control de calidad bombas centrifugas.....	7
3.1.5	Control de calidad para tubería, accesorios y pequeño material .....	9
3.1.6	Control de calidad para válvulas .....	9
3.1.7	Control de calidad transformadores .....	11
3.1.8	Control de calidad cuadros eléctricos .....	12
3.1.9	Control de calidad motores.....	13
3.1.10	Control de calidad para instrumentos primarios de medida e instrumentación en general .....	14
3.2	INSPECCIÓN DE EQUIPOS .....	15
3.2.1	Tuberías de acero soldadas hasta 800 mm. 0 juntas de caucho natural o sintético .....	15
3.2.2	Tuberías de fundición dúctil.....	16
3.2.3	Tuberías de polietileno.....	16
3.2.4	Tuberías de P.V.C.....	16
3.2.5	Válvulas de compuerta, retención y globo. Válvulas de seguridad.....	16
3.2.6	Válvulas de compuerta, globo o mariposa con accionamiento eléctrico o neumático .....	17
3.2.7	Bombas .....	18
3.2.8	Motores eléctricos.....	18
3.2.9	Cuadros eléctricos principales y cuadros secundarios .....	19
3.2.10	Paneles de control.....	20
3.2.11	Instrumentación .....	20
<b>4</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>INFORME DE SEGUIMIENTO .....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>DOCUMENTACIÓN FINAL DE CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>38</b>
7.1	MANUAL DE SERVICIO QUE CONSTARÁ DE:.....	38
7.2	DOSSIER FINAL DE CONTROL DE CALIDAD CON EL SIGUIENTE CONTENIDO.....	38
<b>8</b>	<b>PRUEBAS FINALES DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>38</b>
8.1	EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS.....	38
8.2	TUBERÍAS .....	39
8.3	TANQUES A PRESIÓN.....	39
8.4	RECIPIENTE DE HORMIGÓN.....	39
8.5	PRUEBA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO .....	39

## 1 OBJETIVOS

El presente Control de calidad garantiza que todos los requisitos técnicos incluido el P.P.T. se cumplen, realicen y se controlen convenientemente tanto durante la fase de fabricación, como de montaje.

La Dirección de la Obra tendrá en todo momento información detallada del Aprovisionamiento, fabricación y montaje de los equipos técnicos de la instalación a fin de que directamente o a través de una "Autorizada de Inspección" pueda controlar, seguir y aprobar en su caso que todo el Control de calidad se cumple según las exigencias preestablecidas.

El Plan que proponemos comprende:

1. Control de Subpedidos y Subproveedores.
2. Control de Certificado de Materiales de Equipos y Componentes.
3. Control de Materiales y Equipos aceptados.
4. Control de inspección durante la fabricación.
5. Control de Materiales y Equipos no conformes.
6. Control de procedimientos de soldaduras.
7. Control de homologación de soldadores.
8. Control de ensayos no destructivos.
9. Control de instrumento de medida para pruebas.
10. Control de Montaje.
11. Control de Prueba y ensayos y sus certificados.
12. Control de inspección final, protección, pintura y preparación de envío.
13. Confección y seguimiento de los Programas de Puntos de Inspección.
14. Control de Documentos Técnicos de fabricación.
15. Certificados de Cumplimiento.
16. Confección del Dossier final de Control de Calidad.
17. Confección de Manual de Servicio para puesta en marcha y mantenimiento de la instalación.

## 2 ALCANCE

Cubre el presente Control de calidad los requerimientos mínimos exigidos en el P.P.T. y será aplicable a cada uno de materiales, equipos y componentes de que se compone la instalación con los niveles de calidad que cada uno requiere a juicio de la Dirección de Obra.

La aplicación de Calidad propuesta no supone desviación de las exigencias del P.P.T. sino que incluye la comprobación satisfactoria de los materiales, certificado y ensayo de los mismos y según el grado de aplicación a los siguientes bloques:

- o Calderería y taller
- o Maquinaria (bombas centrífugas)
- o Tubería y accesorios
- o Valvulería
- o Electricidad (transformadores, cuadros eléctricos y motores)
- o Instrumentación

Las condiciones de inspección y pruebas serán definitivas y presentadas a la Dirección de Obra como un bloque más en el Proyecto de Construcción.

## 3 CONTROLES E INSPECCIONES DE EQUIPO

### 3.1 CONTROL DE EQUIPOS

A continuación se detalla la Documentación Técnica y controles a realizar de los equipos que comúnmente componen una instalación de tratamientos de aguas.

#### 3.1.1 Control de calidad para calderería y estructuras

Se exigirá la siguiente documentación:

1. Certificado de Materiales.
2. Homologación de soldadores S/UNE 14001 o código ASME sección IX.
3. Certificado de estanquidad (si es de aplicación).
4. Certificado de prueba hidráulica (si es de aplicación).
5. Certificado de galvanización y de aplicación de pintura.

El control de estanquidad sólo se efectuará en recipientes sin presión y abiertos (caso de cubas metálicas para ciertos reactivos). Se llenaría con agua hasta su parte superior. La duración de la prueba sería de una a dos horas, efectuándose a continuación una inspección visual para comprobar que no existen fugas ni deformaciones. Siempre se realizará este control antes de

aplicar cualquier tipo de aplicación o recubrimiento. El fabricante extenderá Certificado de Prueba de estanquidad.

### 3.1.2 Control de calidad para la construcción de tuberías

Se exigirá:

1. Certificado de materiales.
2. Certificado homologación de soldadores.
3. Visitas periódicas al taller para controlar la fabricación.
4. Control dimensional.
5. Inspección visual.
6. Radiografías del 5% de las soldaduras.
7. Muestreo de soldaduras mediante líquidos penetrantes (50% y nunca las radiografiadas) de los colectores construidos en taller.

La inspección del adjudicatario prestará la máxima atención a los siguientes puntos:

1. Comprobación del material de tuberías y accesorios, verificando que está de acuerdo a las exigencias pedidas.
2. Control dimensional e inspección visual. Se verificará: espesores, primer uso de este material, diámetros, calidades de bridas, etc.
3. Corte y preparación de bordes.
4. Inspección de soldaduras. Se prestará acabado de cordones, espesores de garganta y penetración de todos los cordones.
5. Control dimensional de colectores terminados, verificar que están de acuerdo a planos de diseño. Realizar nivelado de bridas, situación de taladros, etc.

En el diseño de colectores se tendrá en cuenta todas las exigencias indicadas en el pliego de bases en cuanto a exigencias de materiales, homologación de soldadores, radiografiado de soldaduras. Las bridas serán planas y nunca se realizarán uniones de éstas a accesorios, sino que se realizarán mediante carretes de longitud mínima 100 mm.

Para la realización de soldaduras se cumplirá rigurosamente los requisitos indicados en el correspondiente procedimiento de soldadura sometido previamente a aprobación. La correcta preparación de bordes será requisito fundamental para la buena realización de soldaduras para lo cual se realizará tal y como se describe.

En taller

- Corte con sierra o disco.

- Biselado con torno.

En obra:

- Para  $\varnothing < 4"$  se utilizará máquina portátil para cortar y biselar tubos.
- Para  $\varnothing > 4"$  se realizará manualmente mediante disco abrasivo y radial portátil para biselar.

Para realizar injertos se efectuará por oxicorte, realizándose a continuación el biselado de bordes mediante disco de amolar.

Cuando se trate de construir colectores en acero inoxidable, se deberá observar las siguientes precauciones:

1. Las herramientas utilizadas deberán ser sólo para trabajos en acero inoxidable, disponiéndose por tanto de un juego de herramientas para estos fines.
2. Los bordes a unir deberán estar limpios y desprovistos de elementos extraños mediante decapado.
3. Los electrodos estarán perfectamente limpios y secos.
4. La zona de fabricación destinada a este menester deberá estar aislada de otras zonas de fabricación para acero al carbono y no deberá existir trazas de grasas y óxidos. Se evitará así la contaminación que provocaría defectos en las soldaduras, tales como picaduras y descaburación en los cordones

### 3.1.3 Control de calidad. Protección de superficies metálicas

Se distinguirá perfectamente la protección de superficies metálicas sumergidas y las no sumergidas en cuanto al sistema de protección.

Las superficies sumergidas serán protegidas, bien mediante galvanizado en caliente según Norma UNE - EN ISO 1461 o por pintura epoxi bituminoso previo chorreado de arena hasta calidad Sa 2 ½ según norma sueca SIS 055900.

A las superficies galvanizadas en caliente bien sean sumergidas o exteriores se les someterá a:

- Ensayo de adherencia.
- Peso de recubrimiento.

Se extenderá Certificado correspondiente.

Las superficies sumergidas llevarán un tratamiento de pintura alquitrán epoxy regido por la norma INTA 164407 previo chorreado de arena hasta la calidad anteriormente citada con unos espesores de 125 micras por capa de película seca. Nº de capas (3) tres.

Las superficies metálicas no sumergidas y exteriores llevarán una preparación de chorreado de arena S/INTA 160705 equivalente a Sa 2 ½ de la norma sueca SIS 055900 y se les aplicará dos

(2) capas de imprimación de minio de plomo al clorocaucho S/INTA 164705 con un espesor de 35 micras por capa de película seca. El acabado será así mismo pintura al clorocaucho S/INTA 164704A con un espesor de 30 micras por capa en película seca.

Se expedirá Certificado de Calidad del tratamiento superficial y aplicación de pintura.

La Inspección de Canal de Isabel II presenciara siempre la realización de los trabajos, no permitiendo la continuidad de los mismos, si las condiciones ambientales de humedad y temperatura son adversas. Así mismo, no permitirá aplicación de pinturas si el tiempo transcurrido desde el chorreado previo es superior a (8) ocho horas o bien a lo indicado en la norma correspondiente.

### **3.1.4 Control de calidad bombas centrifugas**

Canal de Isabel II exigirá de sus proveedores y facilitará a la Dirección de Obra los siguientes certificados:

#### **3.1.4.1 Certificado de Materiales**

Sin ser limitativos se exigirá como mínimo de las siguientes partes:

- Cuerpo
- Rodete
- Eje

#### **3.1.4.2 Prueba hidráulica del cuerpo**

Los cuerpos y tapas de las bombas se probarán vez y media (1,5) la presión de diseño, manteniéndose por un tiempo no inferior a treinta (30) minutos.

Esta prueba no será satisfactoria (pese a que no se haya apreciado pérdida de fluido por poros, fisuras, etc.) hasta tanto no se controlen los siguientes puntos de inspección con resultados satisfactorios:

1. Espesores de paredes.
2. Espesores de las bridas de aspiración o impulsión, así como norma de taladro.
3. Inspección visual de los posibles defectos de fundición.
4. Control dimensional.

#### **3.1.4.3 Pruebas de Funcionamiento**

Se entiende a la totalidad de las pruebas a realizar por el fabricante:

1. NPSH (sólo si es requerido).
2. Caudal y presión (en cinco puntos distintos. Uno será siempre el de trabajo, dos por encima y dos por debajo del mismo).

3. Para cada punto de la curva de trabajo se medirá: revoluciones, potencia absorbida, consumos, rendimientos y temperatura.

Antes de proceder al envío del equipo para su montaje en Planta, Canal de Isabel II controlará los siguientes puntos de Inspección:

1. Datos en placa de características de la bomba.
2. Protección superficial y calidad de pintura.
3. Control dimensional de grupo completo y su bancada.
4. Embalaje.

#### **3.1.4.4 Montaje**

El montaje de la bomba y su ubicación en Planta no se considerará satisfactorio en tanto en cuanto no se haya realizado y aceptado los siguientes puntos:

1. Anclaje de bancadas.
2. Alineación del acoplamiento bomba-motor.
3. Montaje de colector y válvulas de aislamiento.

#### **3.1.4.5 Pruebas Finales en Obra**

Las bombas instaladas en Planta se someterán antes de su puesta en servicio a los siguientes controles:

1. Sentido de giro.
2. Revoluciones.
3. Alturas.
4. Consumo del motor.
5. Aislamiento del motor.

#### **3.1.4.6 Documentación de Control de Calidad**

Los fabricantes presentarán los siguientes Certificados:

1. Certificado de materiales.
2. Certificado de pruebas.
3. Programa de Puntos de Inspección.

NOTA: Si la bomba fuese de importación se exigirá Certificado de Origen

### **3.1.5 Control de calidad para tubería, accesorios y pequeño material**

#### **3.1.5.1 Tubería Accesorios y Bridas**

1. Certificado Calidad Materiales con composición química y propiedades mecánicas.
2. Control dimensional por muestreo.
3. Inspección visual.

#### **3.1.5.2 Tornillería**

1. Certificado Calidad Materiales.
2. Inspección visual.
3. Control dimensional

#### **3.1.5.3 Juntas**

1. Certificado de Calidad.
2. Inspección visual.
3. Control dimensional por muestreo

#### **3.1.5.4 Tubería y accesorios galvanizados**

1. Inspección visual.
2. Control dimensional por muestreo.

#### **3.1.5.5 Tubería y accesorios de cobre**

1. Certificado Calidad Materiales.
2. Control dimensional por muestreo.
3. Inspección visual.

#### **3.1.5.6 Tubería y accesorios de PVC y polietileno**

1. Certificado Calidad
2. Inspección visual
3. Control dimensional por muestreo

### **3.1.6 Control de calidad para válvulas**

Partes de las válvulas que se exigirán certificado sin limitación a los mismos:

1. Cuerpo:



- Hierro fundido
- Acero al carbono

2. Acero inoxidable

3. Ejes

4. Asiento

#### **3.1.6.1 Prueba hidráulica**

De los cuerpos de las válvulas se realizará prueba hidráulica.

Se realizará así mismo prueba de estanquidad de los cierres a la presión de servicio cuando las válvulas estén totalmente montadas.

#### **3.1.6.2 Prueba en fábrica**

Las pruebas serán presenciadas por la Inspección del adjudicatario.

La presión de prueba será 1,5 veces la presión de diseño por un tiempo no inferior a (5) cinco minutos.

Se exigirá Certificado de Origen en el caso de que las válvulas sean de importación.

#### **3.1.6.3 Válvulas de Mariposa manuales y automáticas**

1. Certificado de Materiales.
2. Certificado de prueba en fábrica.
3. Control de dimensional.
4. Inspección visual.
5. Certificado de Características.
6. Prueba de los Actuadores.

Las pruebas serán presenciadas por la Inspección del adjudicatario.

#### **3.1.6.4 Válvulas de Compuerta y retención embridadas**

1. Certificado de Materiales.
2. Certificado prueba hidráulica del cuerpo.
3. Certificado de Prueba en fábrica.
4. Control dimensional.

5. Inspección visual.

Las pruebas serán presenciadas por la Inspección del adjudicatario.

#### **3.1.6.5 Válvulas manuales o automáticas de otro tipo**

1. Certificado de Materiales.
2. Certificado de prueba hidráulica cuerpo.
3. Certificado prueba funcionamiento.
4. Prueba de actuadores.
5. Inspección visual.
6. Control dimensional.

Las pruebas serán presenciadas por el adjudicatario.

#### **3.1.6.6 Válvulas de seguridad**

1. Certificado de Materiales.
2. Certificado de Prueba en fábrica.
3. Certificado de calibración.
4. Inspección visual.
5. Control dimensional.

En fábrica se ensayarán un 10% de las válvulas a instalar.

En el montaje se comprobará para la totalidad de las válvulas instaladas la correcta ubicación de las mismas. Se realizarán accionamientos manuales de los órganos de cierre, así como de los actuadores, tanto sean eléctricos o neumáticos en las automáticas.

#### **3.1.7 Control de calidad transformadores**

Los ensayos a realizar en los transformadores estarán de acuerdo a las normas UNE - EN 60076 y CEI 60076.

El fabricante expedirá certificado de pruebas que serán presenciadas por la Inspección al adjudicatario. Expedirá así mismo Certificado de Materiales.

Los ensayos mínimos a realizar serán:

1. Relación de transformación en vacío.
2. Pérdidas en el hierro.

3. Pérdidas en los arrollamientos.
4. Aislamiento de los arrollamientos entre sí y de éstos a la masa.
5. Sobretensión.
6. Tensión de cortocircuito.
7. Resistencia de devanados.

#### **3.1.7.1 Montaje**

1. Inspección visual de posible daño sufrido en transporte.
2. Control de nivel de líquidos en el depósito de expansión.
3. Revisión con Megger de la resistencia entre bobinado y entre éstos y masa.

#### **3.1.7.2 Funcionamiento**

Se comprobarán las temperaturas de funcionamiento.

#### **3.1.8 Control de calidad cuadros eléctricos**

Los Cuadros de Control y paneles eléctricos se realizarán de acuerdo a los Esquemas eléctricos, así como a los planos de vistas físicas.

Antes de su expedición a Obra se realizará el montaje total de los armarios con los componentes colocados y realizados el cableado completo, con el fin de comprobar los circuitos.

Se realizará como mínimo los siguientes controles:

1. Comprobación de dimensiones, espesor de chapa, apretado de tornillos, acabado, etc.
2. Comprobación del cableado de armarios y de cada componente en particular, de acuerdo con los esquemas enviados por el adjudicatario, desde esto hasta los regleteros de bornas de salida.
3. Comprobación de que se cumplen en todas las características indicadas en la especificación de diseño y del subpedido.
4. Comprobación de las características y calidades de los componentes incluido en cada panel, tales como: contactores, arrancadores, transformadores, relés, fusibles, pulsadores, pilotos, regleteros de bornas, bandejas y conductores, racores, puestas a tierra, etc.
5. Comprobación del correcto funcionamiento de interruptores, pulsadores, lámparas piloto, relés, etc.
6. Comprobación de rótulos.

7. Comprobación del correcto funcionamiento de los contactores con tensiones de mando diferente a la nominal.
8. Comprobación de los enclavamientos.
9. Comprobación del marcado de fases.
10. Comprobación de números y secciones de conductores.
11. Ensayo de rigidez dieléctrica.
12. Ensayo de simulación de funcionamiento.
13. Ensayo de resistencia de aislamiento de cada cuadro.

Se expedirá Certificado de cumplimiento y Certificado de prueba.

El Certificado de prueba recogerá los siguientes ensayos:

- Aislamiento: Se realizará con una fase a tierra (si el circuito es monofásico) y se comprueba que el aislamiento es el adecuado según el vigente Reglamento de Baja Tensión.
- Rigidez Dieléctrica: Consistirá esta prueba en someter al panel a una tensión  $2 V. + 1.000 V.$ , con un mínimo de  $1.500 V.$ , siendo  $V.$  la tensión nominal de servicio, el tiempo será de (1) un minuto y se comprobará que no se producen anomalías.
- Continuidad de circuitos: Consistente esta prueba en comprobar la continuidad de los circuitos principales.
- Simulación de Funcionamiento: Consiste en una prueba en blanco del funcionamiento del sistema. Se comprobará que al quitar o poner los enclavamientos correspondientes el sistema actúa de acuerdo con lo previsto.

### 3.1.9 Control de calidad motores

De todos los motores a instalar se exigirá Protocolo de Pruebas, que recogerá como mínimo los siguientes controles:

1. Ensayo de cortocircuito.
2. Ensayo de vacío.
3. Ensayo de calentamiento.
4. Rendimiento a  $2/4$ ,  $3/4$  y  $4/4$  de plena carga.
5. Factor de potencia a  $2/4$ ,  $3/4$  y  $4/4$  de plena carga.
6. Pérdidas globales.
7. Par máximo.

8. Par inicial.
9. Nivel de ruido.
10. Del núcleo magnético: características magnéticas y aislamiento.
11. Del inducido: aislamiento del cobre.
12. Del rotor: características magnéticas.

Se realizarán así mismo inspección en los siguientes puntos:

1. Carcasa: Control dimensional y Certificado.
2. Eje: Control dimensional y Certificado.
3. Portascobilla: Control dimensional.
4. Inspección de los siguientes elementos auxiliares: Cojinetes, engrase, caja de bornas, puesta a tierra, placa de características, ventilador y tapa, así como de la pintura de protección.

De todos estos controles se entregará un programa de Puntos de Inspección debidamente cumplimentado.

### **3.1.10 Control de calidad para instrumentos primarios de medida e instrumentación en general**

#### **3.1.10.1 Instrumentos primarios de Medida**

Referido a manómetros, rotámetros, termómetros.

Se exigirá:

1. Certificado Materiales.
2. Certificado calibración.

La inspección estará referida a:

- Control dimensional.
- Control visual.
- Tipo y características.
- Graduación.
- Conexiones eléctricas.

### 3.1.10.2 Instrumentación

Referidos a analizadores cloradores, equipos de pH, equipos de medida de caudal, equipos medida oxígeno disuelto, etc.

Se exigirá:

- Certificado de calibración o de comprobación del Instrumento.
- Certificado de Cumplimiento.

Inspección:

- Control visual.
- Control dimensional.
- Control partes internas.
- Control características.
- Conexionado eléctrico.

Todos estos equipos serán ajustados durante las pruebas de puesta en marcha de la Instalación.

## 3.2 INSPECCIÓN DE EQUIPOS

Presentamos a continuación un cierto número de componentes y equipos con la inspección y control mínimos requeridos.

### 3.2.1 Tuberías de acero soldadas hasta 800 mm. 0 juntas de caucho natural o sintético

1. Examen certificados de origen de la chapa presentados por el proveedor.
2. Examen del protocolo de homologación del procedimiento de soldadura y de la aprobación de soldadores u operadores de soldadura si aplica.
3. Marcado de probeta para contraensayo de tracción y aplastado de anillo según 2.12 y 2.13 de P.P.T.G. del M.O.P.U.
4. Examen y calificación de radiografías de las soldaduras longitudinales en un 5% según calidad 3 como mínimo de UNE 14011.
5. Comprobación de diámetros, espesores, ovalización y marcado según 3.3, 5.6 y 1.10 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
6. Prueba de estanquidad según 3.4 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
7. Verificar los certificados de calidad de las juntas en cumplimiento a los puntos 2.27, 2.28 y 2.29 del P.P.T.G. del M.O.P.U.

NOTA: A petición específica del cliente, podrá solicitarse la prueba de rotura por presión hidráulica interior en un tubo de cada lote, según 3.5 del P.P.T.G. del M.O.P.U.

### 3.2.2 Tuberías de fundición dúctil

1. Marcado de probetas para contraensayo de tracción, flexo-tracción y resiliencia o resistencia al impacto y dureza Brinell en función del proceso de fabricación, según puntos 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
2. Examen visual del acabado de los tubos según 3.3 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
3. Comprobación de diámetros, espesores, ovalización, y marcado según 3.3 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
4. Prueba de estanquidad según 3.4 del P.P.T.G. del M.O.P.U.

NOTA: A petición específica del cliente, podrá solicitarse la prueba de rotura por presión hidráulica interior en un todo de cada lote, según 3.5 del P.P.T.G. del M.O.P.U.

### 3.2.3 Tuberías de polietileno

1. Examen certificado del material, contemplando como mínimo Peso Específico, Temperatura de Reblandecimiento, Índice de Fluidéz y Alargamiento según 2.23 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
2. Comprobación de dimensiones, espesores, rectitud y marcado según 8.6, 8.7 y 1.10 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
3. Prueba de estanquidad según 3.4 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
4. Prueba de rotura a presión hidráulica según 3.5 del P.P.T.G. del M.O.P.U., incluyendo un manguito fijado con los métodos standards a utilizar en la instalación.

### 3.2.4 Tuberías de P.V.C.

1. Examen de los certificados del material contemplando como mínimo Peso Específico, Temperatura Reblandecimiento, Alargamiento y Absorción de Agua según 2.22 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
2. Comprobación de dimensiones, espesores, rectitud y marcado según 8.6, 8.7 y 1.10 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
3. Prueba de estanquidad según 3.4 del P.P.T.G. del M.O.P.U.
4. Prueba de rotura a presión hidráulica según 3.5 del P.P.T.G. del M.O.P.U. incluyendo un manguito fijado con los métodos standards a utilizar en la instalación.

### 3.2.5 Válvulas de compuerta, retención y globo. Válvulas de seguridad

1. Examen certificado de materiales para cuerpos, tapas, husillos, cierres y tornillería cuerpo/tapas.

2. Comprobación apertura total de compuerta.
3. Presenciar ensayos de prueba hidráulica del cuerpo y cierre según DIN 86251 en un 10% de cada tipo y tamaño de válvula, seleccionadas al azar, verificando el certificado del fabricante conforme se han sometido a dichas pruebas al 100% de las partidas.
4. Comprobar dimensiones de bridas según DIN 86251 en un 10% de cada tipo y tamaño.
5. En las válvulas de seguridad se aplicarán todos los puntos anteriores y se comprobará la presión de disparo y el ajuste de la misma según los requisitos del pedido.

NOTAS:

- a) No se aceptarán válvulas que presenten reparaciones en cuerpo o tapas.
- b) Si se observaran dudas en la fiabilidad de los materiales respecto a los certificados que los amparan, se procederá a efectuar contraensayos mecánicos y/o químicos bajo control de los Inspectores de Canal de Isabel II.

**3.2.6 Válvulas de compuerta, globo o mariposa con accionamiento eléctrico o neumático**

1. Examen certificado de materiales para cuerpos, mariposas, ejes y anillos cierre de caucho.
2. Verificar montaje del servomotor neumático.
3. Verificar funcionamiento apertura/cierre, finales de carrera e indicador posición.
4. Verificar fijación anillo de cierre.
5. Presenciar ensayos hidrostáticos de cierre y cuerpo según DIN 86251.
6. Presenciar prueba hidrostática en circuito neumático.
7. Presenciar ensayos de rigidez dieléctrica a 2.000 V. entre partes en tensión y masa y medida del nivel de aislamiento de las partes en tensión.
8. Verificar funcionamiento de los limitadores de par.
9. Comprobar dimensiones de bridas según normas DIN aplicables.

NOTAS:

- a) No se aceptarán válvulas que presenten reparaciones en el cuerpo o mariposa.
- b) Si se observaran dudas en la fiabilidad de los materiales respecto a los certificados que los amparan, se procederá a efectuar contraensayos mecánicos y químicos bajo control de los Inspectores de Canal de Isabel II.



### 3.2.7 Bombas

1. Examen certificado de materiales para cuerpos, impulsores, ejes, camisas, cierres mecánicos y tornillería del cuerpo.
2. Comprobar equilibrado dinámico de los impulsores.
3. Examen visual de mano de obra y acabado de los componentes de la bomba en período de fabricación y montaje.
4. Presenciar las pruebas hidrostáticas del cuerpo.
5. Presenciar las pruebas de funcionamiento según DIN 1944 verificando los valores requeridos por la especificación y como mínimo los siguientes:
  - Curva altura - caudal.
  - Punto de caudal y alturas nominales.
  - Potencia absorbida.
  - Rendimiento.
  - Temperatura cojinetes y vibraciones.
1. Verificar la construcción de las Bancadas respecto a materiales, soldaduras y mano de obra.
2. Comprobación de dimensiones generales acoplamiento bridas de conexión y alineación bomba-motor.
3. Examen del protocolo de pruebas o certificado del motor eléctrico.

#### NOTA:

Si se observaran dudas en la fiabilidad de los materiales respecto a los certificados que los amparan, se procederá a efectuar contraensayos mecánicos y químicos bajo control de los Inspectores de Canal de Isabel II.

### 3.2.8 Motores eléctricos

1. Examen del certificado del prototipo con respecto a la protección antideflagrante según UNE 20320 o similar.
2. Comprobación del tipo de protección ambiental según IEC 144 ó DIN 40050.
3. Presenciar los siguientes ensayos de banco en un motor de cada tipo y potencia según VDE 0530:
  - Cortocircuito.

- Vacío.
- Calentamiento.
- Rendimiento a 1/2, 3/4, 4/4 carga.
- Factor de potencia a 1/2, 3/4 y 4/4.
- Pérdidas totales.
- Par máximo.
- Par de arranque.
- Rigidez dieléctrica.
- Medida de nivel de aislamiento.
- Comprobación datos completos de la placa de características.

4. Resto de motores: presenciar los siguientes ensayos en banco según VDE 0530:

- Cortocircuito.
- Vacío.
- Rigidez dieléctrica durante 1 minuto.
- Medida del nivel de aislamiento.
- Comprobación datos completos de la placa de características.

**3.2.9 Cuadros eléctricos principales y cuadros secundarios**

1. Verificación de la construcción de la carpintería metálica, espesores de chapa, pintado y acabado.
2. Verificación de la capacidad y número de los equipos y aparellaje eléctrico a instalar en los cuadros.
3. Comprobación del correcto tendido y fijación del embarrado de cobre.
4. Comprobación de la disposición de aparellaje y cableado en función de esquemas y cargas. El cableado de control será de 2,5 mm<sup>2</sup> mínimo.
5. Verificación del correcto dimensionado de los voltímetros, amperímetros, relés diferenciales, relés térmicos, fusibles, etc.
6. Presenciar las pruebas de funcionamiento simulado en cuadros.
7. Presenciar los ensayos de rigidez dieléctrica a 2 U. + 1.000 V. entre fases y a masa.

8. Presenciar los ensayos de nivel de aislamiento entre fases y a masa con megger de 500 V.

**NOTA:**

Los criterios de inspección serán según VDE 0100/5.73 y el Reglamento Electrotécnico Español con instrucciones técnicas complementarias aplicables.

### **3.2.10 Paneles de control**

1. Verificación de la construcción de la carpintería metálica, espesores de chapa, pintado y acabado.
2. Comprobación del tipo y cantidad de instrumentos instalados y su fijación.
3. Comprobación del tendido del cableado eléctrico y tuberías de control neumático, etiquetado de líneas y regletas de conexión.
4. Presenciar las pruebas de funcionamiento simulado en los circuitos neumáticos y eléctricos.
5. Presenciar los ensayos de estanquidad de los circuitos neumáticos y los de rigidez dieléctrica y nivel de aislamiento de los eléctricos.

### **3.2.11 Instrumentación**

1. Examen de los protocolos de calibración y prueba de fabricante.
2. Comprobar rangos, escalas y dimensiones de las conexiones neumáticas.
3. Para aquellos instrumentos con protección antideflagrante, se comprobará el certificado de homologación del tipo según UNE, VDE, NEMA ó BS.

## **4 NORMATIVA APLICABLE**

La ingeniería, diseño, materiales, fabricación, inspección, pruebas, limpieza, pintura y montaje de los equipos y materiales incluidos en este Pliego están de acuerdo con las partes aplicables de las siguientes normas en su última edición:

- o Aceros para estructuras. UNE 36.004 (II).
- o Aceros no aleados para uso general. UNE 36.080.
- o Aceros inoxidables. UNE 36.016. 36.257.
- o Fundición gris. UNE 36.111.
- o Fundición nodular. UNE 36.118.
- o Aceros moldeados no aleados. UNE 36.252.

- o Galvanizado en caliente. UNE - EN ISO 1461.
- o Soldadura. UNE 14.001. Código ASME, sección IX.
- o Tubería y accesorios de PVC. UNE 53.02, 53.112 y 53.118.
- o Tubería y accesorios de polietileno. UNE 53.131.
- o Transformadores. UNE - EN 60076 y CEI 60076.
- o Normas básicas para instalación de gas del M.I. y E.
- o Reglamento de Recipientes a presión del M.I. y E.
- o Reglamento de Aparatos que utilizan combustibles gaseosos del M.I. y E.
- o Reglamento de Redes y acometidas de combustibles gaseosos del M.I. y E.
- o Normas básicas para las instalaciones interiores de Agua del M.I. y E.
- o Limpieza de superficies metálicas S/INTA 16.07.05 y SIS 055900.
- o Pintura de superficies con Alquitrán epoxy S/INTA 16.44.07.
- o Imprimación de superficies metálicas con minio de plomo al clorocaucho S/INTA 16.47.05.
- o Pintado de acabado de superficies metálicas con pintura clorocaucho S/INTA 16.47.04A.
- o Control de espesores de pintura S/INTA 16.02.24.
- o Normas técnicas Nº 3 y 4 de Canal de Isabel II.
- o Pliego General de Condiciones Facultativas para Tubería de Abastecimiento de Aguas del M.O.P.U.
- o Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (R.D. 842/2002).
- o Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- o Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

## 5 PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

El Programa de Puntos de Inspección (P.P.I.) para cada equipo será una concepción del Programa de Control de Calidad en el que se recogen de forma cronológica las distintas operaciones o fases que deben controlarse por parte de la Dirección de Obra.

El importe de su elaboración será por cuenta del Contratista y se entregará a la Dirección de Obra para su aprobación.

Comprenden los P.P.I. tanto las fases y operaciones de fabricación como las posteriores de marcada, embalaje y envío a obra.

Las fases de fabricación serán en cada operación supervisadas por el fabricante subproveedor, pudiendo ser presenciada por la Dirección de Obra cuando así incida por su importancia en el criterio de calidad que con anterioridad se ha establecido y que el adjudicatario cumplirá en su totalidad.

En aquellas pruebas que determinen los parámetros de trabajo del equipo y que se fijarán en el recuadro correspondiente de la operación del P.P.I. se establecerán puntos de espera que serán presenciados por la Dirección de Obra o empresa de Control de Calidad independiente designada por dicha Dirección.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra la disponibilidad de la inspección con el tiempo que se haya acordado por si desea o no presenciar la fase así dispuesta. Presenciará e inspeccionará este proceso dando el visto bueno si procede y autorizando la continuidad de la fabricación, firmando y sellando ésta en el recuadro correspondiente.

El resultado final del seguimiento del P.P.I. reflejará el exacto cumplimiento del nivel de calidad preestablecidos.

Debidamente firmado y cumplimentado será certificado por el responsable del Control de Calidad del adjudicatario, adjuntándose la totalidad de la P.P.I. como un documento más de DOSSIER FINAL DE CONTROL DE CALIDAD que entregar a la Dirección de Obra al concluir la fase de aprovisionamiento de que consta el suministro de equipo de la Planta.

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº:2	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE:						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº:2	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: BOMBAS						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción Fábrica							
1.1.	Cuerpo, rodete, eje y accesorios	Revisión certificado materiales	S/norma material			C		
2.	Inspección fábrica							
2.1	Conjunto bomba	Comprobación placa características	S/especif. y planos			O		
2.2	Conjunto bomba	Prueba funcionamiento	S/especific. *			Δ		
2.3	Conjunto bomba	Control dimensional	S/planos			O		
2.4	Conjunto bomba	Visual preparación superficies	S/norma SIS 055900			O		
2.5	Conjunto bomba	Visual y dimensional. aplicación de pintura	S/procedimiento			Δ		
2.6	Conjunto bomba	Marcado, embalaje y autorización de envío				O		
2.7	Conjunto bomba	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº:2	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: <b>BOMBAS</b>						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción Fábrica							
1.1.	Cuerpo, rodete, eje y accesorios	Revisión certificado materiales	S/norma material			C		
2.	Inspección fábrica							
2.1	Conjunto bomba	Comprobación placa características	S/especif. y planos			O		
2.2	Conjunto bomba	Prueba funcionamiento	S/especific. *			Δ		
2.3	Conjunto bomba	Control dimensional	S/planos			O		
2.4	Conjunto bomba	Visual preparación superficies	S/norma SIS 055900			O		
2.5	Conjunto bomba	Visual y dimensional. aplicación de pintura	S/procedimiento			Δ		
2.6	Conjunto bomba	Marcado, embalaje y autorización de envío				O		
2.7	Conjunto bomba	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		



PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 12	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 2 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: TUBERÍA Y ACCESORIOS (ACERO)						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
2.6.	Colectores, partes y Componentes	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		
3.	Inspección obra							
3.1.	Uniones a tope	Homol. proc. soldadura	S/procedimiento			C		
3.2.	Uniones a tope	Homol. soldadores				C		
3.3.	Líneas	Visual y c. dimens.	S/planos			O		
3.4.	Colectores	50% L. penetrantes				O		
3.5.	Líneas uniones a tope	Radiografías	S/procedimiento			Δ		
3.6.	Líneas	Prueba estanquidad	S/especificaciones			Δ		
3.7.	Líneas	Prueba hidrostática	S/especificaciones			Δ		
3.8.	Líneas	Visual y c. dimens. aplicación pintura	S/procedimiento			Δ		
3.9.	Líneas	Rev. Dossier final	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 15	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: VÁLVULAS						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción materiales							
1.1.	Elem. principales	Rev. Cert. Material.	S/norma material			C		
2.	Inspección fábrica							
2.1.	Conjunto	Comprob. placas de características	S/especif.			O		
2.2.	Cuerpo y órganos de cierre	Prueba estanquidad	S/especif. *			O		
2.3.	Conjunto	Visual y c. dimens.	S/planos			O		
2.4.	Conjunto	Prueba funcionam.	S/especif. **			Δ		
2.5.	Conjunto	Visual y c. dimens. aplicación pintura	S/procedimiento			Δ		
2.6.	Conjunto	Marcado, embalaje y autorización de envío				O		
2.7.	Conjunto	Revisión Dossier.	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 15	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 2 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: VÁLVULAS						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
3.	Inspección obra							
3.1.	Conjunto	Visual y comprobac. situación	S/planos			O		
3.2.	Accionam. Manuales ó Automáticos	Visual				O		
3.3.	Conjunto	Visual y c. dimens. aplicación pintura	S/procedimiento			Δ		
3.4.	Conjunto	Rev. Dossier final	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 16	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 1		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: <b>CABLES ELÉCTRICOS</b>						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: / Fecha:	CONTRATISTA Firma: / Fecha:	T.P.I. Firma: / Fecha:	A.I. Cliente Firma: / Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción fábrica							
1.1.	Conjuntos	Rev. Cert. Materiales	S/norma material			C		
1.2.	Conjuntos	Rev. Cert. Materiales				C		
2.	Inspección fábrica							
2.1.	Conjuntos	Visual y c. dimens.	S/planos			O		
2.2.	Líneas	Pruebas funcionam.	S/procedimiento *			Δ		
2.3.	Conjuntos	Marcado embalaje y autorización envío				O		
2.4.	Conjunto	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		
3.	Inspección obra							
3.1.	Conjuntos	Visual y c. dimens.	S/planos			O		
3.2.	Conjuntos	Revisión Dossier final	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 17	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: CUADROS ELÉCTRICOS C.C.M.						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción fábrica							
1.1.	Conjunto	Rev. Cert. Materiales	S/procedimiento *			C		
1.2.	Conjunto	Rev. Cert. Pruebas prototipo	S/procedimiento			C		
2.	Inspección fábrica							
2.1.	Conjunto	Visual y dimensional.	S/planos			O		
2.2.	Componentes	Comprobación visual	S/planos			O		
2.3.	Conjunto	Prueba funcionam.	S/procedimiento			Δ		
2.4.	Protección metálica	Visual y dimensional aplicación pintura	S/procedimiento			Δ		
2.5.	Conjunto	Marcado embalaje y autorización envío				O		
2.6.	Conjunto	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº:17	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 2 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: CUADROS ELÉCTRICOS C.C.M.						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
3.	Inspección obra							
3.1.	Conjunto	Visual				O		
3.2.	Conjunto	Prueba funcionam.	S/procedimiento.			Δ		
3.3.	Conjunto	Rev. Dossier final	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 18	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: MOTORES DE BAJA TENSIÓN Y REDUCTORES DE VELOCIDAD						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción fábrica							
1.1.	Conjunto	Rev. Cert. Materiales	S/procedimiento *			C		
1.2.	Conjunto	Comp. placas caract.	S/procedimiento			O		
2.	Inspección fábrica							
2.1.	Conjunto	Visual y c. dimens.	S/planos			O		
2.2.	Conjunto	Pruebas funcionam.	S/planos			Δ		
2.3.	Conjunto	Visual y dimensional aplicación pintura	S/procedimiento			Δ		
2.4.	Conjunto	Marcado embalaje y autorización envío	S/procedimiento			O		
2.5.	Conjunto	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº:18	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 2 de 2		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: MOTORES DE BAJA TENSIÓN Y REDUCTORES DE VELOCIDAD						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
3.	Inspección obra							
3.1.	Anclajes, alineación y acoplamientos	Visual y c. dimens.				O		
3.2.	Conjunto	Prueba funcionam.	S/procedimiento.			Δ		
3.3.	Conjunto	Rev. Dossier final	S/procedimiento			C		



PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 19	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 1		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: TRANSFORMADORES						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: Fecha:	CONTRATISTA Firma: Fecha:	T.P.I. Firma: Fecha:	A.I. Cliente Firma: Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción fábrica							
1.1.	Conjunto	Rev. Cert. fabricante	S/procedimiento *			C		
1.2.	Conjunto	Comp. placas caract.	S/especificaciones			O		
1.3.	Conjunto	Rev. cert. prototipo.	S/procedimiento			C		
2.	Inspección fábrica							
2.1.	Conjunto y elementos auxiliares	Visual y c. dimens.				O		
2.2.	Conjunto	Prueba funcionam.	S/planos			Δ		
2.3.	Conjunto	Visual y dimensional aplicación pintura	S/procedimiento			Δ		
2.4.	Conjunto	Marcado embalaje y autorización envío	S/procedimiento			O		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 20	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 1		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:		Fecha:	
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: INSTRUMENTACIÓN						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: / Fecha:	CONTRATISTA Firma: / Fecha:	T.P.I. Firma: / Fecha:	A.I. Cliente Firma: / Fecha:	OBSERVACIONES
1.	Recepción fábrica							
1.1.	Elementos	Rev. Cert. Material.	S/normas material			C		
1.2.	Conjunto	Rev. Cert. Calibrac.	S/especificación			C		
1.3.	Conjunto	Rev. Cert. Fabricante.	S/procedimiento			C		
2.	Inspección fábrica							
2.1.	Conjunto	Visual y c. tipo. (características)	S/especificación			O		
2.2.	Conjunto	Marcado, embalaje y autorización de envío				O		
2.3.	Conjunto	Revisión Dossier	S/procedimiento			C		
3.	Inspección obra							
3.1.	Conjunto	Visual (ubicación)	S/planos.			O		
3.2.	Conjunto	Prueba funcionam.	S/especificación			Δ		

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN								
CLIENTE:		Punto de espera  Δ	Punto de aviso  O	Revisión de documentación  C	Nº: 20	REVISIÓN:	Aprobado Cliente:	
S/Ref.:	N/Ref.:				Hoja 1 de 1		Firma y sello:	
Centro de trabajo:					Preparado por:			
Proveedor:					Aprobado por:			Fecha:
Fabricante:		EQUIPO O COMPONENTE: INSTRUMENTACIÓN						
POS.	OPERACIÓN	TIPO DE INSPECCIÓN	DOCUMENTACIÓN APLICABLE	PROVEEDOR Firma: / Fecha:	CONTRATISTA Firma: / Fecha:	T.P.I. Firma: / Fecha:	A.I. Cliente Firma: / Fecha:	OBSERVACIONES
3.3.	Conjunto	Rev. Dossier final.	S/procedimiento			C		

## 6 INFORME DE SEGUIMIENTO

Para el suministro de la totalidad de los equipos y materiales de que consta la obra que se proyecta se establecerá un Plan de Organización para el seguimiento adecuado del aprovisionamiento y conseguir que todos los documentos de aplicación para la realización de la Obra, se distribuya de manera adecuada y que el conjunto de la documentación sea identificable y localizable.

Alcanzará este procedimiento a toda la fabricación y aprovisionamiento así como a la documentación y correspondencia que se quiere.

Existirá por parte del adjudicatario una persona que será responsable de toda la información, ésta anotará la correspondencia e información que se reciba directamente por parte de la Dirección de Obra.

Se controlará así:

- o Plan de Aprovisionamiento y avance.
- o Control de calidad.
- o Correspondencia oficial con la Dirección de Obra.

Independientemente de la correspondencia ordinaria que se genere o de las reuniones en su caso, el adjudicatario enviará mensualmente a la Dirección de Obra la siguiente documentación:

- o Planning de Aprovisionamiento actualizado.
- o Copia de los subpedidos que se generen durante los últimos treinta (30) días.
- o Cumplimiento del Control de calidad.
- o Manuales de Instrucciones y Certificado de líquidos acopiados.

La Dirección de Obra o su "Autorizada de Inspección" inspeccionará la fabricación y acopios de los Equipos Técnicos, entendiéndose que de no ser así aceptará los Equipos a los que el adjudicatario a través de su inspección haya aceptado de sus subproveedores después de haber hecho cumplir los requisitos exigidos.

Se facilitará en todo momento la documentación que la inspección de la Dirección de Obra necesite para poder realizar su labor de identificación. Así mismo el adjudicatario facilitará la entrada libre a los talleres y fábricas de los subproveedores que realicen la fabricación de los equipos y materiales con destino a la obra que se proyecta.

Se realizará en sus almacenes una inspección final sobre cada equipo o componente hasta completar el acopio de la totalidad de materiales.

Si no existiesen garantías de almacenaje de los equipos en obra y dependiendo de las necesidades de montaje, se notificará a la Dirección de Obra el contenido de cada expedición y

lugar de envío, pudiendo ser identificado por la documentación que sobre los mismos haya recibido con anterioridad.

## **7 DOCUMENTACIÓN FINAL DE CONTROL DE CALIDAD**

Independiente de la documentación parcial que haya entregado a la Dirección de Obra durante el aprovisionamiento, el adjudicatario adjuntará al finalizar el montaje la siguiente documentación:

### **7.1 MANUAL DE SERVICIO QUE CONSTARÁ DE:**

- o Libro de operaciones de la instalación con las instrucciones de montaje, puesta en marcha y mantenimiento.
- o Planos generales de proceso.
- o Lista general de engrases.
- o Libro de componentes con croquis de dimensiones, secciones, hoja de datos, e instrucciones de cada equipo.
- o Lista de Repuestos.

### **7.2 DOSSIER FINAL DE CONTROL DE CALIDAD CON EL SIGUIENTE CONTENIDO**

- o Programa de control de calidad y Certificado de Cumplimiento.
- o Programa de Puntos de Inspección cumplimentados.
- o Certificados, informes, controles y pruebas de cada uno de los componentes.

## **8 PRUEBAS FINALES DE LA INSTALACIÓN**

### **8.1 EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS**

Antes de la puesta en marcha se efectuará una prueba en vacío de todos los equipos de la instalación. Se rodarán durante un tiempo prudencial y se comprobarán:

- o Aislamiento de motores.
- o Consumo.
- o Calentamiento.
- o Ruidos y vibraciones.

En los automatismos se efectuará una prueba en blanco sobre los enclavamientos y se comprobarán que responden a formatos de consigna.

## 8.2 TUBERÍAS

Se realizarán sin excepción las dos pruebas siguientes:

- o Prueba de presión interior.
- o Prueba de estanquidad.

Se someterá a aprobación de la Dirección de Obra el correspondiente Procedimiento de prueba que como mínimo recogerá lo preceptivo en el capítulo 11 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua del M.O.P.U.

## 8.3 TANQUES A PRESIÓN

Los tanques a presión que sean construidos en fábrica cumplirán "in situ" los requerimientos del código Español de Recipientes a presión.

Aquellos realizados y montados directamente en planta se les someterá a una prueba de estanquidad y a otra de presión interior si ésta es de aplicación.

## 8.4 RECIPIENTE DE HORMIGÓN

Todos los tanques de hormigón serán sometidos a prueba hidráulica de estanquidad durante un tiempo mínimo de siete (7) días y no se admitirán pérdidas superiores a las indicadas en el Pliego de Bases.

## 8.5 PRUEBA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO

Serán aquellas que se realice una vez satisfecha las anteriormente citadas. Se entiende que están referidas a obtención de rendimientos del Sistema.

Conjuntamente con la Dirección de Obra se realizará un Programa detallado de las mismas. Estas pruebas no serán satisfactorias si no se cumplen los datos de Diseño. La aceptación de la realización correcta del Programa de Pruebas será documento imprescindible para la realización de la Recepción Provisional.

## ANEJO Nº 19.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>CONTENIDO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CONDICIONADO LEGAL ESPECÍFICO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE LOS RESIDUOS A GENERAR .....</b>	<b>4</b>
3.1	Clasificación y descripción de los residuos.....	4
3.2	Estimación cantidad de residuos por tipología .....	7
<b>4</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE LA MENOR GENERACIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>8</b>
4.1	Reducción en la generación de residuos.....	8
<b>5</b>	<b>OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS .....</b>	<b>9</b>
5.1	Previsión de operaciones de reutilización.....	9
5.2	Previsión de operaciones de valorización “in situ” de los residuos generados.....	9
5.3	Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables “in situ” .....	10
<b>6</b>	<b>MEDIDAS DE SEGREGACIÓN “IN SITU” PREVISTAS (CLASIFICACIÓN/SELECCIÓN)....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>LISTADO DE CANTERAS, VERTEDEROS Y PLANTAS DE REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS .....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS .....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDS....</b>	<b>20</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>20</b>



## 1 CONTENIDO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con el RD 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se presenta el actual Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

- o Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.
- o Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- o Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- o Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- o Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- o Las prescripciones del Pliego de Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación, y otras.
- o Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.

## 2 CONDICIONADO LEGAL ESPECÍFICO

Además del mencionado RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, existe otra serie de leyes y normas que resultan de aplicación en lo que a gestión de residuos se refiere.

Se trata de las siguientes:

- o La Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados, que además deroga la Ley 10/1998.
- o La Ley 5/2003 de 20 de marzo de residuos de la Comunidad de Madrid, en especial lo concerniente a la separación en origen de los mismos y las autorizaciones necesarias para los gestores e inscripción en los registros aplicables, según normativa vigente.
- o Decreto 679/2006 de 2 de junio por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, para el manejo de los aceites, sustancias asimilables, y otros trapos, envases, etc. contaminados que se puedan generar tanto durante la ejecución de las obras como durante la explotación de la instalación.
- o Decreto 193/98 de 20 de noviembre por el que se regula en la Comunidad de Madrid la utilización de lodos de depuradora en agricultura. De forma previa será necesaria la entrega a gestor autorizado y la caracterización de los mismos.

- o El almacenamiento de los RCD deberá realizarse en los recipientes adecuados que deberán cumplir lo dispuesto en la Orden 2690/2006 de 28 de julio por la que se regula la gestión de los RCD en la Comunidad de Madrid.
- o Finalmente, cabe mencionar que tanto los sobrantes de la excavación como los escombros procedentes de demolición de estructuras existentes, se gestionarán según lo establecido en el Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) de la Comunidad de Madrid 2006 – 2016 y en el RD 105/2008. De esta forma, los escombros deberán dirigirse a planta de tratamiento autorizada de forma previa a su depósito en vertedero controlado, y las tierras sobrantes de excavación, preferentemente a restauración de áreas degradadas por explotaciones mineras.

### **3 ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES DE LOS RESIDUOS A GENERAR**

#### **3.1 Clasificación y descripción de los residuos**

Los residuos de construcción y demolición son, en general, residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física 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.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideran incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1 m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

Al efecto de la Orden MAM/304/2002, los residuos que se van a generar durante la ejecución de las obras se pueden considerar incluidos en los siguientes grupos:

<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>		
<b>1. Asfalto</b>		
x	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
<b>2. Madera</b>		
x	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>		
x	17 02 02	Vidrio
<b>7. Yeso</b>		
x	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>		
<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
x	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
x	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>		
x	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
x	20 02 01	Residuos biodegradables
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		
x	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
x	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
x	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, alquitran 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
x	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,...)
x	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
x	16 01 07	Filtros de aceite
x	20 01 21	Tubos fluorescentes
x	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
x	16 06 03	Pilas botón
x	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
x	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
x	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
x	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
x	15 01 11	Aerosoles vacíos
	16 06 01	Baterías de plomo
x	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDC's mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

### 3.2 Estimación cantidad de residuos por tipología

La estimación se realizará en función de las categorías del punto anterior.

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

Estimación de residuos en OBRA NUEVA	
Volumen de tierras excavadas totales	7.927,62 m <sup>3</sup>
Volumen de residuos estimado (V x 0,10)	792,76 m <sup>3</sup>
Volumen de residuos demoliciones	662,87 m <sup>3</sup>
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m <sup>3</sup> )	1,10 Tn/m <sup>3</sup>
Toneladas de residuos estimadas	1.534,91 Tn
Volumen de tierras procedentes de la excavación no utilizadas según presupuesto	2.821,99 m <sup>3</sup>
Presupuesto estimado de la gestión de tierras	180.000,00 € (entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

El volumen de las tierras excavadas totales proviene de la suma de la medición de todas las unidades del presupuesto en las que se realiza una excavación.

También se ha tenido en cuenta la retirada de los elementos metálicos provenientes de los equipos desmantelados.

Con el dato estimado de RCDs por metro cúbico de construcción se hace una estimación de la composición en peso de los RCDs que van a vertedero, resultando los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	Volumen de Residuos (m <sup>3</sup> )
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		4232,98	1,50	2821,99

	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	Volumen de Residuos (m <sup>3</sup> )
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>				
1. Asfalto	0,050	76,75	1,30	59,04
2. Madera	0,040	61,40	0,60	102,33
3. Metales	0,025	54,30	1,50	36,20
4. Papel	0,003	4,60	0,90	5,12
5. Plástico	0,015	23,02	0,90	25,58
6. Vidrio	0,005	7,67	1,50	5,12
7. Yeso	0,002	3,07	1,20	2,56
<b>TOTAL estimación</b>	0,140	<b>230,82</b>		<b>235,94</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	61,40	1,50	40,93
2. Hormigón	0,120	184,19	1,50	122,79
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	828,85	1,50	552,57
4. Piedra	0,050	76,75	1,50	51,16
<b>TOTAL estimación</b>	0,750	<b>1.151,18</b>		<b>767,46</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>				
1. Basuras	0,070	107,44	0,90	119,38
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	61,40	0,50	122,79
<b>TOTAL estimación</b>	0,110	<b>168,84</b>		<b>242,17</b>

## 4 JUSTIFICACIÓN DE LA MENOR GENERACIÓN DE RESIDUOS

### 4.1 Reducción en la generación de residuos

Siguiendo las directrices de la política medioambiental de la Comunidad de Madrid, y en aplicación de la legislación vigente europea y estatal en materia de residuos, se fijará como objetivo prioritario la minimización de la generación de residuos durante la ejecución de las obras, aplicando todas las medidas que se estimen oportunas y buscando siempre aquellas opciones en los procedimientos y en la selección de materiales que faciliten su consecución. Entre otras se tomarán las siguientes medidas:

- o Se dará prioridad a la utilización de materiales que provengan de procesos de reciclado y/o reutilización y que se suministren en la zona de obras con la menor cantidad posible de material de embalaje a fin de minimizar la producción de residuos.
- o Se realizará un seguimiento del mercado de productos y materias primas utilizadas en la obra, así como un control y mantenimiento de los productos almacenados, con el objetivo de proveerse de aquellos que estén diseñados bajo la premisa de una menor generación de residuos.
- o Durante la ejecución de la obra se procederá a la reutilización de todos aquellos materiales y elementos que así lo permitan, buscando con este proceder, por un lado, una menor generación de elementos que deban ser eliminados y, por otro, no tener que hacer el aprovisionamiento en puntos de abastecimiento exteriores a la zona de actuación, con el consiguiente coste de tiempo, materias primas y combustible.
- o Se minimizará la generación de polvo durante los procesos de manipulación de escombros y tierras, esto es, durante la carga y transporte a vertedero de los residuos inertes. Para ello se humedecerán mediante un riego ligero con agua los caminos de obra. Los puntos en los que se depositen se señalarán y protegerán adecuadamente, evitando acumular sobre ellos otros elementos de gran peso.
- o Se establecerá un plan de consumo del agua utilizada para el mantenimiento y limpieza de la maquinaria, tendente a economizar el consumo de este importante recurso y a minimizar la producción de efluentes líquidos potencialmente contaminantes de agua y suelo.
- o Cualquier maquinaria que pueda, debido a su mal funcionamiento, generar una mayor producción de residuos peligrosos será sustituida.
- o Con el fin de evitar o reducir el uso de combustibles fósiles empleados por la maquinaria durante la realización de las obras, se respetarán los plazos de revisión de los motores y maquinaria (ITV).
- o Por otro lado, se considerará prioritaria la utilización de energías renovables en las instalaciones de obra, tales como placas y acumuladores solares.

A pesar de buscar una mínima generación de residuos y reutilizar todos los materiales y elementos que lo permitan, hay residuos que deben ser eliminados, para lo cual se procederá en primera instancia a su clasificación según tipos:

- o Los residuos asimilables a urbanos por sus características les permiten ser gestionados junto a los residuos sólidos urbanos. Están constituidos fundamentalmente por restos orgánicos, papel, cartón, plástico, maderas, textiles, etc.
- o Los residuos inertes son inocuos y están constituidos por ciertos tipos de chatarra, escombros, polvos metálicos, tierras, etc. Al no poseer condiciones adversas para el medio ambiente son susceptibles de ser utilizados en obras públicas como rellenos, vertederos, etc.
- o Los residuos tóxicos y/o peligrosos, deberán ser tratados por gestor autorizado, siendo preciso para su transporte contar también con un transportista autorizado.

Su gestión se realizará de acuerdo a lo descrito en el resto de este documento.

## 5 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS

### 5.1 Previsión de operaciones de reutilización

**Tabla nº 1:** Operaciones previstas y destino previsto inicialmente para los materiales

	<b>Operación prevista</b>	<b>Destino inicial</b>
	<i>No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado</i>	
x	<i>Reutilización de tierras procedentes de la excavación</i>	<i>Propia obra</i>
	<i>Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización</i>	
	<i>Reutilización de materiales cerámicos</i>	
	<i>Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...</i>	
	<i>Reutilización de materiales metálicos</i>	
	<i>Otros (indicar)</i>	

### 5.2 Previsión de operaciones de valorización “in situ” de los residuos generados

**Tabla nº 2:** Operaciones previstas y destino previsto inicialmente para los materiales

	<b>Operación prevista</b>
x	<i>No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado</i>
	<i>Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía</i>
	<i>Recuperación o regeneración de disolventes</i>
	<i>Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes</i>
	<i>Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos</i>
	<i>Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas</i>
	<i>Regeneración de ácidos y bases</i>
	<i>Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos</i>
	<i>Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE</i>
	<i>Otros (indicar)</i>

### 5.3 Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ"

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la Comunidad de Madrid para la gestión de residuos no peligrosos.

Terminología:

RCD: Residuos de Construcción y la Demolición

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

RNP: Residuos NO peligrosos

RP: Residuos peligrosos

TIERRAS Y PETREOS DE LA EXCAVACIÓN		Tratamiento	Destino	Cantidad (Tn)
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	4232,98
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	0,00
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	Sin tratamiento esp.	Restauración / Vertedero	0,00

RCD: Naturaleza no pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad (Tn)
<b>1. Asfalto</b>				
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	76,75
<b>2. Madera</b>				
17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNP	61,40
<b>3. Metales</b>				
17 04 01	Cobre, bronce, latón	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,00
17 04 02	Aluminio	Reciclado		0,00
17 04 03	Plomo			0,00
17 04 04	Zinc			0,00
17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado		54,30
17 04 06	Estaño			0,00
17 04 06	Metales mezclados	Reciclado		0,00
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclado		0,00
<b>4. Papel</b>				
20 01 01	Papel	Reciclado	Gestor autorizado RNP	4,60
<b>5. Plástico</b>				
17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNP	23,02
<b>6. Vidrio</b>				
17 02 02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNP	7,67
<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	3,07



RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad (Tn)
<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 RCD	0,00
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	61,40
<b>2. Hormigón</b>				
17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	184,19
<b>3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos</b>				
17 01 02	Ladrillos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,00
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	621,64
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	207,21
<b>4. Piedra</b>				
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado		76,75
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		Tratamiento	Destino	Cantidad (Tn)
<b>1. Basuras</b>				
20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	37,61
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RSU	69,84
<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 RPs	0,61
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla	Depósito / Tratamiento		2,46
17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados	Depósito / Tratamiento		0,92
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Depósito Seguridad		0,00
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	Depósito Seguridad		0,00
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	Depósito Seguridad		0,00
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad		0,00
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad		0,00
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,61

17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's	Tratamiento Fco-Qco	Gestor autorizado RPs	0,00
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Fco-Qco		0,00
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento		0,00
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)	Depósito / Tratamiento		0,61
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)	Depósito / Tratamiento		1,23
16 01 07	Filtros de aceite	Depósito / Tratamiento		0,61
20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito / Tratamiento		1,23
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Depósito / Tratamiento		0,61
16 06 03	Pilas botón	Depósito / Tratamiento		0,61
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito / Tratamiento		27,94
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices	Depósito / Tratamiento		12,28
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados	Depósito / Tratamiento		0,92
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	Depósito / Tratamiento		4,60
15 01 11	Aerosoles vacíos	Depósito / Tratamiento		3,07
16 06 01	Baterías de plomo	Depósito / Tratamiento		0,00
13 07 03	Hidrocarburos con agua	Depósito / Tratamiento		3,07
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03	Depósito / Tratamiento	Restauración / Vertedero	0,00

## 6 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN/SELECCIÓN)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en 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:

**Tabla nº 3:** Cantidades umbral para la separación

<i>Hormigón</i>	<i>80 T</i>
<i>Ladrillos, tejas, cerámicos</i>	<i>40 T</i>
<i>Metales</i>	<i>2 T</i>
<i>Madera</i>	<i>1 T</i>
<i>Vidrio</i>	<i>1 T</i>
<i>Plásticos</i>	<i>0,5 T</i>
<i>Papel y cartón</i>	<i>0,5 T</i>

Se entiende por puntos limpios las áreas destinadas al almacenamiento temporal y selectivo de los residuos generados durante la fase de obras. Para su creación bastará con instalar en ellos una serie de contenedores, dispuestos de forma ordenada sobre el terreno, abiertos o cerrados según las necesidades, y debidamente señalizados para su correcta identificación y utilización, empleando el contenedor correspondiente para cada tipo de residuo.

Los puntos limpios deberán reunir las siguientes características:

- o Ser accesible al personal de obra, estando debidamente señalizado en caso necesario.
- o Ser accesible para los vehículos de transporte encargados de la retirada de los distintos tipos de residuos.
- o No ser causa de interferencias en el normal desarrollo de las obras, ni suponer obstáculos al tránsito de maquinaria y vehículos por la obra.

Estos puntos limpios se ubicarán en las principales áreas de actividad de la obra como parques de maquinaria e instalaciones auxiliares de obra. De estos puntos limpios, los residuos generados serán llevados a los puntos de recogida que, con carácter temporal, se habiliten y en los que se dispondrán distintos contenedores para cada tipo de material, según la codificación que se muestra en la siguiente tabla.

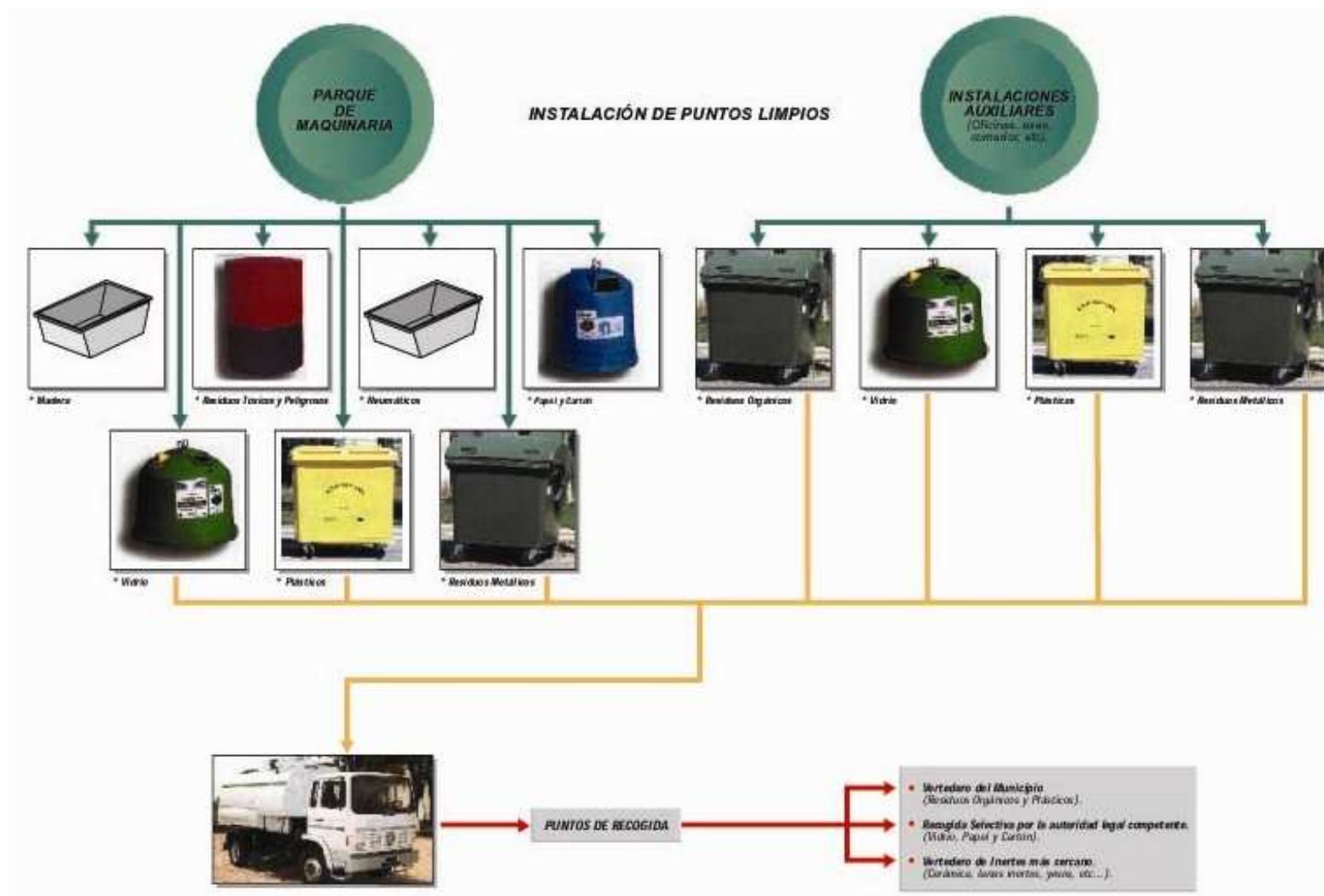
**Tabla nº 4:** Tipología de contenedores de los puntos limpios

<i><b>Tipo de residuos</b></i>	<i><b>Tipo de contenedor</b></i>	<i><b>Código cromático</b></i>	<i><b>Destino final de los residuos</b></i>
<i>Escombros</i>	-		<i>Vertedero de inertes</i>
<i>Residuos de origen urbano (orgánicos)</i>	<i>Estanco</i>	<i>Negro</i>	<i>Vertedero de R.S.U.</i>
<i>Papel y cartón</i>	<i>Estanco</i>	<i>Azul</i>	<i>Reciclaje</i>
<i>Plásticos</i>	<i>Estanco</i>	<i>Amarillo</i>	<i>Reciclaje</i>
<i>Vidrio</i>	<i>Estanco</i>	<i>Verde</i>	<i>Reciclaje</i>
<i>Madera</i>	-	<i>Marrón</i>	<i>Reciclaje</i>
<i>Metales</i>	<i>Estanco</i>	<i>Gris</i>	<i>Reciclaje</i>
<i>Neumáticos</i>	<i>Abierto</i>	<i>Negro</i>	<i>Reciclaje</i>
<i>Derivados del petróleo</i>	<i>Estanco</i>	<i>Rojo</i>	<i>Tratamiento por gestor autorizado</i>
<i>Residuos biosanitarios</i>	<i>Imperforable</i>	<i>Verde</i>	<i>Tratamiento por gestor autorizado</i>
<i>Residuos tóxicos y peligrosos</i>	-	<i>Amarillo</i>	<i>Tratamiento por gestor autorizado</i>

El tipo de contenedor en cada caso se ajustará a las siguientes características:

- o Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo.
- o Contenedor estanco para recipientes metálicos.
- o Contenedor abierto para neumáticos.
- o Contenedor estanco para embalajes y recipientes plásticos.
- o Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón.
- o Contenedor estanco para vidrio.
- o Contenedor estanco para restos orgánicos.

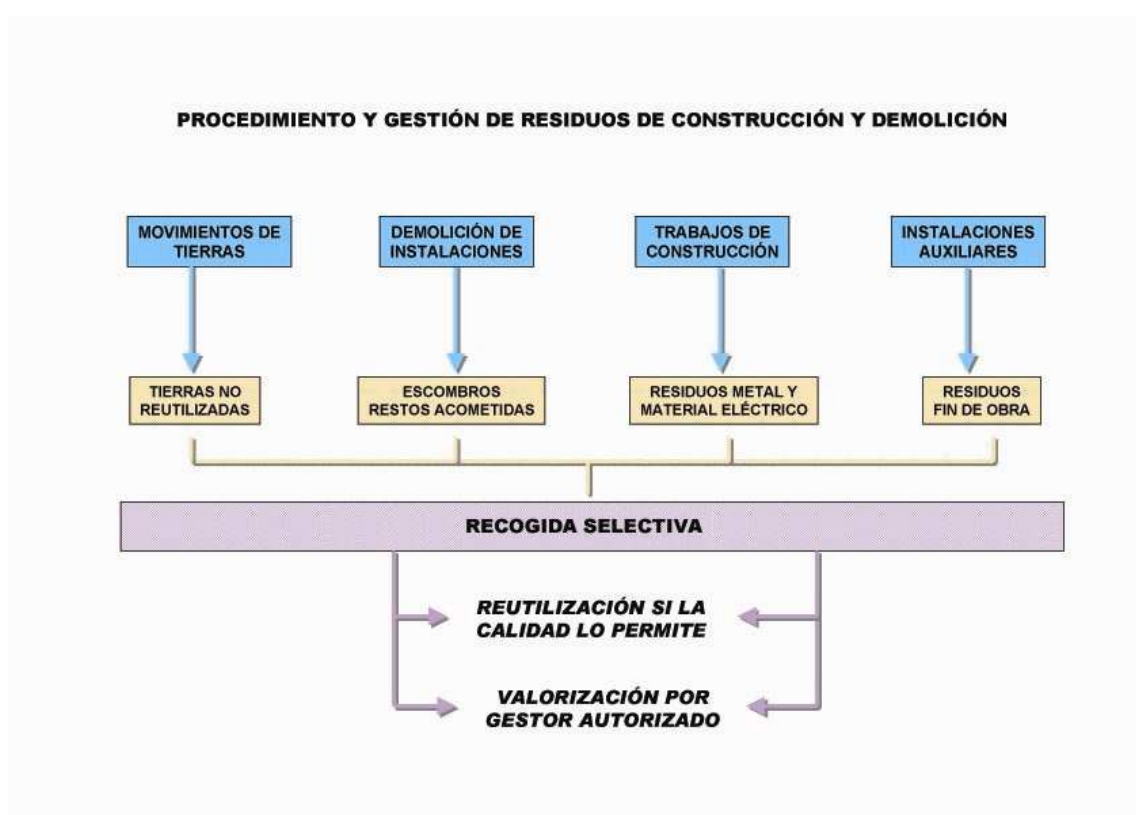
A título meramente informativo se incluye un diagrama, en el que se esquematiza el diseño y funcionamiento de un punto limpio genérico, en el que se indica la composición y distribución de sus distintos elementos.



Los residuos tóxicos y/o peligrosos generados durante la obra, como aceites procedentes de la maquinaria, envases de pintura, disolventes, residuos sanitarios y fungibles de las instalaciones de obra y maquinaria, se dispondrán en lugares especiales de acopio donde se envasarán y etiquetarán los recipientes según la normativa vigente.

Se presentará un informe anual al Organismo Competente en el que se especificará, cantidad de residuos peligrosos producidos, naturaleza de los mismos, destino final, frecuencia de recogida y medio de transporte. Asimismo, se informará inmediatamente en caso de desaparición, pérdida o escape accidental de residuos peligrosos.

En general, se establecerán medidas de seguridad, autoprotección y plan de emergencia interna llevando un registro de residuos producidos o importados y destino de los mismos.



Su situación será la que marque el plano del siguiente apartado.





ACTUACIONES	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS NUEVOS EDIFICIOS ELÉCTRICOS
2	NUEVA ZONA DE APARCAMIENTO
3	ACTUACIONES EN GASÓMETROS EXISTENTES
4	ACTUACIONES EN EDIFICIO DE TAMIZADO EXISTENTE

GESTIÓN DE RESIDUOS	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
A	ACOPIOS Y/O CONTENEDORES DE LOS DISTINTOS RCDs (TIERRAS, PETREOS, MADERAS, PLÁSTICOS, METALES, VIDRIOS, CARTONES...)
B	ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS Y PRODUCTOS TÓXICOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS, CONTENEDORES PARA RESIDUOS URBANOS
C	UBICACIÓN DE LOS ACOPIOS PROVISIONALES DE MATERIALES PARA RECICLAR COMO ÁRIDOS, VIDRIOS, MADERA O MATERIALES CERÁMICOS
D	ZONA O CONTENEDOR PARA LAVADO DE CANALETA / CUBETAS DE HORMIGÓN

PLANTA  
ESCALA: 1/2000

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS Y MEJORAS MEDIOAMBIENTALES EN LA EDAR SUR (T.M. GETAFE)

TÍTULO DEL PLANO: PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS. PLANTA GENERAL.

FECHA: OCTUBRE DE 2017

AUTORES DEL PROYECTO:  
EMERILLO VILLAR GONZÁLEZ  
NÉSTOR NÚÑERA CAÑAL

ESCALA: 1/2000

EL DIRECTOR DEL PROYECTO:  
JOSE ANTONIO MARTÍN MORENO

Nº DE PLANO: GR-01

HOJA 1 DE 1



## 7 PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS

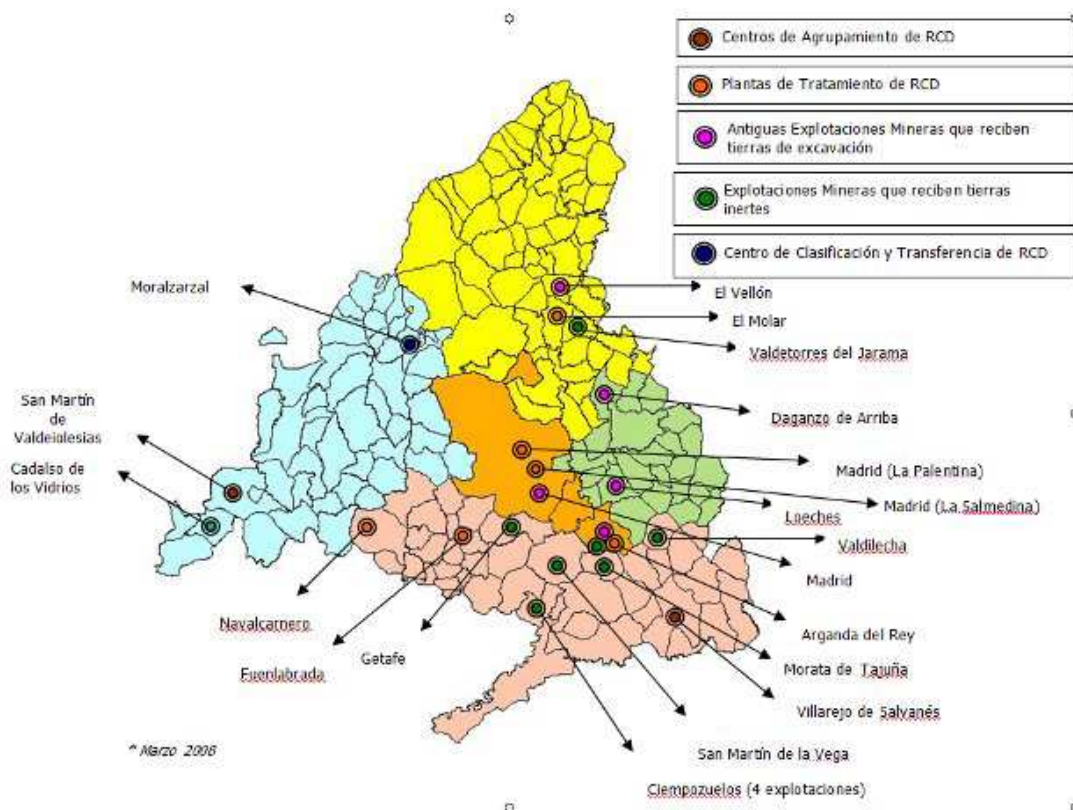
Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

**Tabla nº 5:** Contenido de los planos:

	<i>Bajantes de escombros</i>
x	<i>Acopios y/o contenedores de los distintos RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones...</i>
x	<i>Zonas o contenedor para lavado de canaletas / cubetas de hormigón</i>
x	<i>Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos</i>
x	<i>Contenedores para residuos urbanos</i>
	<i>Planta móvil de reciclaje "in situ"</i>
x	<i>Ubicación de los acopios provisionales de materiales para reciclar como áridos, vidrios, madera o materiales cerámicos.</i>

## 8 LISTADO DE CANTERAS, VERTEDEROS Y PLANTAS DE REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS

En las páginas siguientes se incluye una imagen con la situación de las actuales canteras que cuentan con Plan de Recuperación y las Plantas autorizadas de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.





Dada la localización de la planta, y la distribución de vertederos y canteras, y consultado el listado de empresas autorizadas por la Comunidad de Madrid para la realización de actividades de gestión de residuos de la construcción y demolición, se ha previsto el transporte de los residuos a la explotación de **URBASER, en Fuenlabrada (Planta de Valorización de Residuos de Construcción y Demolición “Las Mulass”,** que es una de las más cercanas.

## 9 PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS

### Con carácter General:

Tienen relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

### **Gestión de residuos de construcción y demolición**

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

### **Certificación de los medios empleados**

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad de Madrid.

### Con carácter Particular:

**Tabla nº 6:** Prescripciones incluidas en el pliego (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra):

	<i>Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...).</i> <i>Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan</i>
X	<i>El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m<sup>3</sup>, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos</i>
X	<i>El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</i>
	<i>Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad,</i>

X	<p>especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro.</p> <p>En los mismos deberá figurar el material que contienen.</p> <p>Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.</p>
	<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismos. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.</p>
X	<p>En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.</p> <p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
X	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) se realiza en centros con la autorización autonómica correspondiente, asimismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.</p> <p>Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos</p>
X	<p>La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se realizará conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.</p> <p>Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.</p>
	<p>Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.</p> <p>En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.</p>
X	<p>Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.</p>
X	<p>Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.</p>
X	<p>Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.</p>

## 10 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCDs

A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

También se incluyen entre las tierras y pétreos de la excavación aquellos residuos procedentes de la demolición de los elementos existentes, así como los elementos metálicos que es necesario retirar.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs			
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)
Tierras y pétreos de la excavación	2821,987	22,42	63.268,95
<b>RCDs Naturaleza Pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	40,931	6,24	255,41
2. Hormigón	122,793	10,05	1.234,07
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámico	552,568	9,66	5.337,81
4. Piedra	51,164	6,24	319,26
<b>RCDs Naturaleza no Pétreo</b>			
1. Asfalto	59,035	10,05	593,30
2. Madera	102,327	9,19	940,39
3. Metales	36,202	7,09	256,67
4. Papel	5,116	1,08	5,53
5. Plástico	25,582	9,19	235,10
6. Vidrio	5,116	7,10	36,32
7. Yeso	2,558	10,05	25,71
<b>RCDs Potencialmente peligrosos</b>			
1. Basuras	119,382	1,50	179,07
2. Potencialmente peligrosos y otros	122,793	82,86	10.174,63
Punto limpio			2.409,22
<b>TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs</b>			<b>85.271,44</b>

## 11 CONCLUSIÓN

A continuación se presenta una tabla comparativa entre los residuos generados y los límites que determinan la separación establecidos por el RD, de forma que permite identificar el número y tipo de contenedores necesarios.

**Tabla nº 7:** Residuos generados:

	Límites RD	Residuos estimados (Ton)	Volumen estimado (m <sup>3</sup> )
Hormigón	80 T	184,19	122,79
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 T	828,85	552,57
Metales	2 T	54,30	36,20
Madera	1 T	61,40	102,33
Vidrio	1 T	7,67	5,12
Plásticos	0,5 T	23,02	25,58
Papel y cartón	0,5 T	4,60	5,12
Residuos tóxicos y peligrosos	--	61,40	122,79

Es por ello que se ubican en el punto limpio los siguientes contenedores:

**Tabla nº 8:** Contenedores necesarios y periodicidad de recogida

<i>Tipo de contenedor</i>	<i>Número</i>	<i>Volumen (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Periodicidad mínima de recogida</i>
<i>Hormigón</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1 vez cada dos semanas</i>
<i>Ladrillos, tejas, cerámicos</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>1 vez a la semana</i>
<i>Metal</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1 vez al mes</i>
<i>Madera</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1 vez al mes</i>
<i>Vidrio</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1 vez al mes</i>
<i>Plásticos</i>	<i>1</i>	<i>0,8</i>	<i>1 vez cada dos meses</i>
<i>Papel y cartón</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1 vez al mes</i>
<i>Otros</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>1 vez a la semana</i>
<i>Residuos tóxicos y peligrosos</i>	<i>2</i>	<i>0,8</i>	<i>1 vez a la semana</i>

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con los planos que acompañan la presente memoria y el presupuesto reflejado, los técnicos que suscriben entienden que queda

suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición para el proyecto reflejado en su encabezado.

Además el Adjudicatario de las obras está obligado, según el artículo 5 de dicho R. D., a presentar al director facultativo para su aprobación, un plan que refleje como llevar a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en obra, en particular las recogidas en el estudio indicado anteriormente.

Por otra parte, el Adjudicatario, cuando no proceda a gestionar los residuos por él mismo, está obligado a entregarlos a un gestor de residuos o participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión; todo ello según establece el Real Decreto 105/2008.

## **ANEJO Nº 20.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>21</b>
	4.1 Actividades desarrolladas en las instalaciones.....	21
	4.2 Principales riesgos y medidas de prevención a tomar en una instalación.....	21
	4.3 Riesgos y medidas a tomar en espacios confinados. ....	22
	4.4 Riesgos y medidas a tomar en atmósferas explosivas. ....	24
	4.5 Riesgo de incendios y medidas a tomar .....	24
	4.6 Riesgos biológicos y medidas a tomar.....	27
	4.7 Riesgos eléctricos y medidas a tomar. ....	28
	4.8 Riesgo de atrapamiento mecánico, manipulación de equipos y medidas a tomar. ....	30
	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. ....	37
	4.11 Riesgos de salubridad y medidas a tomar .....	45
	4.12 Riesgos de exceso de ruidos en las instalaciones y medidas a tomar.....	49
	4.13 Riesgos de presencia de personal ajeno a las instalaciones y medidas para evitarlos. ....	50
<b>5</b>	<b>CONSIDERACIONES PARTICULARES .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>PLAN DE EMERGENCIA EN UNA INSTALACIÓN .....</b>	<b>54</b>

## 1 OBJETIVO

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.

En este proyecto, se han reflejado en todos los documentos (Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto) las medidas requeridas en este anejo.

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

Será de aplicación a este anejo lo contemplado en la Ley 31/1995 de “Prevención de riesgos laborales”, así como lo contemplado en la Parte I, Capítulo 3; del Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Hay que señalar que conforme a lo establecido en el capítulo III de la Ley 31/1995, Canal de Isabel II tiene la obligación de realizar una evaluación de riesgos, informar y formar a los



trabajadores, y ejecutar la vigilancia de la salud, así como la protección de trabajadores especialmente sensibles.

El artículo 41 del capítulo VI de esta ley establece que los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.

Los fabricantes, importadores y suministradores de productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo, y dentro de las instalaciones encomendadas a Canal de Isabel II, están obligados a envasar y etiquetar los mismos de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad y se identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten.

Según la Ley 31/95, Canal de Isabel II deberá garantizar que las informaciones de fabricantes, importadores y suministradores sean facilitadas a los trabajadores de las instalaciones.

Se enumeran a continuación las disposiciones legales y normativas que deberán considerarse en la determinación de riesgos y establecimiento de medidas de prevención. I

#### **Legislación nacional**

- o Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil.
- o Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- o Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- o Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
- o Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- o Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- o Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.
- o Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid
- o Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- o Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- o Ley 54/2003, de 12 de diciembre, sobre la reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- o Ley 31/2006, de 18 de octubre, sobre implicación de los trabajadores en las sociedades anónimas y cooperativas europeas.

- o Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- o Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres.
- o Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- o Ley 26/2011, de 1 de agosto, de adaptación normativa a la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.
- o Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.
- o Ley 11/2012, de 19 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- o 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.
- o Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas
- o Ley 14/2013, de 27 de diciembre, de apoyo a los emprendedores y su internacionalización.
- o Ley 20/2013, de 9 de diciembre, de garantía de la unidad de mercado.
- o Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- o Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- o Ley 27/2013, de 27 de diciembre, de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local.
- o 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.
- o Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones.
- o Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, sobre liberalización industrial.

- o 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.
- o 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).
- o Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- o Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- o 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.
- o Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones petrolíferas.
- o 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).
- o 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.
- o 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.

- o Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- o Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, 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.
- o Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.
- o Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y seguridad industrial.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- o 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.
- o Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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
- o 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.
- o 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.
- o 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.

- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.

- o 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.
- o Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- o 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.
- o Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- o 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.
- o 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.
- o 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
- o 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.

- o 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 autopropulsadas.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 1277/2003, de 10 de octubre, por el que se establecen las bases generales sobre autorización de centros, servicios y establecimientos sanitarios.
- o 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.
- o Señalización de obras. Título IV Cap. IV, Sección II, Art. 140.
- o Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- o 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.
- o 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».
- o 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.
- o Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- o 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.
- o 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.
- o 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.



- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la edificación.
- o 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.
- o 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.
- o o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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".



- o 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.
- o Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- o 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.
- o Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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).
- o Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado.
- o 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".
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.

- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 830/2010, de 25 de junio, por el que se establece la normativa reguladora de la capacitación para realizar tratamientos con biocidas.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.

- o 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
- o Real Decreto-ley 17/2012, de 4 de mayo, de medidas urgentes en materia de medio ambiente.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- o 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.
- o 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.
- o 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.

- o 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.
- o 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.
- o Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- o Orden de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.

- o 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.
- o 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

- o 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).
- o 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).
- o UNE-EN 12464-1:2012 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

#### Atmósferas explosivas

- o UNE-EN 1127-1:2012 Atmósferas explosivas. Prevención y protección contra la explosión. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.
- o UNE-EN 13237:2003 Atmósferas potencialmente explosivas. Términos y definiciones para equipos y sistemas de protección destinados a utilizarse en atmósferas potencialmente explosivas.
- o UNE-EN 60079-10-1:2010 Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas..
- o UNE-EN 60079-10-2:2010 Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo.
- o UNE-EN 60079-14:2010 Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalación eléctricas.
- o UNE-EN 60079-17:2008 Atmósferas explosivas. Parte 17: Verificación y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

#### Máquinas y herramientas

- o UNE-EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- o UNE-EN 50144-1:2001 Seguridad de las herramientas manuales portátiles accionadas por motor eléctrico. Parte 1: Requisitos generales.



- o UNE-EN 60204-1:2007 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales. (IEC 60204-1:2005, modificada).
- o 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

- o UNE-EN 353-1:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida.
- o UNE-EN 353-2:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible.
- o UNE-EN 354:2011 Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre.
- o UNE-EN 355:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía.
- o 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.
- o UNE-EN 360:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles.
- o UNE-EN 361:2002 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas.
- o UNE-EN 362:2005 Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores.
- o UNE-EN 363:2009 Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas.
- o 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.
- o EN 795:2012 Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje (Ratificada por AENOR en octubre de 2012.)
- o UNE-EN 1891:1999 Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas.
- o UNE-EN 50286:2000 Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- o UNE-EN 50321:2000 Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tensión.

#### Instalaciones eléctricas

- o UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).
- o UNE 20324:1993/2M: 2014 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- o UNE 20460-4-45:1990 Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión.
- o UNE 20460-4-46:2002 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 46: Seccionamiento y mando.
- o 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).
- o UNE 20460-7-714:2001 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sección 714: Instalaciones de alumbrado exterior.
- o UNE 21302-195/1M:2004 Vocabulario electrotécnico. Capítulo 195: Puesta a tierra y protección contra choques eléctricos.
- o UNE 21302-195:2001 Vocabulario electrotécnico. Capítulo 195: Puesta a tierra y protección contra choques eléctricos.
- o UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- o UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- o UNE-IEC 60050-426:2009 Vocabulario electrotécnico. Parte 426: Equipos para atmósferas explosivas.
- o UNE-EN 60903:2005 Trabajos en tensión. Guantes de material aislante
- o UNE-EN 61478:2002 Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- o UNE-HD 60364-4-41:2010 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.
- o UNE 109110:1990 Control de la electricidad estática en atmósferas inflamables. Definiciones.

#### **Legislación europea:**

- o Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera. ADR 2013.



- o 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).
- o 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.
- o 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).
- o 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).
- o Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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 colectivo, 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.

##### **1. 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.

**2. 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.

**3. 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 atmósferas 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 biogas, 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 biogas 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:

- o Limitar el acceso al personal autorizado y convenientemente formado.
- o Prohibición de fumar en toda la zona, aunque debe ser general para toda la EDAR.
- o La instalación eléctrica en estas zonas debe ser antideflagrante por normativa.
- o Las herramientas utilizadas en estas áreas deben ser también antideflagrantes.
- o No dejar vehículos en marcha en las proximidades de estas zonas.
- o Presencia de detectores fijos de gases en las zonas más significativas.
- o Necesidad de detectores portátiles en explotación de las instalaciones y en la reparación de las mismas.
- o Hacer inerte la atmósfera con nitrógeno en aquellas áreas que sea necesario soldar y cortar.

#### 4.5 Riesgo 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:

- o 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).
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Una empresa instaladora de gas autorizada documentará las pruebas previas (estanqueidad y puesta en servicio de la instalación.)
- o 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:

- o 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.
- o Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.
- o Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

- o 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.
- o 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.
- o Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios en el caso de que éstos se produzcan.
- o 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:

- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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:

- o • Desarenador de la EDAR, ya que la inyección de aire puede dar lugar a aerosoles.
- o Tratamiento biológico, principalmente cuando se utilizan turbinas.
- o Deshidratación del fango, por la cercanía del operador al mismo.



- o Laboratorio y toma de muestras, debido a la manipulación directa tanto del agua como de los subproductos de la misma.
- o Vasos de depósitos de agua regenerada que permanece estancada un largo periodo de tiempo sin que exista recirculación.
- o Estaciones Oficiales de Muestreo en la red de agua reutilizada.

Las medidas mínimas de prevención a adoptar son las siguientes:

- o Reducir el número de trabajadores expuestos.
- o Limpieza o desinfección de los locales, vehículos, ropa y equipos de protección.
- o Ventilación adecuada de los locales cerrados
- o Desinsectación y desratización.
- o Confinamiento de los agentes biológicos.
- o Prohibir comer, fumar y beber en estas áreas.
- o EPIs bien mantenidos y almacenados.
- o Tiempo para el aseo antes de comer y de finalizar la jornada.
- o Cambio de ropa al abandonar las instalaciones.
- o Taquillas dobles para ropa de trabajo y de calle.
- o Lavado de ropa de trabajo en el área habilitada en la instalación.
- o Obligatoriedad de reconocimientos médicos periódicos y específicos.
- o Vacunación.
- o Historial médico individual.
- o 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 cardiaco 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:

- o El diseño de las instalaciones será conforme a los requerimientos legales aplicables a las instalaciones eléctricas en Baja y Alta Tensión.
- o 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.
- o 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.
- o 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

- o 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.

- o Se debe separar e interponer obstáculos en las partes activas (barrajes y bornas desprotegidas) estarán debidamente apantallados con metacrilato o similar.
- o Hay que favorecer el uso de tensiones de seguridad (24V).
- o Deben diseñarse e instalarse las tomas de corriente lo más próximas a los puestos de trabajo.
- o Se diseñarán e instalarán puestas a tierra de los equipos y máquinas.
- o Se capacitará y formará al personal para evitar los riesgos eléctricos.
- o 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.
- o Los centros de transformación y subestaciones eléctricas dispondrán de los equipos de protección requeridos reglamentariamente (extintores de CO<sub>2</sub>, guantes dieléctricos, banqueta, pértiga aislante, etc.).
- o Los centros de transformación en recinto cerrado cuya carga de fuego sea elevada, dispondrán de extinción automática por CO<sub>2</sub> o similar.
- o Todas zonas afectadas por riesgo eléctrico irán debidamente señalizadas.
- o Se realizará una revisión periódica anual de los emplazamientos peligrosos.
- o Se prohibirá la manipulación en estas áreas al personal no autorizado y debidamente formado.

#### **4.8 Riesgo 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:

- o Diseñar correctamente las vías de acceso, las zonas de mantenimiento y conservación y las áreas con alta concentración de equipos electromecánicos.
- o Realizar un inventario de las máquinas y equipos de trabajo existentes para establecer un programa de puesta en conformidad la Normativa Vigente.
- o 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.
- o Definir zonas de seguridad con acceso restringido para máquinas en movimiento.
- o Colocar carenados, barandillas y otras protecciones que impidan el acercamiento a las partes móviles.
- o 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.

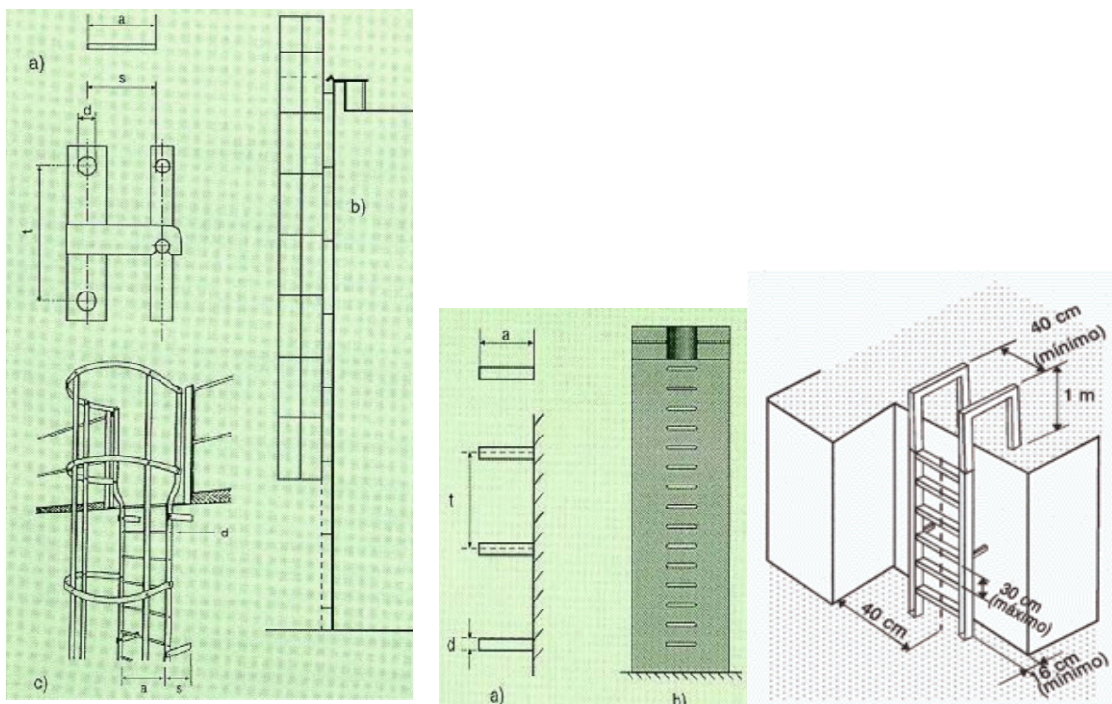
En el control de niveles mediante boyas y medidores ultrasónicos de nivel son necesarias, calibraciones y limpiezas frecuentes, lo que obliga a los operarios de mantenimiento a trabajar en diferentes niveles dentro de las instalaciones. Igualmente ocurre con el mantenimiento de las rasquetas de eliminación 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.

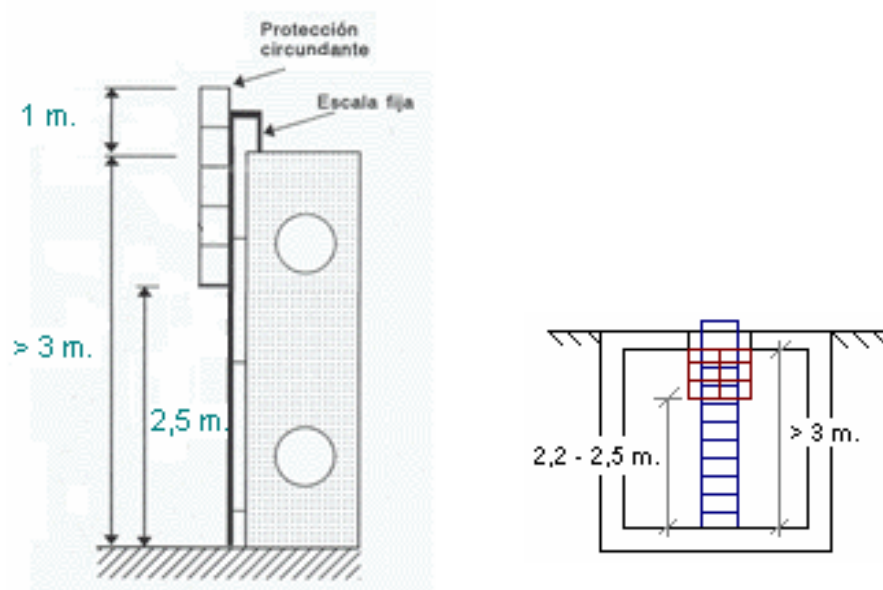
En los accesos a puentes grúa, luminarias y otros elementos en altura (especialmente válvulas y equipos de medida), se contemplará la habilitación de accesos cuando el uso de plataformas elevadoras no sea posible (falta de espacio, superficies que no soportan el peso de la plataforma por presencia de 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, >75º o verticales, ya sea separadas (escalones encajados en largueros laterales) o de pates (integradas):

- o Distancia entre escalones (t): 23-30 cm.
- o Profundidad o diámetro del escalón (d): 2-5 cm.
- o Ancho libre mínimo (a):  $\geq 40$  cm.
- o 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 75º, 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:

- o Un portillo ó,
- 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:

- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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:

- o Cumplir los requerimientos de la MIE-APQ-3.
- o 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.
- o 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 Organismos de Control Autorizado.
- o 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.
- o 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.
- o Disponer de un porche o cubierta que proteja de la radiación solar a los depósitos que se almacenen a la intemperie.
- o 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.
- o La zona de descarga para los depósitos debe ser horizontal, apartada de zonas de tráfico, accesible en dos direcciones y bien iluminada.
- o Disponer de un puente grúa o polipasto que permita la carga, descarga y almacenamiento de los depósitos en condiciones de seguridad.
- o 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.
- o 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.
- o La instalación también dispondrá de alarmas acústica y óptica en caso de niveles de cloro elevados en el recinto.
- o 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.
- o Disponer de un calderín para evitar sobre presiones en la línea en fase líquida.
- o Disponer de una válvula de sobrepresión que alivie presiones a la torre de absorción en la línea de fase gaseosa.

- o Disponer de una línea de aire respirable con conexión para dos equipos semiautónomos de respiración.
- o Disponer el compresor, de la línea de aire respirable, ubicado fuera del área contaminable.
- o Existir toma de agua para conectar una manguera.
- o Existir la instalación de protección contra incendios reglamentaria.
- o Disponer de una ducha lavaojos disponible próxima, debidamente calorifugada si está a la intemperie.
- o Disponer de un anemoscopio (manga de viento).
- o 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:

- o Cumplir los requerimientos de la MIE-APQ-5.
- o Se deberá prever en el diseño de las instalaciones equipos de trabajo en las zonas de almacenamiento y dosificación de amoniaco.
- o 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:

- o Cumplir los requerimientos de la MIE-APQ-6.
- o Disponer del Certificado de construcción de los depósitos y del Certificado o documento que acredite la realización de la prueba hidráulica.
- o Ubicar la instalación a más de 3 m. del vallado exterior.
- o Dejar la instalación con un adecuado orden y limpieza.
- o Dejar la instalación convenientemente iluminada.
- o Disponer de una zona de descarga amplia, impermeable, resistente, sin pendiente, despejada y libre de obstáculos.

- o Disponer de un canal o registro de drenaje disponible a lugar seguro.
- o Disponer de una toma de agua próxima disponible y señalizada.
- o Disponer de ventilación a exterior de los recintos cerrados de almacenamiento.
- o 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.
- o Disponer de una ducha lavaojos disponible próxima, debidamente calorifugada si está a la intemperie.
- o 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.
- o Disponer de bombas de llenado del depósito. Estarán apantalladas y provistas de botonera de emergencia.
- o 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.
- o Disponer de válvula de retención en la línea de llenado del depósito.
- o Señalar el depósito, indicando fabricante, tipo, capacidad, fecha fabricación y vida útil máxima del mismo.
- o o 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.
- o Colocar el depósito sobre bancada impermeable, bien aplomado y alineado, estando dotado de una columna y sonda de nivel asociada a alarma de sobrellenado.
- o 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.
- o 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.
- o Diseñar el depósito con una válvula manual de salida, purga o vaciado junto al depósito.

- o 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. Evitar la absorción por la boca y sobre todo el contacto con los ojos. No tiene peligro para las mucosas.			
PRECAUCIONES DE EMPLEO			
MANIPULACIÓN		ALMACENAMIENTO	
Guantes de goma Gafas de protección 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. 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.  En el caso de salpicadura a los ojos: Lavarlos con agua y echar algunas gotas de colirio para evitar la irritación.  Cuidado con el producto derramado sobre el suelo, éste se vuelve resbaladizo.			



HIPOCLORITO SÓDICO		PRODUCTO OXIDANTE	
GRADO DE PELIGRO:			
Es peligroso y produce quemaduras de la piel, de los ojos y mucosas por contacto directo. Puede ser irritante para las vías respiratorias por inhalación.			
PRECAUCIONES DE EMPLEO			
MANIPULACIÓN		ALMACENAMIENTO	
Guantes de goma Gafas de protección Buzo		Lejos de toda fuente de calor	
MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE			
En caso de salpicadura sobre la piel: Lavar las zonas alcanzadas con agua abundante durante algunos minutos.  En el caso de salpicadura a los ojos: Lavarlos con agua manteniendo los párpados muy separados. Avisar simultáneamente al oculista			
CONDICIONES DE EMPLEO			
Producto inestable que se descompone bajo la acción del calor y de la luz.  Utilizar recipientes de acero con revestimiento de epoxi o de aconita incluso de plástico.  No ponerlo nunca en contacto con un producto ácido tal como el cloruro férrico, sulfato de aluminio o ácido sulfúrico.			

CLORURO FÉRRICO		PRODUCTO CORROSIVO	
GRADO DE PELIGRO:			
<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>			
PRECAUCIONES DE EMPLEO			
MANIPULACIÓN		ALMACENAMIENTO	
<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 70º</p> <p>Puesto que el producto es corrosivo, hay que utilizar los aceros ebonitados, los poliésteres estratificados, los policloruros de vinilo zunchados.</p>	
MEDIDAS A ADOPTAR EN CASO DE ACCIDENTE			
<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>			
CONDICIONES DE EMPLEO			
<p>A temperatura elevada, el cloruro férrico deja evaporar su agua y hay formación de vapores clorhídricos.</p> <p>Utilizar la solución acuosa entre -50 y +70º 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:

o 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.

o 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.

o 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.

o 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.

o 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.

o 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
<b>ETAP</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>EDAR</b>	Sí	Sí *	Sí	Sí*	Sí*
<b>EBAR</b>	Sí	No	Sí **	No	No
<b>Depósitos</b>	Sí	No	No	No	No
<b>Elevadoras</b>	Sí	No	Sí *	No	No
<b>Centros de trabajo</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Estaciones de rectoración</b>	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 bombes dispondrán de al menos una mesa y una silla.

#### **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 bombes, 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.

#### **4.13 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**

En este proyecto, se han reflejado en todos los documentos (Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto) las medidas definidas en este Anejo, no siendo necesario incorporar ninguna consideración particular.

## 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:

- o Estarán ubicados en un entorno de trabajo adecuado y no peligroso.
- o Deberán disponer de órganos de accionamiento fácilmente accesibles, visibles, identificados, sin riesgo de manipulación involuntaria y fuera de zona peligrosa.
- o 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).
- o 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.
- o Estarán protegidos contra el riesgo de caída o proyección de objetos (virutas, productos incandescentes, fluidos de corte, partículas abrasivas, elementos móviles, contrapesos, etc.)
- o 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.
- o Deberán disponer de medios de acceso, plataformas y barandillas que protejan al operario contra el riesgo de caída en altura.
- o 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.
- o Deberán disponer de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan al operario contra el riesgo de golpes y/o atrapamientos producidos por elementos móviles.
- o Deberán disponer de iluminación adecuada.



- o Deberán disponer de de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan los puntos o superficies a elevada temperatura con acceso por parte de los operarios.
- o Deberán disponer de dispositivos de alarma ante una situación peligrosa si procede.
- o 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.
- o Estarán protegidos contra las condiciones ambientales agresivas, ya sea a intemperie o en recintos mojados, húmedos o con altos niveles de corrosión.
- o Deberán disponer de de resguardos o dispositivos de seguridad que protejan al operario contra el riesgo de incendio y/o explosión.
- o 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.
- o 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.
- o Deberán disponer de los resguardos que protejan o minimicen la exposición a niveles de ruido, vibraciones o radiaciones peligrosas.
- o 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:

- o 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.

- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o Si fuera preciso, se dotará de un muelle de carga que impida que las cargas izadas sean desplazadas manualmente.
- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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:

- o Botas aislantes de la electricidad con suela antideslizante.
- o Botas de seguridad con plantilla y puntera reforzada con suela antideslizante.
- o Casco de seguridad, con protección auditiva.
- o Casco de seguridad, riesgo eléctrico.
- o Casco de seguridad.
- o Chaleco reflectante.
- o Cinturón portaherramientas.

- o Faja de protección contra los sobre esfuerzos.
- o Mascarilla o adaptador facial con filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.
- o Equipo autónomo de respiración.
- o Equipo detector de gases.
- o Gafas de seguridad contra proyecciones e impactos. Serán estancas.
- o Ropa de trabajo incluyendo chaquetilla y pantalón de algodón.
- o Impermeables y/o chubasqueros.
- o Zapatos de seguridad antideslizantes.
- o 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:

- o Análisis y cuantificación de los accidentes más probables. Para ello se nombrará un responsable en la instalación de Canal de Isabel II.
- o Nivel de emergencia
- o Procedimientos de actuación, incluyendo controles periódicos de las condiciones de trabajo y del cumplimiento de la normativa aplicable.
- o Dirección y organización de la emergencia y cadena de mando en función del periodo horario considerado.
- o Aviso de comunicaciones.
- o Interfase con el plan de emergencia exterior.
- o Evacuación y puntos de reunión.
- o Fin de la emergencia.
- o Inventario de medios disponibles.

- o Mantenimiento de la operatividad: formación, prácticas, simulacros, etc.

## **ANEJO Nº 21.- SEÑALIZACIÓN CORPORATIVA PARA LAS INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>UTILIZACIÓN DE LOGOTIPOS Y REPRODUCCIÓN CROMÁTICA .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALES, ACABADOS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS .....</b>	<b>5</b>
	3.1 Bandejas .....	5
	3.2 Soportes.....	5
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y TIPO DE SEÑALES.....</b>	<b>8</b>
	4.1 Señalización en la entrada principal de la instalación .....	8
	4.2 Señalización para el interior de recintos .....	9
	4.3 Rótulos y pictogramas para señalización de dependencias .....	12
	4.4 Cartel de obra .....	15
<b>5</b>	<b>CATÁLOGO DE SEÑALIZACIÓN DE INSTALACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>ADAPTACIÓN DE ELEMENTOS CORPORATIVOS .....</b>	<b>17</b>

## 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. 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, con sus correspondientes elementos base de identidad, que se aplicará en cartelería de obra.

## 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 Sistemas de impresión tradicional		2. Vinilos y pinturas Para aplicación en señalización, vehículos, etc.			3. Colores digitales Medios digitales y audiovisuales (Internet, ofimática, etc.)			
	Cuatricromía	Vinilo opaco		Pintura	RGB	HSB	LAB	WEB
<b>Pantone + 3115 C</b>	C: 75% M: 0% Y: 11% K: 0%	Avery: 832 3M: 100-453		NCS S 1050-B RAL 5018	R: 0 G: 193 B: 213	H: 186° S: 100% B: 84%	L: 71 A: -36 B: -22	#00C1D5
<b>Pantone + 3005 C</b>	C: 100% M: 30% Y: 0% K: 0%	Avery: 809 3M: 100-57	Avery: 5581 QM 3M: 3630-127	Akzo Nobel Sikkens 470D5 RAL 5015	R: 0 G: 132 B: 201	H: 201° S: 100% B: 79%	L: 52 A: -11 B: -45	#0084C9
<b>Pantone + 5435 C</b>	C: 25% M: 5% Y: 0% K: 9%	3M: 100-726		NCS S 4020-B RAL 9006	R: 166 G: 187 B: 200	H: 203° S: 17% B: 78%	L: 75 A: -5 B: 9	#A68BC8
<b>Pantone + 2577 C</b>	C: 35% M: 58% Y: 0% K: 0%	Avery: 870 3M: 100-2412		RAL 4005	R: 167 G: 123 B: 202	H: 273° S: 39% B: 79%	L: 58 A: 29 B: -35	#A77BCA
<b>Pantone + 320 C</b>	C: 100% M: 0% Y: 41% K: 0%	Avery: 842		NCS S 2060-B506 RAL 5021	R: 0 G: 156 B: 166	H: 184° S: 100% B: 65%	L: 58 A: -33 B: -16	#009CA6
<b>Blanco</b>	C: 0% M: 0% Y: 0% K: 0%	Avery: 900 3M: 100-10	Avery: 5500QM Avery Etched Glass Film	RAL 9016	R: 255 G: 255 B: 255	H: 0° S: 0% B: 100%	L: 100 A: 0 B: 0	#FFFFFF

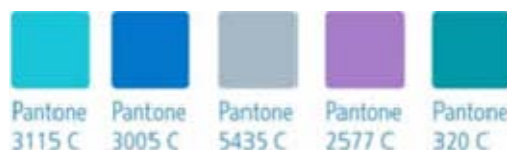
La nueva marca Canal de Isabel II se divide en:

**Logotipo:** Tiene dos versiones básicas -horizontal y vertical- y varias versiones de adaptación a distintos soportes.





## 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 (90º). 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 irán 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 fijará la placa a pared.

## Señal de exterior de recinto

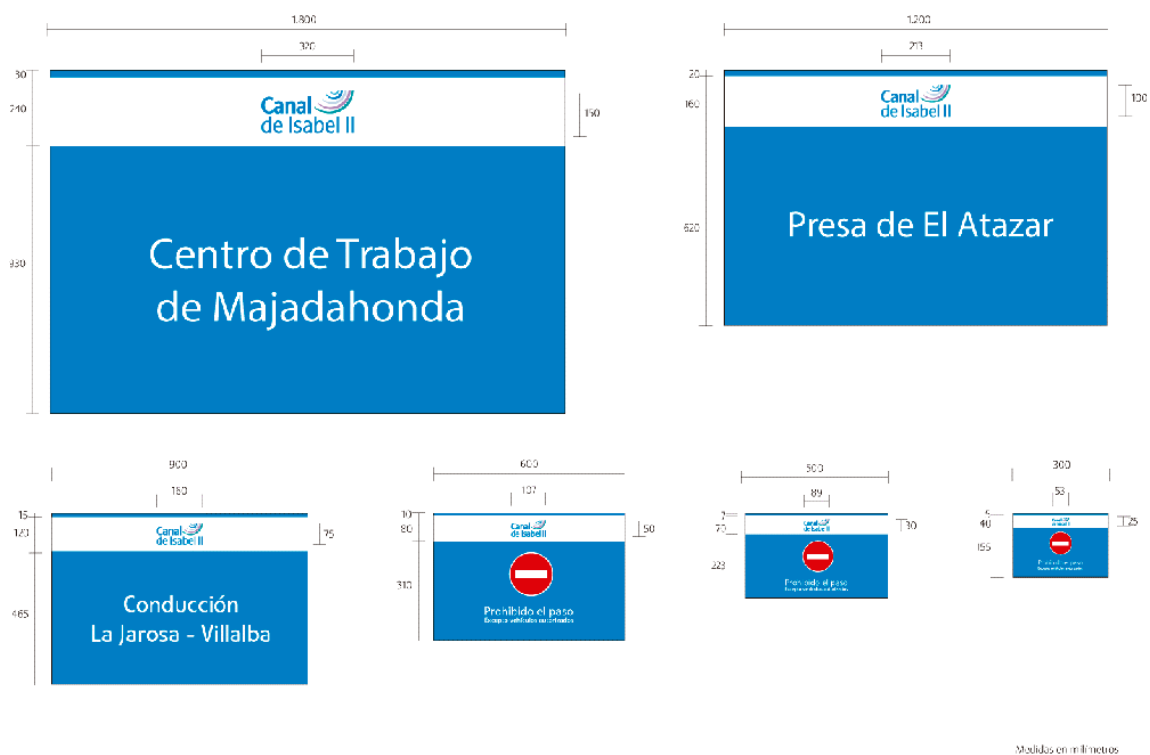
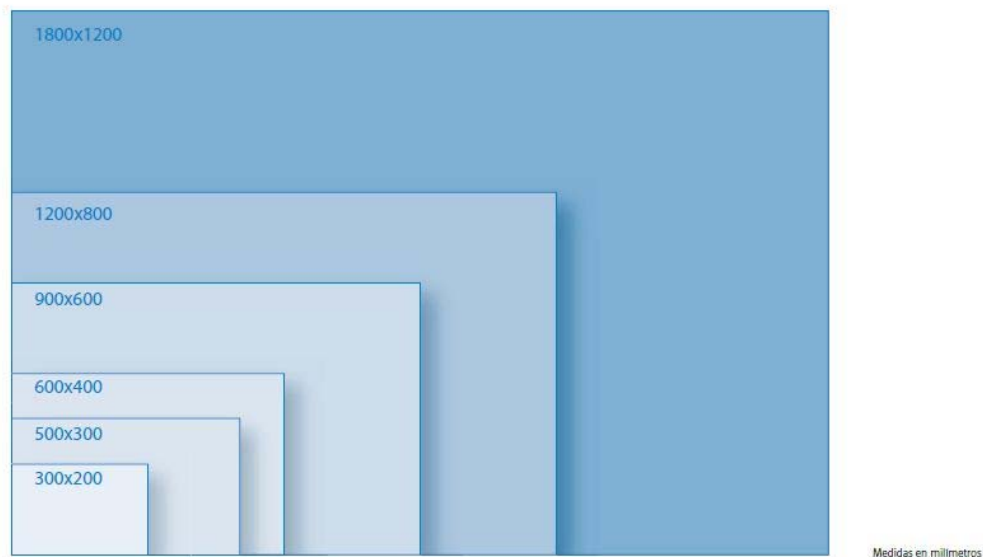


## Señal de interior de recinto



### 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.



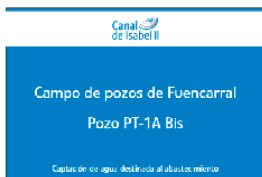
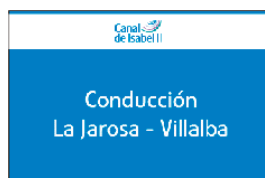
## 4 DESCRIPCIÓN Y TIPO DE SEÑALES

### 4.1 Señalización en la entrada principal de la instalación

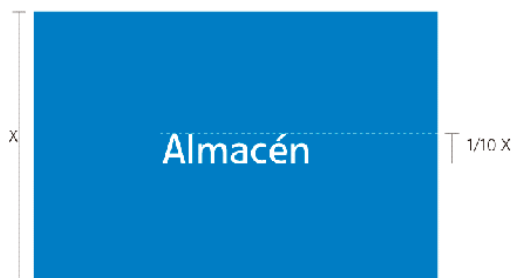
La señalización exterior se colocará en la entrada principal de la instalación con la denominación de la misma. Se han definido dos modelos de señal: 1.800x1.200 mm y 1.200x800 mm con soportes de altura sobre el terreno de 2.200 y 1.800 mm (2.700 y 2.150 mm de longitud total) respectivamente. En función 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.

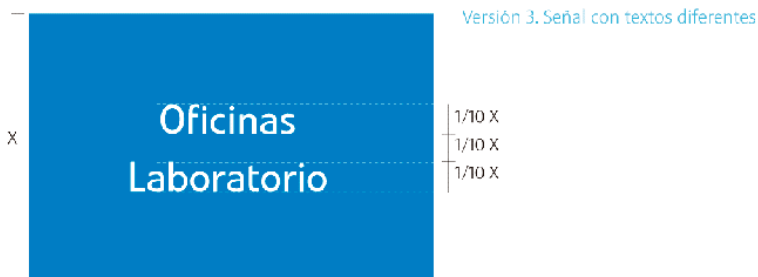
En esta señalización se aplicará el logotipo completo positivo sobre fondo blanco y los textos irán rotulados en blanco sobre el color azul corporativo, centrados en la bandeja.



Versión 1. Señal con una línea de texto



Versión 2. Señal con dos líneas de texto



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: 900 x 600 mm, 600 x 400 mm y 300 x 200 mm. En cuanto a las señales direccionales, serán de dos tipos: 1.200 x 800 mm y 900 x 600 mm.

Las señales para el interior de recintos irán instaladas en soportes de 1.600mm 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, 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

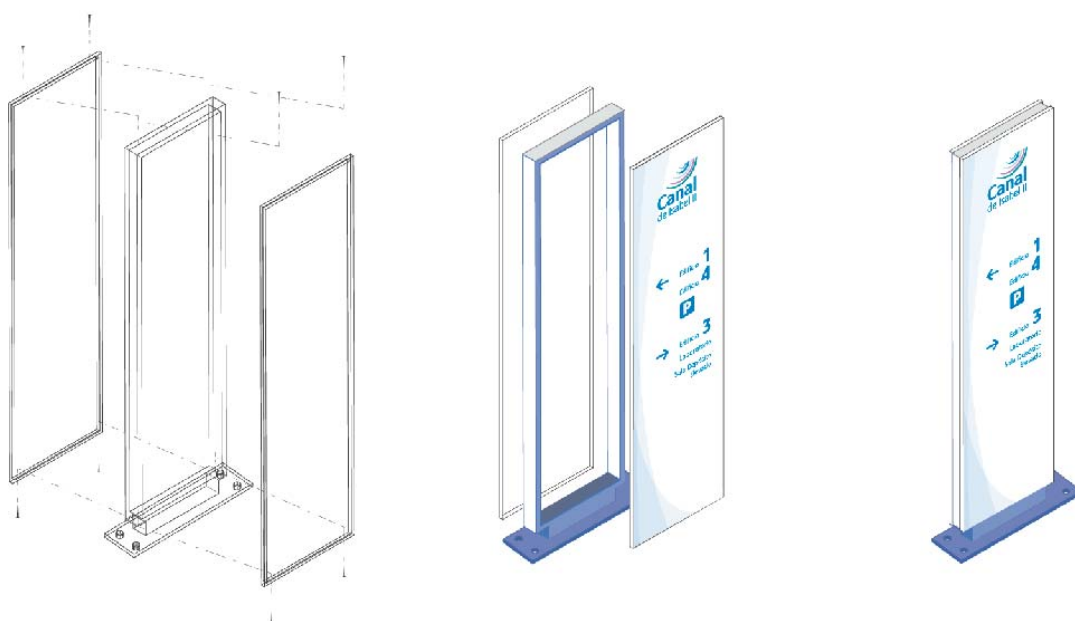


## Monolitos direccionales



## Señalización. Monolitos. Elementos estructurales

En esta página se muestran los diferentes elementos estructurales que forman los monolitos corporativos de Canal de Isabel II.



### Señalización. Rotulación señales corporativas. Versiones

En este epígrafe se presenta las diferentes versiones que se puedan utilizar en la rotulación de las señales de los recintos.

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 o prevención  
en convivencia con logos de otros organismos

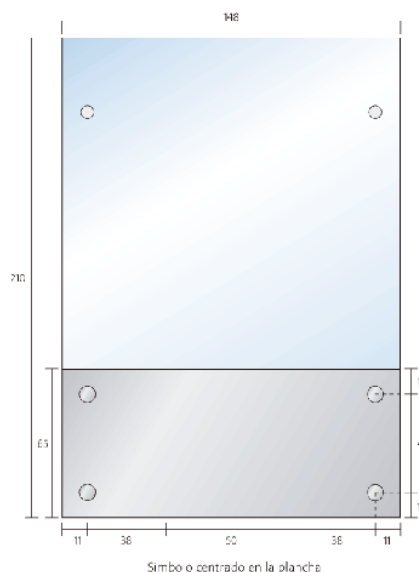
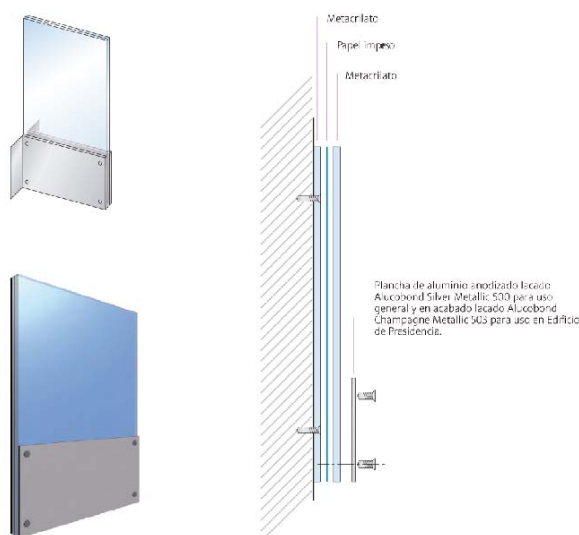
Medidas en milímetros

## 4.3 Rótulos y pictogramas para señalización de dependencias

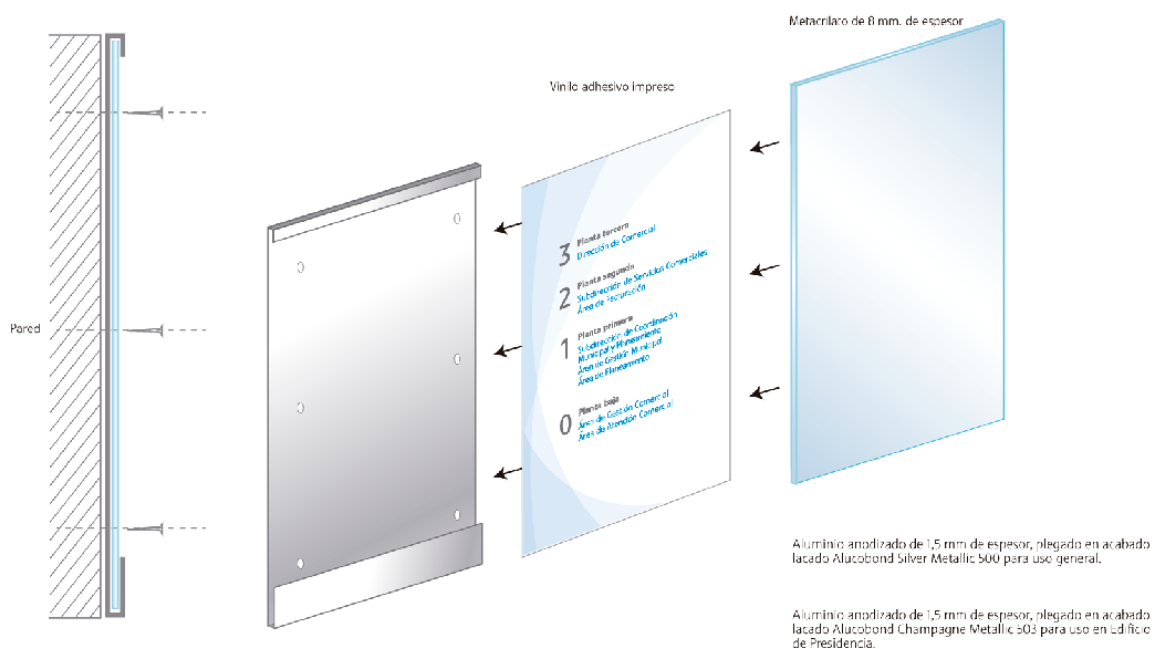
Se han definido los rótulos y pictogramas para la identificación de dependencias en el interior de edificios en dos tamaños: 148 x 210 mm y 297 x 210 mm. El portarrótulos identificativo irá instalado a la pared y el tamaño será el adecuado a la visibilidad del mismo según el entorno.

### 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, 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



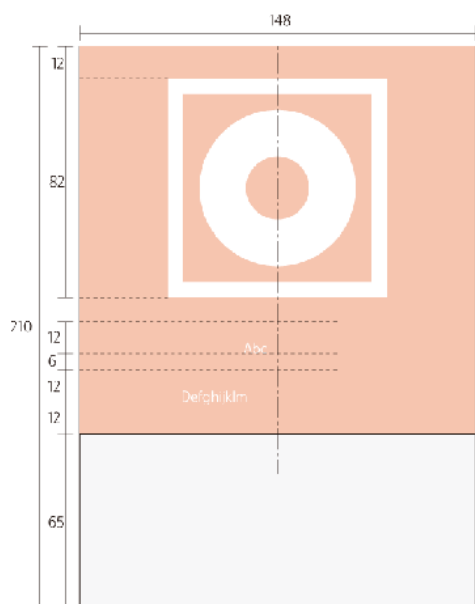
Asimismo, se han definido pictogramas de seguridad:

### 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



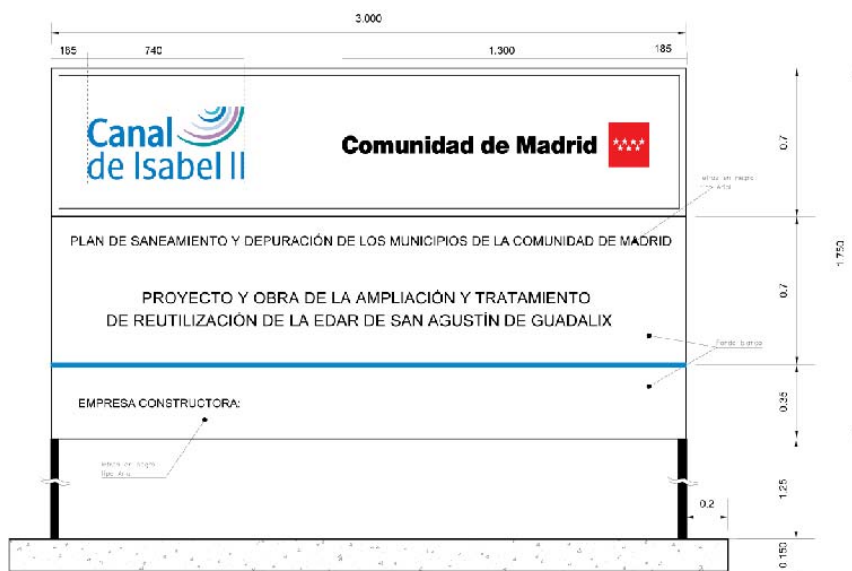
Medidas en milímetros



#### 4.4 Cartel de obra

Se ha definido el cartel de obras en un único tamaño: 3.000 x 1.750 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 Isabel II y de la Comunidad de Madrid



Ejemplo de cartel de obra con el logotipo de Canal de Isabel II



Según normativas establecidas por el Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid, las vallas utilizadas por las empresas contratadas de Canal de Isabel II para acotar el espacio de obra en la vía pública, se identificarán mediante dos modelos de valla y cinta de balizamiento que se muestran en esta página.

#### Valla de acotamiento metálica

	
MARCA DE LA CONTRATA	
CONTRATO N.º	V.º DE ENTREGA
FECHA	FECHA DE VENCIMIENTO
TOTAL DE VALLAS	

50 x 40 cm



10 x 25 cm



#### Cintas de acotamiento



## 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:

- o 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.
- o 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.
- o 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.
- o 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@canaldeisabelsegunda.es](mailto:imagencorporativa@canaldeisabelsegunda.es)) antes de enviar a producción. Así evitaremos las incorrecciones en la aplicación de los Pantones y tipografías.

## **ANEJO Nº 22.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO**

## ÍNDICE

FOTO 1. APARCAMIENTO ACTUAL. ZONA DE CONSTRUCCIÓN NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS.....	4
FOTO 2. APARCAMIENTO ACTUAL. ZONA DE CONSTRUCCIÓN NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS.....	4
FOTO 3. ENTRADA DE AGUA A EDAR. VERTEDERO DE ALIVIO GENERAL DE LA PLANTA. ....	5
FOTO 4. ZONA DE CONSTRUCCIÓN NUEVO TRATAMIENTO DE CAUDALES ALIVIADOS. ....	5
FOTO 5. ZONA ACCESO A NUEVO APARCAMIENTO. ....	6
FOTO 6. ZONA DE CONSTRUCCIÓN NUEVO APARCAMIENTO. ....	6
FOTO 7. ZONA DE CONSTRUCCIÓN NUEVO APARCAMIENTO. ....	7
FOTO 8. ZONA DE CONSTRUCCIÓN NUEVO APARCAMIENTO. ....	7
FOTO 9. GASÓMETRO DE CAMPANA Nº 1 ACTUAL.....	8
FOTO 10. GASÓMETRO DE CAMPANA Nº 2 ACTUAL.....	8
FOTO 11. TUBERÍA DE GAS A GASÓMETROS ACTUALES. ....	9
FOTO 12. ACCESO A EDIFICIO DE TAMIZADO DE FANGOS EXISTENTE.....	9
FOTO 13. CÁMARA DE MEZCLA DE FANGOS ESPESADOS. ....	10
FOTO 14. TAMICES ROTATIVOS DE FANGOS EXISTENTES. ....	10
FOTO 15. TAMICES ROTATIVOS DE FANGOS EXISTENTES. ....	11
FOTO 16. EDIFICIO DE TAMIZADOS DE FANGOS EXISTENTE.....	11
FOTO 17. ARQUETA DE REPARTO DE FANGOS EN EDIFICIO DE TAMIZADO DE FANGOS. ....	12
FOTO 18. RETIRADA DE SÓLIDOS DE TAMIZADO DE FANGOS EXISTENTE. ....	12
FOTO 19. ZONA DE NUEVA INSTALACIÓN PROVISIONAL DE TAMIZADO DE FANGOS.....	13
FOTO 20. ZONA DE NUEVA UBICACIÓN DE LA DESODORIZACIÓN BIOLÓGICA. ....	13
FOTO 21. SUBESTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. EDIFICIO DE DISTRIBUCIÓN 6,6KV.....	14
FOTO 22. INTERIOR EDIFICIO SUBESTACIÓN. ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN A 6,6KV, EN EL QUE SE REALIZARÁN LAS MODIFICACIONES DE CABLEADO PREVISTAS.....	14
FOTO 23. PASO DE VIAL SOBRE CANAL DE AGUA A DECANTACIÓN, SOBRE EL QUE PASARÁN LOS NUEVOS CABLES DE MEDIA TENSIÓN, CANALIZADOS MEDIANTE BANDEJA METÁLICA ADOSADA EN VERTICAL AL PERFIL DEL PUENTE DEL VIAL.....	15
FOTO 24. EDIFICIO DE SOPLANTES Y ESPACIO A SU IZQUIERDA SOBRE EL QUE SE CONSTRUIRÁ EL NUEVO EDIFICIO PARA CUADROS ELÉCTRICOS. ....	15
FOTO 25. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PRETRATAMIENTO Y ESPACIO A SU DERECHA SOBRE EL QUE SE IMPLANTARÁ EL NUEVO CT ALIVIO EN EDIFICIO PREFABRICADO. (UBICACIÓN: FRENTE A EDIFICIO SOPLANTES, AL OTRO LADO DEL VIAL).....	16

<b>FOTO 26. INTERIOR CT PRETRATAMIENTO. CONJUNTO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN, Y DETALLE DE CELDA DE ENTRADA EN LA QUE SE CONECTARÁ EL NUEVO CABLE DE ALIMENTACIÓN DESDE CT ALIVIO. ....</b>	<b>16</b>
<b>FOTO 27. CCM DIGESTIÓN FASE 1 QUE SE ADAPTARÁ PARA AÑADIR CIERTAS CARGAS POR LA ACTUACIÓN 4 GASÓMETROS DE MEMBRANA.....</b>	<b>17</b>
<b>FOTO 28. CCM DIGESTIÓN QUE SE ADAPTARÁ ELIMINANDO Y AÑADIENDO NUEVAS CARGAS POR LA ACTUACIÓN 5 REMODELACIÓN DEL TAMIZADO DE FANGOS. ....</b>	<b>17</b>





Foto 1. Aparcamiento actual. Zona de construcción nuevo tratamiento de caudales aliviados.



Foto 2. Aparcamiento actual. Zona de construcción nuevo tratamiento de caudales aliviados.





Foto 3. Entrada de agua a EDAR. Vertedero de alivio general de la planta.



Foto 4. Zona de construcción nuevo tratamiento de caudales aliviados.





Foto 5. Zona acceso a nuevo aparcamiento.

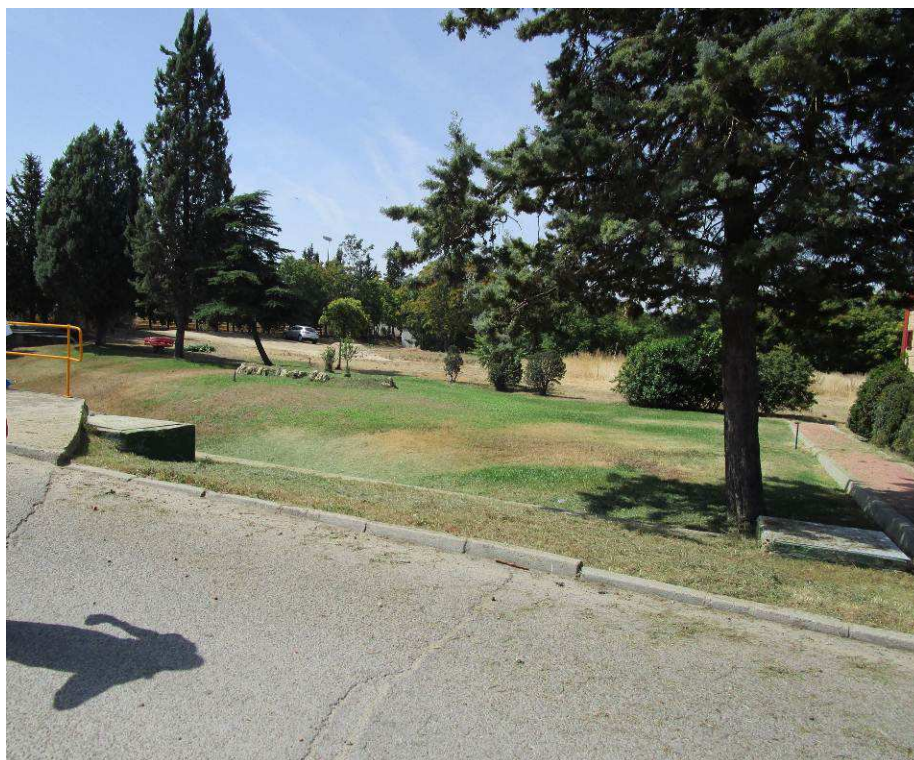


Foto 6. Zona de construcción nuevo aparcamiento.





Foto 7. Zona de construcción nuevo aparcamiento.



Foto 8. Zona de construcción nuevo aparcamiento.





Foto 9. Gasómetro de campana nº 1 actual.



Foto 10. Gasómetro de campana nº 2 actual.



Foto 11. Tubería de gas a gasómetros actuales.



Foto 12. Acceso a edificio de tamizado de fangos existente.





Foto 13. Cámara de mezcla de fangos espesados.



Foto 14. Tamices rotativos de fangos existentes.





Foto 15. Tamices rotativos de fangos existentes.



Foto 16. Edificio de tamizados de fangos existente.





Foto 17. Arqueta de reparto de fangos en edificio de tamizado de fangos.



Foto 18. Retirada de sólidos de tamizado de fangos existente.





Foto 19. Zona de nueva instalación provisional de tamizado de fangos.



Foto 20. Zona de nueva ubicación de la desodorización biológica.



Foto 21. Subestación de energía eléctrica. Edificio de distribución 6,6kV



Foto 22. Interior edificio subestación. Armario de distribución a 6,6kV, en el que se realizarán las modificaciones de cableado previstas.





Foto 23. Paso de vial sobre canal de agua a decantación, sobre el que pasarán los nuevos cables de media tensión, canalizados mediante bandeja metálica adosada en vertical al perfil del puente del vial.



Foto 24. Edificio de soplantes y espacio a su izquierda sobre el que se construirá el nuevo edificio para cuadros eléctricos.



Foto 25. Centro de Transformación Pretratamiento y espacio a su derecha sobre el que se implantará el nuevo CT Alivio en edificio prefabricado. (Ubicación: frente a edificio soplantes, al otro lado del vial)



Foto 26. Interior CT Pretratamiento. Conjunto de celdas de media tensión, y detalle de celda de entrada en la que se conectará el nuevo cable de alimentación desde CT Alivio.





Foto 27. CCM Digestión Fase 1 que se adaptará para añadir ciertas cargas por la Actuación 4 Gasómetros de membrana.



Foto 28. CCM Digestión que se adaptará eliminando y añadiendo nuevas cargas por la Actuación 5 Remodelación del tamizado de fangos.

## ANEJO Nº 23.- PRESCRIPCIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1	Objeto y alcance .....	3
1.2	Puesta en marcha de equipos electromecánicos.....	3
<b>2</b>	<b>PLAZO Y PLAN DE PUESTA EN MARCHA.....</b>	<b>4</b>
2.1	Plazos de puesta en marcha .....	4
2.2	Plan de puesta en marcha .....	4
<b>3</b>	<b>ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>5</b>
3.1	Equipo humano mínimo de puesta en marcha. ....	5
3.2	Asignación de medios técnicos y materiales.....	6
3.3	Control y supervisión.....	6
<b>4</b>	<b>TRABAJOS A DESARROLLAR .....</b>	<b>6</b>
4.1	Puesta en marcha y ajuste de equipos, procesos y secuencias de control .....	6
4.2	Control analítico de parámetros de la línea de agua y fango.....	7
4.3	Operación, mantenimiento y conservación .....	7
4.4	Informe de puesta en marcha. ....	7
4.5	Estudio de costes de explotación. ....	8
4.6	Tablas resumen de programación de mantenimientos. ....	8
4.7	Formación del personal .....	8
<b>5</b>	<b>DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>8</b>
5.1	Acta de inicio de la puesta en marcha.....	8
5.2	Tareas a desarrollar .....	9
5.3	Suspensión total o parcial .....	9
5.4	Aviso de terminación de la puesta en marcha .....	9
<b>6</b>	<b>VALORACIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGO DE LA PUESTA EN MARCHA.....</b>	<b>10</b>
6.1	Gastos por cuenta del Adjudicatario .....	10
6.2	Gastos por cuenta de Canal de Isabel II .....	12
6.3	Valoración y pago de la fase de puesta en marcha.....	12

## **APÉNDICE 1. COSTES DE PUESTA EN MARCHA**



## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Objeto y alcance**

La fase de puesta en marcha tiene como objeto comprobar que todas las instalaciones construidas en el presente Proyecto funcionan de forma continuada con los rendimientos y consumos previstos para los que han sido diseñados en el proyecto constructivo y de conformidad con las Especificaciones Técnicas de los equipos instalados; optimizando consumos de reactivos y de energía, y minimizando la generación de subproductos.

Una vez finalicen las actuaciones de los procesos completos, se hayan realizado las pertinentes pruebas de estanqueidad y limpieza de todos los depósitos, así como la puesta a punto y prueba de funcionamiento, se procederá a la recepción parcial de las obras correspondientes a procesos completos.

A continuación se iniciará la puesta en marcha y cuando ésta finalice y se termine el conjunto de las obras se realizará la recepción total.

Canal de Isabel II podrá efectuar recepciones parciales de cada proceso de tratamiento completo o de un conjunto de procesos completos, y/o la recepción total de la globalidad de las obras. La recepción parcial de las instalaciones y su consiguiente puesta en marcha podrá por tanto realizarse en una fase o dividirse en subfases. Una vez superados los periodos de puesta en marcha, Canal de Isabel II se encargará de explotar las nuevas instalaciones.

Los trabajos a desarrollar durante la fase de puesta en marcha se extienden a todos los elementos e infraestructuras definidos en el proyecto constructivo, siendo el Adjudicatario responsable de aportar los medios humanos técnicos, materiales y de todo tipo que se requieran para abordar las tareas siguientes:

- o Puesta en marcha y ajustes de procesos unitarios y de secuencias de control.
- o Control analítico de parámetros de la línea de agua, fango y gas para ajuste de procesos y acreditación de resultados.
- o Operación, mantenimiento y conservación.
- o Redacción de informe de puesta en marcha.
- o Elaboración de estudio de costes de explotación.
- o Elaboración de tablas resumen por equipo, de la programación de mantenimientos de todos los equipos, con la periodicidad reglamentaria y la que especifique el fabricante.
- o Formación del personal que explotará la EDAR de forma definitiva, previamente a la recepción de las instalaciones por parte de Canal de Isabel II.

### **1.2 Puesta en marcha de equipos electromecánicos.**

El Adjudicatario deberá incluir los costes de puesta en marcha de los equipos por fabricante y/o servicio técnico en su oferta económica para los equipos estratégicos. A continuación, se

recoge una relación no exhaustiva de equipos estratégicos contemplados en el presente proyecto:

- o Gasómetro.
- o Instrumentación.

Para el resto de equipos podrá incluir en el presupuesto el asesoramiento de puesta en marcha por parte del fabricante y/o servicio técnico (en ambos casos, con la previa aprobación por Canal de Isabel II de dicho servicio técnico).

El Adjudicatario será responsable del mantenimiento del equipo electromecánico durante la fase de puesta en marcha.

En caso de que el presupuesto no esté desglosado se considerará que tanto el mantenimiento como el asesoramiento y/o la puesta en marcha del equipo están incluidos dentro de los precios unitarios de los Cuadros de Precios del proyecto constructivo.

## **2 PLAZO Y PLAN DE PUESTA EN MARCHA**

### **2.1 Plazos de puesta en marcha**

La fase de puesta en marcha tendrá una duración de hasta dos (2) meses en función de su alcance y complejidad, se podrá organizar en subfases, siguiendo la planificación de las obras. Por norma general, la puesta en marcha de procesos físicos y químicos durará dos (2) semanas, y la de procesos biológicos, complejos o completos de depuración durará dos (2) meses. En cualquiera de los casos, la duración incluirá una semana de cumplimiento de parámetros y de rendimientos.

Los plazos de la fase o subfases de puesta en marcha, serán acordes con el plan de obra y la secuencia y alcance de las recepciones parciales.

### **2.2 Plan de puesta en marcha**

Con anterioridad a la fecha de recepción parcial y firma del acta de inicio de la puesta en marcha, el Adjudicatario deberá remitir a Canal de Isabel II para su aprobación un PPM, que se ampliará, actualizará y ajustará a las características definitivas de las instalaciones durante el transcurso del mismo.

El PPM tendrá los contenidos mínimos siguientes:

- o Organigrama y CV del equipo humano interviniente en la puesta en marcha.
- o Relación de medios auxiliares, software, instalaciones, equipos y materiales de que se dotará al equipo humano propuesto.
- o Relación de subcontratistas a los que se prevea encomendar algún tipo de tarea.
- o Programación temporal y contenido de las tareas a desarrollar durante la fase, y en su caso subfases, de puesta en marcha de la EDAR, que detalle:

- Descripción exhaustiva de las diversas actividades o trabajos a desarrollar.
- Duración estimada de cada actividad.
- Valoración mensual y acumulada de los trabajos programados.

El PPM será presentado en soporte impreso y en fichero pdf. Además se hará entrega de los documentos originales en formato Microsoft Office para el caso de documentos de texto, hojas de cálculo o diagramas, y en formato dwg versión 2010, para el caso de los planos.

Canal de Isabel II aprobará la versión definitiva del PPM, una vez realizadas las pertinentes modificaciones a la documentación entregada previamente a la entrega definitiva.

La aprobación del PPM y la acreditación de que el Contratista dispone de los medios humanos, auxiliares y de todo tipo previstos en el mismo, serán requisitos imprescindibles para el inicio de la puesta en marcha.

Durante el desarrollo de los trabajos de puesta en marcha, el Adjudicatario podrá proponer cuantas modificaciones del plan considere oportunas para la mejora de las tareas a desarrollar. Dichas modificaciones se someterán, en todo caso, a la aprobación explícita de Canal de Isabel II.

Canal de Isabel II podrá, asimismo, exigir al Contratista las modificaciones que considere más adecuadas para la mejora de la prestación, debiendo estas ser aceptadas por el Adjudicatario en cuanto no supongan incremento en el número y cualificación de los medios inicialmente propuestos.

### **3 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **3.1 Equipo humano mínimo de puesta en marcha.**

El Adjudicatario será responsable de asignar para la fase de puesta en marcha los medios humanos y la plantilla necesaria para el cumplimiento de los trabajos encomendados durante dicha etapa.

El Adjudicatario dispondrá para la correcta puesta en marcha de las nuevas instalaciones de procesos biológicos, complejos o completos de depuración, de un equipo especializado, compuesto como mínimo, por cinco (5) personas, siendo la clasificación profesional del personal la siguiente:

- o Un (1) jefe de puesta en marcha
- o Dos (2) oficiales de explotación
- o Dos (2) oficiales electromecánicos o un (1) oficial eléctrico y un (1) oficial mecánico.

Este equipo se organizará de forma que se asegure la presencia de personal durante mañana y tarde en días laborales, y de mañana los sábados, domingos y festivos, en función de necesidades.

En el caso de procesos con escasa dificultad de puesta en marcha, se podrá valorar la reducción del equipo de puesta en marcha, justificando las necesidades y complejidad, previa aceptación explícita por parte de Canal de Isabel II.

### **3.2 Asignación de medios técnicos y materiales.**

El Adjudicatario será responsable de dotar a su equipo humano con todos los medios que requiera el desarrollo de su actividad durante la fase de puesta en marcha. De acuerdo con ello, deberá asignar medios técnicos, auxiliares y materiales de, entre otros, los siguientes conceptos:

- o Vehículos.
- o Herramientas, materiales y utillaje.
- o Equipos de protección individual y colectiva.
- o Hardware y software.

### **3.3 Control y supervisión.**

El control y supervisión de la puesta en marcha, así como la aprobación definitiva del PPM, corresponderá al Responsable de la supervisión de la puesta en marcha de la Subdirección de Depuración y Medioambiente de Canal de Isabel II, que tendrá la facultad para inspeccionar, vigilar y controlar, en todo momento, el desarrollo de los trabajos.

El Adjudicatario deberá remitir a la Subdirección de Depuración y Medioambiente de Canal de Isabel II toda la información que ésta estime oportuno recabar respecto al funcionamiento de las instalaciones.

Canal de Isabel II comunicará por escrito antes de la fecha fijada para la firma del acta de inicio de la puesta en marcha, el responsable de la supervisión por parte de la empresa, así como el protocolo a seguir para intercambio de documentación e información.

## **4 TRABAJOS A DESARROLLAR**

### **4.1 Puesta en marcha y ajuste de equipos, procesos y secuencias de control**

Se realizará, de acuerdo al contenido del PPM aprobado, la puesta en marcha de todos los equipos (mecánicos, eléctricos, instrumentación.etc), así como su ajuste, además de la automatización y control del software y hardware de PLC's y SCADA.

Para el ajuste de la automatización se precisará, al menos, durante el tiempo que dure esa actividad, de la presencia en planta de un responsable de programación de la empresa contratada para esa tarea.

Las líneas de programación deberán ser explicadas para facilitar la comprensión de su contenido al personal que se estime preciso para el correcto desarrollo de esta fase.

## 4.2 Control analítico de parámetros de la línea de agua y fango

Para el ajuste de procesos y acreditación de resultados se realizará, de acuerdo al contenido del PPM aprobado, los controles analíticos de parámetros de la línea de agua, fango y gas necesarios. Por tanto el concursante deberá incluir en su oferta la campaña de análisis y frecuencia de los mismos, complementariamente a los que pueda realizar Canal de Isabel II.

A continuación se plantea una frecuencia de muestreo mínima. Se considera que los análisis sobre A01, A05 y A09 se realizarán sobre muestra compuesta. Los análisis del reactor biológico A07 se realizarán por cada línea de proceso en funcionamiento.

PUNTO MUESTREO	ANÁLISIS	FRECUENCIA SEMANAL
A01: INFLUENTE	DBO5, DQO, SS <sub>s</sub> , NO <sup>3</sup> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , PO <sub>4</sub> , P <sub>t</sub> y N <sub>t</sub>	3
A05: SAL. DECANTADOR 1º	DBO5, DQO, SS <sub>s</sub> , NO <sup>3</sup> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , PO <sub>4</sub> , P <sub>t</sub> y N <sub>t</sub>	3
A09: SALIDA PROCESO	DBO5, DQO, SS <sub>s</sub> , NO <sup>3</sup> , NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , PO <sub>4</sub> , P <sub>t</sub> y N <sub>t</sub>	3
A07: REACTOR BIOLOGICO	SSLMs, SSLMv, VF30, IVF, T	3
A07: REACTOR BIOLOGICO	microscopía	1
F01: PURGA PRIMARIOS	pH, ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub>	2
F03: RECIRCULACION	SS <sub>s</sub> , SS <sub>v</sub>	3
F04: SALIDA ESPESADOR G.	pH, ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub>	2
F05: SALIDA ESPESADOR F.	pH, ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub>	2
F06: SALIDA MEZCLA	pH, ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub>	2
F07: SAL. ESTABILIZACIÓN	ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub>	2
F08: RECIRC. ESTAB.	T, pH, ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub> , AVOL, TAC	2
F09: SALIDA DIG. 2º	pH, ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub>	2
F10: REBOSE ESPESAM.	ST <sub>s</sub>	2
F12: REBOSE DESHIDRAT. <sup>8</sup>	pH, ST <sub>s</sub> , PO <sub>4</sub>	2
S03: FANGO DESHIDRATADO	ST <sub>s</sub> , ST <sub>v</sub> , V	3
S04: GASES DIGESTION	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>	1

## 4.3 Operación, mantenimiento y conservación

Durante el período de puesta en marcha hasta la finalización del mismo, se deberá operar, mantener y conservar los procesos parciales remodelados.

## 4.4 Informe de puesta en marcha.

Entre los objetivos principales de la puesta en marcha está el de proporcionar información de la experiencia desarrollada para que la instalación se explote de la forma más eficiente durante su vida útil.

La experiencia de la puesta en marcha se documentará en un informe que contendrá toda la información que se considere relevante para el correcto funcionamiento de la EDAR.

En dicho informe, al menos se deberán incluir los siguientes parámetros, en los escenarios de condiciones actuales y máximas:

- Parámetros de proceso.
- Parámetros de programación electrónica, potencia e instrumentación.
- Ajustes de lazos de regulación y consignas.

Tal y como figura en el Anejo Nº 24 Normativa para la redacción del Manual de Operación y Mantenimiento, este informe se incorporará en el Apartado 3. Memoria de Operación de la EDAR, dentro del Tomo inicial (0) del mismo.

En el contenido del informe de puesta en marcha se deberán incluir, también los resultados de estudiar la optimización del empleo de reactivos químicos, efectuando las pruebas necesarias para determinar las características y dosis de aquellos que producen las mejores prestaciones técnico-económicas para el conjunto de procesos en los que su uso tenga influencia.

#### **4.5 Estudio de costes de explotación.**

Con objeto de que Canal de Isabel II disponga de información detallada sobre los costes de explotación de la EDAR, el Adjudicatario deberá elaborar un estudio de costes de explotación.

#### **4.6 Tablas resumen de programación de mantenimientos.**

El Adjudicatario elaborará tablas resumen, por equipo, en hojas de cálculo Excel de la programación de mantenimientos de todos los equipos, con la periodicidad que establezca el fabricante y la normativa en vigor que señale la reglamentación industrial y le sea de aplicación.

#### **4.7 Formación del personal**

Durante el último mes de la puesta en marcha, en el caso de que la puesta en marcha se realice en una única fase, o con una duración total de un mes, en el caso de que se organice en subfases, el Adjudicatario organizará y llevará a cabo un programa de formación del personal, que Canal de Isabel II determine, para la futura explotación de la EDAR, facilitando su acceso a las instalaciones y su colaboración en las tareas de operación y mantenimiento.

En la puesta en marcha de procesos físicos y químicos, la duración se reducirá a 15 días.

La programación y contenido del proceso de formación deberá contar con la aprobación previa de Canal de Isabel II.

### **5 DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

#### **5.1 Acta de inicio de la puesta en marcha**

El Director de las Obras propondrá la fecha para el levantamiento de un acta de inicio de puesta en marcha, y en su caso para cada una de las subfases, que será suscrita por el Director de las Obras y el Responsable de la supervisión de la puesta en marcha, por parte de Canal de

Isabel II, y por el Jefe de Obra y el Jefe de puesta en marcha, por parte del contratista. Dicho acta señalará la fecha que dará inicio a la fase de puesta en marcha.

El acta de inicio de la puesta en marcha no podrá ser levantada en tanto no se cumplan los requisitos siguientes:

- a) Que la totalidad de las instalaciones que vayan a ser objeto de la puesta en marcha se encuentren definitivamente concluidas en todas sus unidades de obra y hayan superado las pruebas de funcionamiento prescritas por la Dirección de las Obras.
- b) Que se haya procedido a la aprobación por parte de Canal de Isabel II del PPM elaborado por el Contratista.
- c) Que el Contratista acredite disponer de un Plan de Seguridad y Salud y se haya aprobado un Plan de Emergencia conforme a lo dispuesto en la Ley 31/1995.

## **5.2 Tareas a desarrollar**

El Contratista durante la fase de puesta en marcha desarrollará los trabajos indicados anteriormente.

## **5.3 Suspensión total o parcial**

Canal de Isabel II podrá determinar la interrupción del cómputo del plazo de la fase de la puesta en marcha, si se produjesen grandes averías o anomalías puntuales que impidieran la normal operación de la planta u obligaran a modificaciones sustanciales de la obra ejecutada. En ese caso, el plazo se reanudará desde el momento en que la planta esté nuevamente en condiciones de dar servicio con las debidas garantías.

En las mismas condiciones, podrá determinarse el reinicio del cómputo de plazos si se produjeran reiteradamente las averías y anomalías de funcionamiento que impidan garantizar la estabilidad de la operación de la planta.

En cualquier caso los plazos de puesta en marcha se prolongarán hasta alcanzar los resultados exigidos durante una semana sin interrupción.

Los costes asociados a estas circunstancias correrán por cuenta del Contratista.

## **5.4 Aviso de terminación de la puesta en marcha**

Previamente a la finalización de la puesta en marcha, el Contratista deberá entregar a Canal de Isabel II los siguientes documentos:

- o Informe de puesta en marcha.
- o Estudio de costes de explotación.
- o Tablas resumen por equipo, de la programación de mantenimientos de todos los equipos, con la periodicidad reglamentaria y la que especifique el fabricante



El Contratista comunicará por escrito al Responsable de la supervisión de la puesta en marcha por parte de Canal Isabel II, la fecha prevista para la terminación de la puesta en marcha, y, en su caso, de cada una de las subfases.

El Responsable de la supervisión de la puesta en marcha, en caso de conformidad con dicha comunicación la elevará a la Dirección de las obras, para que ésta determine la fecha para el acto de recepción total de las obras.

## **6 VALORACIÓN, CERTIFICACIÓN Y PAGO DE LA PUESTA EN MARCHA**

El Concursante para la realización de su oferta deberá tener en cuenta el siguiente reparto de gastos.

### **6.1 Gastos por cuenta del Adjudicatario**

Serán de cuenta del Adjudicatario los gastos correspondientes a los siguientes conceptos:

1. Gastos del personal de puesta en marcha y los asociados a éstos (vestuario, EPIs, etc).
2. Gastos para la elaboración del Plan de Puesta en Marcha y del estudio de costes de explotación. Informes complementarios, formación de los trabajadores, etc.
3. Suscripción de las pólizas de seguro de responsabilidad civil:
  - Responsabilidad civil de la actividad y patronal.
  - Póliza de seguros por almacenamiento de productos químicos (APQ).
  - Póliza de seguros por responsabilidad civil como operador según la Ley 26/2007 de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.

Como asegurados figurarán:

- El Adjudicatario como persona física y jurídica.
- Todo el personal de Canal de Isabel II que intervenga en el contrato.
- Canal de Isabel II sin perder su consideración de terceros
- El personal de la empresa explotadora de la EDAR que determine Canal de Isabel II, en caso de ser de Gestión Indirecta.

Serán por cuenta del Adjudicatario las sanciones e indemnizaciones por daños ocasionados a terceros o al medioambiente por causas imputables a él.

4. Gastos para equipamientos:
  - Para laboratorio: equipamiento del laboratorio y realización de los ensayos analíticos que se exigen en el plan de muestreo. Se exigirá el empleo de tomamuestras refrigerados y neveras para el transporte de muestras. Los análisis

analíticos deberán iniciarse previo al tiempo máximo de conservación de las muestras.

5. Consumo:

- El consumo de los polielectrolitos, incluyendo las pruebas con distintos proveedores hasta seleccionar al más idóneo.
- Consumos de productos tales como combustibles, sosa, antiespumantes, etcétera.

6. Medios de telecomunicación:

- Instalación y operación de los adecuados medios de comunicación (teléfono, fax, y correo electrónico) e informatización requeridos por la organización del servicio y para la comunicación ágil con Canal de Isabel II, y transmisión de datos de la gestión del mantenimiento en el formato que se determine. Se dispondrá de una conexión de alta velocidad e INTERNET exclusiva para la prestación de servicios. Existirá a tal efecto, al menos una cuenta de correo electrónico exclusiva para el Jefe de Puesta en Marcha, capaz de enviar y recibir archivos electrónicos de 50 MB.
- Instalación y operación de una línea privada virtual VPN para conexión a la Red Corporativa de Datos (RCD) de Canal de Isabel II para utilizar las aplicaciones informáticas corporativas que sean de aplicación para la prestación del servicio. Los equipos informáticos que accedan a dicha RCD deberán disponer de una serie de medidas de índole técnico que establecerá Canal de Isabel II para garantizar la seguridad e integridad de la RCD, de los sistemas informáticos y de la información que contienen y a la que tienen acceso. En caso necesario, el Adjudicatario deberá disponer de un ordenador que sea compatible con los requerimientos del sistema, que permita la gestión de los datos de la RCD.

7. Medios de transporte: dispondrá a su costa de todos los medios de transporte necesarios para realizar el servicio.

8. Gastos derivados del cumplimiento de la normativa de Seguridad y Salud:

- Aportación de los medios necesarios para el cumplimiento de las normativas de Seguridad y Salud Laboral vigentes, así como la formación de los trabajadores.
- Cumplimiento de la legislación vigente en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Contratación del Servicio de Consejero de Seguridad para el transporte y manipulación de mercancías peligrosas por carretera utilizadas en la E.D.A.R. (R.D. 1566/99, de 8 de octubre).
- Cumplimiento de las prevenciones que en materia de recepción, preparación y control de reactivos de procesos en E.D.A.R. rigen en Canal de Isabel II, a cuyos efectos, Canal de Isabel II hará entrega de la documentación que regula dichas prevenciones para sus observaciones.

9. Auxiliares: arrendamiento de los equipos que eventualmente deba emplear el Adjudicatario, durante el periodo de puesta en marcha, para asegurar el normal funcionamiento de las instalaciones.
10. Gestión de residuos:
  - El transporte de los residuos reciclables, no reciclables y peligrosos hasta el centro productor de para los centros Adscritos, y desde este último hasta el Punto de Agrupamiento.
  - Gestión de la extracción, transporte, almacenamiento y acondicionado previo a su retirada por los servicios contratados por Canal de Isabel II de arenas, residuos, detritus etc. Disponibles o generados en la instalaciones, así como de los residuos externos.

## **6.2 Gastos por cuenta de Canal de Isabel II**

Serán por cuenta del Canal de Isabel II los siguientes conceptos generales:

1. La energía eléctrica consumida en las instalaciones hasta los valores límite establecidos.
2. El consumo de cloro que, por razones sanitarias, hubiera de dosificarse eventualmente en algún punto de las instalaciones, en aquellos casos que determine Canal de Isabel II.
3. El consumo de reactivos, salvo los polielectrolitos.
4. Retirada de subproductos.
5. La retirada y tasa de vertido de arenas y detritus, convenientemente acondicionados por el Adjudicatario para su posterior transporte.
6. La carga, transporte y vertido o disposición de los fangos producidos, acondicionados por el Adjudicatario de acuerdo con las prescripciones de Canal de Isabel II.

## **6.3 Valoración y pago de la fase de puesta en marcha.**

La fase de puesta en marcha se valorará según lo recogido en el proyecto constructivo y en el PPM aprobado definitivamente.

Canal de Isabel II realizará mensualmente la comprobación del cumplimiento del Plan de Puesta en Marcha durante el período anterior, exigiéndose el cumplimiento de hitos tales como: resultados del efluente, rendimientos de depuración, concentraciones de la línea de gas, riqueza de metano, informes de fabricantes, etc.

Se establecerá una certificación mensual de acuerdo con la valoración del PPM.

Se establecerá una certificación final de acuerdo a los trabajos desarrollados y a los resultados obtenidos, comprobándose que los rendimientos de depuración son los adecuados durante al menos una semana sin interrupción.

El pago de la fase de puesta en marcha lo autorizará el responsable del contrato por parte de Canal de Isabel II, con el visto bueno de la Subdirección de Depuración y Medioambiente de Canal de Isabel II, responsable de la puesta en marcha de la instalación.

Se incluye en el apéndice siguiente una estimación de los costes de la puesta en marcha de la E.D.A.R.

## APÉNDICE 1. COSTES DE PUESTA EN MARCHA

## CALCULO DE LA DURACIÓN DEL PERIODO DE PUESTA EN MARCHA (S/PPTP)

Duración		
- Caudales aliviados	Días	15
- Gasómetro	Días	15
- Instalación provisional de tamizado	Días	15
- Instalación definitiva de tamizado	Días	15
<b>Total</b>	<b>Días</b>	<b>60</b>

## ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE LA PUESTA EN MARCHA

	Nº	Coste diario (€/d)	Nº de días	Importe (€)
<b>A/ Gastos de personal y asociados</b>				
Jefe de explotación	1,00	179,78	60,00	10.786,50
Oficiales de explotación	2,00	157,30	60,00	18.876,40
Oficiales electromecánicos	2,00	157,30	60,00	18.876,40
<b>Total gastos de personal</b>				<b>48.539,30</b>
<b>B/ Redacción de Planes y estudios</b>				
Plan de puesta en marcha		2.500,00	1,00	2.500,00
Formación		750,00	1,00	750,00
Otros		1.500,00	1,00	1.500,00
<b>Total Redacción de Planes y Estudios</b>				<b>4.750,00</b>
<b>C/ Subscripción de la póliza de seguro civil</b>				
Porcentaje respecto los conceptos A/, B/, F/, G/, I/		0,70%	56.809,10	397,60
<b>D/ Equipamiento</b>				
Porcentaje respecto el concepto A/		0,50%	48.539,30	242,70
<b>E/ Consumo de reactivos</b>				
En los nuevos procesos no hay consumo de reactivos		0,00%		0,00
<b>F/ Telecomunicaciones</b>				
Teléfonos, fax, internet, conexión VPN		17,00	60,00	1.020,00
<b>G/ Medios de transporte</b>				
2 Vehículos en renting incluyendo combustible		33,33	60,00	1.999,80
<b>H/ Seguridad y salud</b>				
Incluido en el estudio de seguridad y salud				0,00
<b>I/ Auxiliares</b>				
Arrendamiento de pequeña maquinaria		8,33	60,00	500,00
<b>J/ Gestión de residuos</b>				
Incluido en el costes del PGRCD del presupuesto				0,00
<b>SUMA</b>				<b>57.449,40</b>
<b>Coste diario de la puesta en marcha</b>				<b>957,49</b>

## **ANEJO Nº 24.- NORMATIVA DE REDACCIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**



## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NÚMERO DE COPIAS .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
3.1	PRESENTACION .....	5
3.2	TOMO/S INDICES: ORGANIZACION .....	6
3.3	TOMOS DE EQUIPOS MECANICOS: ORGANIZACION .....	9
3.4	TOMOS DE INSTRUMENTACION: ORGANIZACION .....	9
3.5	TOMOS INSTALACIÓN Y EQUIPOS ELECTRICOS: ORGANIZACION .....	11
<b>4</b>	<b>PLANOS DE EQUIPOS MECANICOS: ORGANIZACION .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>DOCUMENTACION DE CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>PROYECTOS VISADOS POR COLEGIOS .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>RELACIÓN DE MODELOS QUE CANAL DE ISABEL II FACILITARÁ AL CONTRATISTA .....</b>	<b>16</b>
	<b>ÍNDICE DE DOCUMENTOS .....</b>	<b>19</b>
	<b>DOCUMENTO Nº 1.- TOMOS DE EQUIPOS MECANICOS DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>21</b>
	<b>DOCUMENTO Nº 2.- CODIGO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS (CRITERIOS PARA SU ELABORACIÓN) .....</b>	<b>23</b>
	<b>DOCUMENTO Nº 3 - CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPOS (CLASIFICACIÓN ALFABÉTICA SEGÚN CÓDIGO DE INGENIERÍA) .....</b>	<b>25</b>
	<b>DOCUMENTO Nº 4.- CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPO (CLASIFICACIÓN ALFABÉTICA SEGÚN DESCRIPCIÓN) .....</b>	<b>28</b>
	<b>DOCUMENTO Nº 5.- CODIGO DE IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS .....</b>	<b>31</b>

## 1 GENERALIDADES

La presente Normativa pretende, en primer lugar, establecer una línea para elaborar aquellas partes que sean necesarias del proyecto de detalle, de acuerdo con los criterios que se establecen en la misma.

En segundo lugar, definir al Contratista principal, la documentación que contractualmente debe de exigir a sus subcontratistas, para que al final de la obra se puedan editar los manuales que deben entregarse a Canal de Isabel II.

En tercer lugar, se define la manera en la que se tiene que organizar y presentar la documentación, con objeto de conseguir una similitud organizativa, y de este modo facilitar las labores del personal de explotación y mantenimiento de las Estaciones Depuradoras.

La documentación y planos a los que se aplica esta Normativa es la relativa a las instalaciones y equipos, tanto mecánicos como eléctricos, ya que la de obra civil figura en el correspondiente proyecto de liquidación.

Los documentos que se deben elaborar y entregar a Canal de Isabel II son los siguientes:

### 1) Manual de Operación y Mantenimiento

Este manual debe de estar organizado en las cuatro partes siguientes:

- o Tomo/s de índices (TOMOS: 01-02, etc.).
- o Tomo/s de equipos mecánicos (TOMOS: A-B-C-E-F-G-H-M-N [DOCUMENTO Nº 1])
- o Tomo/s de instrumentación (TOMOS: L1, L2, etc.).
- o Tomo/s de instalaciones y equipos eléctricos (TOMOS I, J, K).

La forma en la que se debe establecer este manual y la documentación que debe adjuntarse en cada tomo, y en los distintos apartados de los mismos, se detalla en el punto 3 de esta Normativa.

### 2) Planos de Instalaciones de Equipos mecánicos

Además de los planos de localización de los equipos mecánicos que figuran en el tomo de índices del Manual de Operación y Mantenimiento, se incluirán todos los planos generales y de detalle que han servido para definir y ejecutar la obra, y que sean necesarios para realizar la explotación y el mantenimiento de la Estación Depuradora.

Se distinguen dos tipos de planos:

- o Planos generales: Implantación general, Diagramas de flujo de las líneas de agua, fango y gas, Línea Piezométrica, Red de Agua Potable, Red de Agua Industrial, Red de aire de servicios generales, Tuberías de interconexiones de edificios, Tuberías en galerías de servicio, Red de riego, etc.

- o Planos de detalle: Estarán organizados en tomos A, B, C, etc. de la misma forma que los tomos del M.O. y M. de los equipos mecánicos (DOCUMENTO Nº 1). Si no hay suficiente número de planos para formar un tomo con un único apartado, se puede crear aquel con varios apartados (ejemplo: A-B-C), siempre que se indique en portada y en la cantonera, y que vayan provistos de un separador visible con los correspondientes índices en cada apartado. La forma en la que se deben de organizar los tomos de planos, y los que deben de figurar, se detallan en el punto 4 de esta Normativa.

### 3) Control de calidad

La forma en que deben de estar organizados este conjunto de tomo/s y la documentación que debe de adjuntarse en cada apartado, se detalla en el punto 5 de esta Normativa.

### 4) Proyectos visados por colegios oficiales

Se aplica a los proyectos eléctricos y mecánicos que han sido necesarios visar durante la realización de la obra, en los colegios correspondientes, para conseguir los dictámenes y autorizaciones de los organismos oficiales. Son fundamentalmente de dos tipos:

- o MECANICOS: Dentro de éstos se distinguen:
  - Recipientes a presión: Calderas, calderines de presurización, etc.
  - Proyecto de la línea de gas, con los dictámenes correspondientes para los distintos tipos de combustibles.
- o ELECTRICOS: Dentro de éstos se distinguen:
  - Proyecto de la línea de acometida.
  - Proyecto del centro de transformación con el dictamen correspondiente.
  - Proyecto de baja tensión con el dictamen correspondiente.

La forma en que debe organizar este documento se detalla en el punto 6 de esta Normativa.

## 2 NÚMERO DE COPIAS

El número de copias que el Contratista principal debe de entregar a Canal de Isabel II es el siguiente:

- o 3 COPIAS: del Manual de Operación y Mantenimiento, y de los planos de Instalaciones de Equipos Mecánicos, (COPIAS A-B y C) que se distribuyen del siguiente modo:
  - 1 Copia para el personal de explotación de la correspondiente EDAR (COPIA-C).
  - 1 Copia para el personal de explotación y mantenimiento de la cabecera de zona (COPIA-B).
  - 1 Copia para los archivos centrales de CANAL DE ISABEL II. (COPIA-A).

- o 2 COPIAS: Del Documento de Control de Calidad y de los Proyectos Visados por Colegios Oficiales, que se destinan:
  - Documento de Control de Calidad:
    - o 1 Copia para la cabecera de zona (COPIA-B).
    - o Copia para los archivos centrales de CANAL DE ISABEL II (COPIA-A).
  - Proyectos Visados por Colegios Oficiales:
    - o 1 Copia para la correspondiente EDAR (COPIA-C).
    - o 1 Copia para los archivos centrales de CANAL DE ISABEL II (COPIA-A).
- o 1 COPIA: Del disquete para P.C. compatible de los listados por impresora de ordenador, de los equipos de la EDAR que aparecen en el tomo de índices del Manual de Operación y Mantenimiento, y que se introducirá en una carpeta de plástico al final de los índices del tomo O de la copia A.

Para estos listados se emplearán sistema de bases de datos compatibles con los utilizados por CANAL DE ISABEL II. El Adjudicatario, consultará previamente este particular a la Dirección de las Obras antes de la realización de estos archivos y se atenderá sus requerimientos.

### 3 MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Este documento debe contener toda la información técnica necesaria para poder realizar las labores de explotación y mantenimiento de la EDAR.

La presentación y la organización del manual deben hacerse del siguiente modo:

#### 3.1 PRESENTACION

1. Las portadas y las cantoneras de los tomos estarán de acuerdo con los modelos que indique CANAL DE ISABEL II (MODELO Nº 1 y 2).
2. Los cajetines de los planos serán de acuerdo al modelo que indique CANAL DE ISABEL II (MODELO Nº 3).
3. La primera hoja interior de cada tomo debe de ser una fotocopia de la portada correspondiente.
4. A continuación de esta primera hoja, debe figurar un índice detallado de los apartados que se desarrollan en el tomo. El listado de los equipos debe hacerse por orden alfabético.
5. Entre cada dos equipos o apartados deberán existir separadores, con una pestaña que sobresalga, que irán numerados correlativamente a partir del número 1.

6. Los planos de tamaños A0, A1 y A2 que deban adjuntarse en un apartado determinado, deben ir introducidos en una bolsa de plástico. El número máximo de planos que pueden ir en una bolsa es de 2. En este último caso los sellos de los planos irán visibles, uno en cada cara de la bolsa.
7. El espesor de los tomos serán como máximo de 5 - 6 cms.
8. En el caso de que físicamente no sea posible encuadernar toda la documentación de los apartados que correspondan a un tomo fijo, por exceder del espesor máximo, se abrirán cuantos tomos sean necesarios distinguiéndolos con un número correlativo, (Ejemplo D-1, D-2, etc.).

### 3.2 TOMO/S INDICES: ORGANIZACION

Existen en el MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO un tomo/s iniciales (0) - (CERO); (TOMO/S INDICES) que sirven para conocer todos los datos, dimensionamientos del proceso, etc. que se han tenido en cuenta en la redacción de proyecto, y los cuidados que deben tenerse presentes a la hora de realizar la explotación y mantenimiento de la EDAR.

Estos tomos-índices llevan adjuntos unos planos y listados que se utilizan para localizar, tanto en los diagramas de flujo o en los planos de implantación general, como en el tomo y apartado que correspondan, la situación y documentación de todos los equipos mecánicos o eléctricos de la instalación.

El esquema organizativo de estos Tomos Índices es el siguiente:

- o APARTADO 1.- Memoria final de la EDAR (La que figura en el proyecto de liquidación, es decir, la que había en el proyecto original y a la que se han incorporado las modificaciones que han surgido durante la realización de la obra).
- o APARTADO 2.- Anejo de cálculos de proceso. Únicamente los de proceso ya que los de obra civil irán en el proyecto de liquidación. Son los cálculos de proceso que figuran en el proyecto, incorporando las modificaciones que han aparecido durante la realización de la obra.
- o APARTADO 3.- Memoria de Operación de la EDAR Es una memoria en la que se detalla, para cada uno de los procesos unitarios de la EDAR, la concepción del diseño realizado, tanto genérico como de detalle, así como las facilidades existentes en orden a efectuar la operación práctica de la instalación:
  1. Posibilidades y alternativas de tratamiento que existen en las líneas de agua, fango y gas.
  2. Problemas que pueden aparecer durante la operación y el funcionamiento de los equipos. Aspectos que hay que cuidar con especial atención.
  3. Aspectos operativos específicos.
  4. Automatismos que existen, secuencias de puesta en marcha sucesiva de los equipos, temporizaciones, etc.

5. Todos aquellos detalles que no estén incluidos en los anteriores y que a juicio del Contratista sean importantes para realizar de forma adecuada la explotación, mantenimiento preventivo y seguridad y salud de la EDAR.

Se incluirán también en esta memoria los datos de explotación y de control de laboratorio que haya obtenido el Contratista principal durante el período de puesta en marcha de la planta y los distintos valores de parámetros y formas de tratamiento que el mismo propone, en función de las variaciones de caudal o de contaminación que se hayan observado durante dicho período.

6. Con objeto de tener un control de horas de funcionamiento de los distintos equipos durante el período de puesta en marcha o de comienzo de la explotación, el Contratista o el operador de planta, anotará diariamente el número de horas de funcionamiento de los equipos, para que estos números puedan incorporarse a la base de datos del ordenador, cuando la planta funcione automáticamente desde la sala de control. Para ello se rellenará diariamente el parte mensual de funcionamiento según el modelo que facilite CANAL DE ISABEL II (MODELO Nº 4).

Igualmente se realizará periódicamente el parte de cambio de aceites de la planta, según el modelo de CANAL DE ISABEL II (MODELO Nº 5) que esté vigente.

- o APARTADO 4.- Planos de localización de todos los equipos mecánicos, eléctricos e instrumentos (compuertas, agitadores, bombas, soplantes, motores, etc.) de la planta, organizados del siguiente modo:
  1. Un índice en donde figuren con un número de orden la descripción y el número de todos y cada uno de los planos.
  2. Plano de planta general con la leyenda de las distintas zonas.(MODELO Nº 6)
  3. Diagramas de flujo de las líneas: de agua, de agua potable, de agua industrial, de aire, de fango y de gas, con los equipos numerados con el código de ingeniería definidos en los DOCUMENTOS 2-3-4. CANAL DE ISABEL II facilitará los modelos o ejemplos para que el Contratista ajuste la presentación de esta documentación a su normativa específica (MODELO Nº 7-8-9).
  4. Planos de Implantaciones Generales de Equipos. Son planos de planta con los que deben aparecer localizados y referenciados con el código de ingeniería, todos los equipos mecánicos, eléctricos e instrumentos de la instalación (compuertas, agitadores, bombas, soplantes, motores, etc.). En el caso de que el Contratista Principal no realice planos específicos de implantación de equipos, se utilizarán los correspondientes de obra civil, poniendo los códigos de ingeniería bien sobre las bancadas, cajetines de anclaje, cajeros de compuertas, etc. (MODELO Nº 10-11).

Además de los planos de localización de equipos mecánicos deben adjuntarse los planos que se indican en el punto 4 del índice general de esta Normativa.

- o APARTADO 5.- Listado por impresora de ordenador de los equipos de la EDAR clasificados alfabéticamente (Agitadores, Bombas de Arena, Bombas Mono, Compresores, etc.). (MODELO Nº 12)

- o APARTADO 6.- Listado por impresora de ordenador de los equipos de la EDAR clasificados por código de ingeniería (AA-0801, B-0604, C-0401, etc.). (MODELO Nº 13).
- o APARTADO 7.- Listado por impresora de ordenador de toda la valvulería de la EDAR indicando la siguiente información:
  - 1. Código de ingeniería
  - 2. Un campo en blanco para un código futuro
  - 3. Tipo y diámetro nominal. (Ejemplo: Válvula Mariposa, DN = 150)
  - 4. Descripción. (Ejemplo: vaciado de decantadores primarios, Impulsiones en las bombas de agua bruta, etc.)
  - 5. Situación. (Ejemplo: Edificio de digestión, etc.)
  - 6. Suministrador.
  - 7. Localización en tomo y localización en planos
- o APARTADO 8.- Listado por impresora de ordenador de todos los motores de la EDAR separados por C.C.M., indicando la siguiente información:
  - 1. Código de ingeniería. En el caso de que no exista un código específico para el motor, se dará el que corresponde al equipo que acciona (Ejemplo: si es el motor de la bomba de trasiego de fangos primarios que es la B-0817, el código de ingeniería del motor será M-0817).
  - 2. Un campo en blanco para el código futuro.
  - 3. Descripción. (Ejemplo, Traslación de puentes desarenadores, Elevación de rasquetas puentes desarenadores, Accionamiento bombas fangos en exceso, etc.)
  - 4. Marca.
  - 5. Características: Se indicará el tipo: potencia: KW; revoluciones, forma, o si es o no antideflagrante, etc. (MODELO Nº 14).
  - 6. Localización en tomo y localización en plano.
- o APARTADO 9.- Listado de los instrumentos de la planta tal y como se indica en el DOCUMENTO Nº 5 y MODELO Nº15.
- o APARTADO 10.- Listado por impresora de ordenador de proveedores, clasificado por orden alfabético y que incluya la siguiente información:
  - Proveedor (MODELO Nº 16).
  - Descripción de los equipos suministradores incluyendo el código de ingeniería correspondiente



- Dirección (Calle/Ciudad/Código Postal)
- Teléfono
- Persona de contacto

o APARTADO 11.- MANUAL DE ENGRASE

- Cada uno de los equipos mecánicos diferentes de la EDAR que por mantenimiento preventivo deban de ser objeto, periódicamente, de cambios de aceites o grasas, tendrán descritas en distintas hojas de acuerdo al MODELO Nº 17 vigente de CANAL DE ISABEL II, las especificaciones de cómo se realizarán los mismos.
- No pueden ir las especificaciones del cambio de engrase de más de un equipo [Ejemplo: compuertas - bombas] en una misma hoja del Manual.
- Dentro del formato en el que se especifica el engrase de un equipo, se desarrollarán todos los puntos de lubricación del mismo o de sus partes, con indicación de los tipos y cantidades de grasas o aceites que se tienen que emplear.
- Junto a la especificación de engrase de un equipo determinado, se adjuntarán las copias del manual de operación y mantenimiento de suministrador/es del mismo o de sus partes que se refieren al tema de lubricación.
- La ordenación del Manual de Engrase se hará alfabéticamente según la denominación de los equipos.

### 3.3 TOMOS DE EQUIPOS MECANICOS: ORGANIZACION

Este apartado aplica a los tomos de equipos mecánicos (A, B, C, D, E, F, G, H, M, N). (DOCUMENTO Nº 1)

La nomenclatura y la documentación que debe figurar en cada uno de los tomos deben ser coherentes con el Programa de Pruebas Previas a la Recepción Provisional de las EDAR.

La presentación de los tomos se indica en el apartado 3.1. de la presente Normativa.

Los equipos que generan apartado dentro de un tomo, irán listados por orden alfabético, y quedarán reflejados en un índice al comienzo de cada tomo. (MODELO Nº 18)

Para cada uno de los apartados de los tomos del Manual de Operación y mantenimiento se debe de rellenar una primera hoja de acuerdo con el MODELO Nº 19 que facilitará CANAL DE ISABEL II, que sirve para ordenar y controlar la documentación dentro del apartado además para señalar la que se adjunta dentro de cada uno de ellos o para enviar al tomo y al apartado en la que se encuentran.

### 3.4 TOMOS DE INSTRUMENTACION: ORGANIZACION

Este apartado aplica al tomo L, que es: Maniobra, Control y Automatismos.

El esquema organizativo de este tomo es el siguiente:

Después de la primera hoja, copia de la portada correspondiente y de un índice detallado de los apartados que se desarrollan en el tomo I se incluirá:

- o APARTADO 1: Listado de Instrumentos de la Planta. (MODELO Nº 15).
- o APARTADO 2: Una memoria general en la que se describan exhaustiva-mente los criterios seguidos para elaborar el proyecto de maniobra, control y automatismo de la EDAR, con indicación de los datos, características, funcionamiento de cada equipo. Se hará un desglose de los equipos y del funcionamiento, para cada una de las líneas de la planta (agua, fango, gas) y para cada una de las zonas de la misma (Ejemplo: Elevación de Agua Bruta, Pretratamiento, Mezcla, Floculación y Decantación Primaria, etc.), zonas que coinciden aproximadamente con las indicadas en el DOCUMENTO: 1 Tomos de Equipos Mecánicos del Manual de Operación y Mantenimiento.
- o APARTADO 3: Se deben de incluir los lazos de control de la EDAR de acuerdo con el siguiente esquema organizativo:
  - 1. Un índice general con todos los lazos de control de la Depuradora según modelo que facilite CANAL DE ISABEL II. (MODELO Nº 20).
  - 2. Las descripciones de funcionamiento de los lazos de control según modelo vigente de CANAL DE ISABEL II. (MODELO Nº 21).
  - 3. Los esquemas generales de los lazos de control según modelo vigente de CANAL DE ISABEL II. (MODELO Nº 22).
- o APARTADOS SIGUIENTES: Después de un índice ordenado alfabéticamente de los instrumentos de la EDAR, se hará para cada uno de los equipos de instrumentación un apartado con:
  - 1. Catálogos del suministrador,
  - 2. Planos de dimensiones del equipo,
  - 3. Planos de conexiones eléctricas,
  - 4. Instrucciones de uso del instrumento,
  - 5. Instrucciones de equipos auxiliares (si existen),
  - 6. Copia de PROTOCOLO DE CALIBRACION de cada equipo y
  - 7. Lista de repuestos recomendados para dos años valorados.

Los instrumentos irán ordenados alfabéticamente por equipos o por suministradores, según sea el índice.

- o APARTADO FINAL: Listado con Direcciones, Teléfonos y Personas de Contacto de los proveedores del material de instrumentación.

- o DOCUMENTACION DEL SINOPTICO (Plano de Dimensiones, Cuadro de Relés, Aparamenta Eléctrica y Listado de proveedores).
- o DOCUMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO Y/O INFORMATICO.

### 3.5 TOMOS INSTALACIÓN Y EQUIPOS ELECTRICOS: ORGANIZACION

Este apartado aplica a los tomos eléctricos del Manual de Operación y Mantenimiento, con el siguiente alcance:

- o I) Centro de Transformación
- o J) Centros de Control de Motores
- o K) Red de Fuerza y Alumbrado

La presentación de los tomos se indica en el apartado 3.1. de la presente Normativa.

La documentación que se debe de incluir en cada uno de estos tomos es la siguiente:

- o TOMO I: CENTRO DE TRANSFORMACION
  1. Planos de acometida de la línea hasta el Centro de Transformación.
  2. Planos de Obra Civil del Centro de Transformación.
    - Plano de situación del centro de transformación en la EDAR
    - Planos de plantas y alzados, de equipos
    - Planos de canaletas de distribución de cables: trazado y secciones
    - Planos de detalles
  3. Esquema unifilar de alta (con secciones de cables).
  4. Documentación del transformador, celdas y cabinas.
    - Pedidos y anejos técnicos
    - Planos de dimensiones
    - Relación de Materiales
    - Instrucciones de funcionamiento y mantenimiento del centro de transformación (Transformador, Celdas, Cabinas)
    - Catálogos de los proveedores (Aparamenta Eléctrica)
    - Listados de repuestos recomendados para dos años, valorados

- Listados de Direcciones, Teléfonos y Personas de Contacto de los proveedores de la aparamenta eléctrica del Centro de Transformación

#### 5. Cuadro general de distribución:

- Pedidos y anejos técnicos
- Plano de dimensiones
- Distribución de aparatos en el frente de los cuadros
- Distribución de aparatos en el interior de los cuadros
- Diagrama de bloques desde el cuadro de distribución a los C.C.M. y a los cuadros existentes
- Esquemas unifilares cuadro de distribución (con secciones de cables)
- Esquemas unifilares de los C.C.M. o de los cuadros eléctricos existentes (con secciones de cables)
- Esquemas de la acometida del embarrado
- Esquemas de salidas a cuadros secundarios o a regleteros
- Instrucciones de funcionamiento y de mantenimiento del cuadro de distribución
- Relación de materiales del cuadro de distribución
- Catálogo de proveedores de los elementos instalados
- Lista de repuestos recomendados para dos años, valoradas
- Listado de Direcciones, Teléfonos y Personas de Contacto de los proveedores de la aparamenta eléctrica del Cuadro de Distribución

#### o TOMO J: CENTROS DE CONTROL DE MOTORES O CUADROS ELECTRICOS

Para cada C.C.M. o cuadro eléctrico se deberá adjuntar la siguiente documentación:

- Pedidos y anejos técnicos
- Planos de dimensiones generales
- Distribución de aparatos en el frente de los cuadros
- Distribución de aparatos en el interior de los cuadros
- Esquemas unifilares de fuerza
- Esquemas desarrollados (con numeración de bornas)

- Relaciones de materiales
- Catálogos de los proveedores sobre los materiales puestos en los C.C.M.
- Instrucciones de mantenimiento y conservación de los C.C.M.
- Listas de repuestos recomendados valoradas, para dos años de funcionamiento
- Listado de Direcciones, Teléfonos y Personas de Contacto de los proveedores de la aparamenta eléctrica de los Centros de Control de Motores o de los Cuadros Eléctricos

o TOMO K: RED DE FUERZA Y ALUMBRADO

En este tomo debe de adjuntarse la siguiente documentación:

4. Plano o Planos de distribución de los motores en planta, incluyendo secciones de los cables y situación de las setas de accionamiento. (MODELO Nº 23).
  - Planos de canalizaciones eléctricas de fuerza:
    - o Plantas
    - o Secciones con dimensiones de tubos y cables
  - Planos de canalizaciones eléctricas de alumbrado:
    - o Plantas
    - o Secciones con dimensiones de tubos y cables
  - Cuadro general de alumbrado:
    - o Dimensiones generales
    - o Relación de materiales
    - o Esquemas eléctricos
    - o Pedido al proveedor del cuadro y anexos técnicos del mismo
    - o Catálogos generales de los elementos del cuadro
    - o Listado de repuestos recomendados para 2 años de funcionamiento
  - Relación de materiales de las redes de fuerza y alumbrado, del interior y exterior de los edificios:
    - o Pedidos a proveedores y anexos técnicos

- o Catálogos de los suministradores de los equipos y materiales de las redes de fuerza y alumbrado, tanto del interior como del exterior de los edificios, incluso el de mando
- o Listas de repuestos recomendados para dos años de funcionamiento, valoradas
- o Listado de Direcciones, Teléfonos y Persona de Contacto de los suministradores del material eléctrico de las redes de fuerza y alumbrado

#### 4 PLANOS DE EQUIPOS MECANICOS: ORGANIZACION

Además de los planos de localización de los equipos mecánicos que figuran en el Tomo/s de Índices del Manual de Operación y Mantenimiento, se incluirán aquellos planos generales y de detalle que han servido para ejecutar la obra y que sean necesarios para realizar las labores de explotación o de mantenimiento de la Estación Depuradora.

La presentación de los tomos de planos se hará de acuerdo con el punto 3.1 de la presente Normativa, con las siguientes modificaciones:

1. Las portadas y cantoneras de los tomos serán iguales a las normalizadas, sustituyendo el rótulo de Manual de Operación y Mantenimiento por el de Planos de Equipos Mecánicos.
2. La ordenación que figurará en el recuadro de las portadas y cantoneras, para el caso de que exista más de un tomo, será numérica: 1, 2, etc.
3. Existirá un apartado de los planos generales y una serie de apartados sucesivos, de la misma forma que figuran en el DOCUMENTO Nº 1.- Tomos de Equipos Mecánicos del Manual de Operación y Mantenimiento.
4. Delante de cada tomo y de cada apartado irá un índice en el que figuren, con Denominación y número, todos los planos del tomo o del apartado respectivo.
5. Dentro de una zona (Ejemplo: Pretratamiento, Digestión, etc.) los planos se ordenarán de los más generales a los más particulares, es decir:
  - Planos de implantación de equipos y tuberías
  - Planos de alzados y secciones
  - Planos de isométricas (Si existen)
  - Planos de detalle: Pasamuros, etc.
6. Los planos deben ir cogidos por separadores de cartón o en bolsas de plástico. El número máximo de planos que pueden ir en una bolsa es de 2. En este caso los sellos de los planos irán visibles, uno en cada cara de la bolsa.
7. Los cajetines de los planos estarán de acuerdo al modelo vigente de CANAL DE ISABEL II.

## 5 DOCUMENTACION DE CONTROL DE CALIDAD

Este apartado aplica a la Documentación de Control de Calidad, que de acuerdo con el Manual de Control de Calidad se ha generado durante la ejecución de la obra, tanto de la Obra Civil como de los Equipos Mecánicos.

La presentación de los tomos de la Documentación de Control de Calidad se hará de acuerdo con el punto 3.1 de la presente Normativa, con las siguientes modificaciones:

1. Las portadas y cantoneras de los tomos serán iguales a las normalizadas, sustituyendo el rótulo de Manual de Operación y Mantenimiento por los de CONTROL DE CALIDAD: OBRA CIVIL O CONTROL DE CALIDAD: EQUIPOS MECANICOS.
2. La ordenación que figurará en el recuadro de las portadas y cantoneras, para el caso de que exista más de un tomo, será numérica: 1, 2, etc.
3. La documentación, dentro de cada tomo, irá clasificada por orden alfabético. Ejemplo (Agitadores, Bombas Membrana, Bombas Sumergibles, Compuertas, etc.), (Hormigones, Ladrillos, Pavimentos, Suelos).
4. Para cada uno de los apartados de los tomos de Control de Calidad se debe de rellenar una primera hoja de acuerdo al MODELO Nº 24 que facilitará CANAL DE ISABEL II, que sirve para ordenar y controlar la documentación de dicho apartado.
5. El número de copias de la documentación de Control de Calidad se indica en el punto 2 de esta Normativa.

## 6 PROYECTOS VISADOS POR COLEGIOS

Esta documentación aplica a los proyectos eléctricos y mecánicos que ha sido necesario visar en los colegios correspondientes durante la realización de la obra, para conseguir las autorizaciones y dictámenes de los organismos oficiales, tal como se indica en el punto 1 de la presente Normativa.

La presentación de los Proyectos Visados por Colegios se hará de acuerdo con el apartado 3.1 de la presente normativa, con las siguientes modificaciones:

1. Las portadas y cantoneras de los tomos serán iguales a las normalizadas, sustituyendo el rótulo de Manual de Operación y Mantenimiento por los de:
  - DOCUMENTACION OFICIAL: PROYECTO CENTRO TRANSFORMACION
  - DOCUMENTACION OFICIAL: PROYECTO BAJA TENSION
  - DOCUMENTACION OFICIAL: LINEA DE GAS RECIPIENTES A PRESION
2. El número de copias de la documentación: PROYECTOS VISADOS POR COLEGIOS se indica en el punto 2 de esta Normativa y es de 2.



3. Al menos una de las dos copias debe de tener los sellos originales de visado del correspondiente colegio, pudiendo ser la otra una fotocopia de ésta.

## 7 RELACIÓN DE MODELOS QUE CANAL DE ISABEL II FACILITARÁ AL CONTRATISTA

Antes de la elaboración del Manual de Operación y Mantenimiento, de la Documentación de Control de Calidad y de los Proyectos Visados, CANAL DE ISABEL II facilitará los siguientes modelos:

- o MODELO Nº 1.- PORTADA TIPO DE LOS DISTINTOS TOMOS
- o MODELO Nº 2.- CANTONERA TIPO DE LOS DISTINTOS TOMOS
- o MODELO Nº 3.- CAJETIN TIPO DE LOS PLANOS DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
- o MODELO Nº 4.- PARTE DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO (Fase de puesta en marcha de la instalación)
- o MODELO Nº 5.- PARTE DE CAMBIOS DE ACEITE (Fase de puesta en marcha de la instalación)
- o MODELO Nº 6.- PLANO TIPO DE PLANTA GENERAL
- o MODELO Nº 7.- PLANO TIPO DE DIAGRAMA DE FLUJO (Línea de Agua)
- o MODELO Nº 8.- PLANO TIPO DE DIAGRAMA DE FLUJO (Línea de Fango)
- o MODELO Nº 9.- PLANO TIPO DE DIAGRAMA DE FLUJO (Línea de Gas)
- o MODELO Nº 10.- PLANO-TIPO DE IMPLANTACIONES GENERALES DE EQUIPOS (Planos de Implantación de Equipos)
- o MODELO Nº 11.- PLANO-TIPO DE IMPLANTACIONES GENERALES DE EQUIPOS (Planos de Implantación de Compuertas)
- o MODELO Nº 12.- LISTADO POR ORDENADOR DE LOS EQUIPOS DE LA EDAR (Ordenación alfabética según descripción de equipos)
- o MODELO Nº 13.- LISTADO POR ORDENADOR DE LOS EQUIPOS DE LA EDAR (Ordenación alfabética por código de ingeniería)
- o MODELO Nº 14.- LISTADO DE MOTORES (Por Centros de Control de Motores)
- o MODELO Nº 15.- LISTADO DE INSTRUMENTOS
- o MODELO Nº 16.- LISTADO POR ORDENADOR DE PROVEEDORES (Ordenación alfabética)
- o MODELO Nº 17.- MANUAL DE ENGRASE

- o MODELO Nº 18.- INDICES DE UN TOMO (Tomos del Manual de Operación y Mantenimiento)
- o MODELO Nº 19.- PRIMERA HOJA DE TODOS LOS APARTADOS (Apartados de los Tomos del Manual de Operación y Mantenimiento)
- o MODELO Nº 20.- INDICE GENERAL DE LOS LAZOS DE CONTROL
- o MODELO Nº 21.- MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS LAZOS DE CONTROL
- o MODELO Nº 22.- ESQUEMAS GENERALES DE LOS LAZOS DE CONTROL
- o MODELO Nº 23.- PLANOS DE DISTRIBUCION DE MOTORES EN PLANTA
- o MODELO Nº 24.- PRIMERA HOJA DE TODOS LOS APARTADOS (Apartados de los Tomos de Control de Calidad: Equipos Mecánicos)

## DOCUMENTOS

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

Nº DOCUMENTO	TÍTULO
1.	TOMOS DE EQUIPOS MECANICOS DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
2.	CODIGO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS (Criterios para su elaboración)
3.	CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPOS (Clasificación alfabética según código de ingeniería)
4.	CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPOS (Clasificación alfabética según descripción)
5.	CODIGO DE IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

## **DOCUMENTO Nº 1.- TOMOS DE EQUIPOS MECANICOS DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

## DOCUMENTO Nº 1.- TOMOS DE EQUIPOS MECANICOS DEL MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

### 1) PARA UNA PLANTA-TIPO DE DIGESTION AEROBIA:

- A) Elevación de agua bruta
- B) Pretratamiento
- C) Mezcla, floculación y decantación primaria
- D) Dosificación de reactivos
- E) Aireación y decantación secundaria
- F) Bombeo de fangos primarios y biológicos
- G) Digestión aerobia, bombeo de fangos digeridos, espesamiento
- H) Bombeo de fangos espesados y secado
- M) Servicios generales (NOTA 1)
- N) Otros (Tratamiento terciario)

### 2) PARA UNA PLANTA-TIPO DE DIGESTION ANAEROBIA:

- A) Elevación de agua bruta
- B) Pretratamiento
- C) Mezcla, floculación y decantación primaria
- D) Dosificación de reactivos
- E) Aireación y decantación secundaria
- F) Bombeo de fangos primarios, biológicos, espesamiento (gravidad y flotación)
- G) Bombeo de fangos espesados y digestión o incineración
- H) Bombeo de fangos digeridos y secado
- M) Servicios generales (NOTA 1)
- N) Otros (Tratamiento terciario)

NOTA 1: Se incluirán en el tomo de servicios generales la documentación relativa a los siguientes puntos: (Red de agua potable, Red de agua industrial, Red de Aire, Báscula, Extintores, Red de Vaciados y Sobrenadantes, Red de Riego (aspersores), Depósito de propano, Aire acondicionado edificio de mandos, Sinóptico, Telefonía exterior, Emisora, radioteléfonos, pararrayos, Automatización de la Puerta de entrada a la depuradora, caso de que exista).

## **DOCUMENTO Nº 2.- CODIGO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS. (Criterios para su elaboración)**



## DOCUMENTO Nº 2.- CODIGO DE IDENTIFICACION DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS (Criterios para su elaboración)

Cada equipo e instrumento será identificado en la documentación de proyectos según un código alfanumérico compuesto por nueve caracteres:

###	##	##	#
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4

- o GRUPO 1º) Un máximo de cuatro letras según la codificación y definición que figura en hojas adjuntas.
- o GRUPO 2º) Dos números que identifican la localización de cada elemento según el Capítulo presupuestario al que pertenezca (1 al 22). [VER DOCUMENTO Nº 11].
- o GRUPO 3º) Dos números que asignados correlativamente siguiendo los diagramas de instrumento y tuberías, permiten individualizar o particularizar cada elemento.
- o GRUPO 4º) Una letra se distingue a aquellos equipos distintos dentro de los del mismo tipo.

Ejemplo:

CLA-0412-A = Clasificador lavador de arenas.  
Capítulo IV, equipo Nº 12.

## **DOCUMENTO Nº 3.- CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPOS (Clasificación alfabética según código de ingeniería)**

### DOCUMENTO Nº 3 - CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPOS (Clasificación alfabética según código de ingeniería)

CODIGO	DESCRIPCION
A	Agitador
AD	Aerodeslizador para fluidicación
AG	Apagallamas
AT	Antorcha
B	Bomba
BS	Báscula
C	Compuerta
CB	Cuchara bivalva
CD	Contenedor
CG	Cubierta gasométrica
CH	Caldera
CLA	Lavador clasificador de arenas
CP	Compresor
CT	Cinta transportadora
DG	Dosificador gravimétrico
DV	Dosificador volumétrico
F	Filtro
FA	Filtro de aire
FB	Filtro banda
IH	Intercambiador
LZ	Lanzas de agitación
M	Motor eléctrico
MH	Motor hidráulico

P	Puente de rasquetas o succión
PE	Puerta de entrada
PP	Polipasto
PR	Purgador
PS	Prensa de residuos sólidos
QH	Quemador
RA	Reja automática
RM	Reja manual
S	Soplante
SC	Silo
T	Tanque
TA	Tolva
TB	Turbina
TH	Transportador husillo
TR	Transformador
V	Válvula
VD	Vibrador de descarga silos
VE	Ventilador-extractor

## **DOCUMENTO Nº 4.- CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPOS (Clasificación alfabética según descripción)**

## DOCUMENTO Nº 4.- CODIGO PARA IDENTIFICACION DE EQUIPO (Clasificación alfabética según descripción)

CODIGO	DESCRIPCION
AD	Aerodeslizador para fluidicación
A	Agitador
AT	Antorcha
AG	Apagallamas
BS	Báscula
B	Bombas
CH	Caldera
CT	Cinta transportadora
CP	Compresor
C	Compuerta
CD	Contenedor
CG	Cubierta gasométrica
CB	Cuchara bivalva
DG	Dosificador gravimétrico
DV	Dosificador volumétrico
F	Filtro
FA	Filtro de aire
FB	Filtro banda
IH	Intercambiador
LZ	Lanzas de agitación
CLA	Lavador clasificador de arenas
M	Motor eléctrico
MH	Motor hidráulico
PP	Polipasto

PS	Prensa de residuos sólidos
P	Puente de rasquetas o succión
PE	Puerta de entrada
PR	Purgador
QH	Quemador
RA	Reja automática
RM	Reja manual
SC	Silo
S	Soplante
T	Tanque
TA	Tolva
TR	Transformador
TH	Transportador husillo
TB	Turbina
V	Válvula
VE	Ventilador-extractor
VD	Vibrador de descarga de silos



## DOCUMENTO Nº 5.- CODIGO DE IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

## DOCUMENTO Nº 5.- CODIGO DE IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS

### ANALIZADOR

A	.....	Analizador
AAH	.....	Alarma de alta del analizador
AAL	.....	Alarma de baja del analizador
AR	.....	Registrador del analizador
AIC	.....	Indicador controlador del analizador
ATI	.....	Transmisor indicador del analizador

### CAUDAL

FI	.....	Indicador del caudal
FAL	.....	Alarma de caudal bajo
FAH	.....	Alarma de caudal alto
FE	.....	Elemento primario del caudalímetro
FEM	.....	Medidor magnético de caudal
FES	.....	Medidor ultrasónico de caudal
FEV	.....	Medidor vortex de caudal
FO	.....	Placa de orificio para medida de caudal
FER	.....	Rotámetro para medida de caudal
FQ	.....	Totalizador de caudal
FQAH	.....	Alarma de alta del totalizador de caudal
FQAL	.....	Alarma de baja del totalizador de caudal
FQR	.....	Registrador del totalizador de caudal
FRC	.....	Registrador controlador de caudal
FR	.....	Registrador de caudal
FT	.....	Transmisor de caudal
FSL	.....	Interruptor de caudal bajo

FSH ..... Interruptor de caudal alto

FV ..... Válvula de control de caudal

## NIVEL

Sustitúyase la letra F de la lista anterior (situada en primer lugar) por la letra L.

LC ..... Controlador ciego de nivel

LG ..... Indicador de nivel de vidrio

## PAR

Sustitúyase la letra F, situada en primer lugar, en la lista anterior, por la letra N.

## PESO

Sustitúyase las F ó P de las listas anteriores, y situadas en primer lugar, por la letra W.

## pH

Sustitúyase la letra F, situada en primer lugar, en la lista anterior, por las siglas pH.

## PRESION

Sustitúyase la letra F, situada en primer lugar, en la lista anterior, por la letra P.

PDI ..... Indicador de presión diferencial

PDS ..... Interruptor de presión diferencial

PCV ..... Válvula autorreguladora de presión

PI ..... Manómetro

PR ..... Regulador de presión

PSE ..... Disco de ruptura

PSV ..... Válvula de seguridad

## TEMPERATURA

Sustitúyase las F ó P de las listas anteriores, y situadas en primer lugar, por la letra T.

TI ..... Termómetro

TJR ..... Registrador múltiple de temperatura con selección automática

## OTROS

XV	.....	Válvula accionada por válvula solenoide
XY	.....	Válvula solenoide
Y	.....	Convertidor de señal

## **ANEJO Nº 25.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA**

## INDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR .....</b>	<b>3</b>
2.1	Proyecto de liquidación .....	3
2.1.1	Memoria descriptiva del funcionamiento de la instalación .....	3
2.1.2	Anejo y cálculos .....	3
2.1.3	Presupuesto de liquidación según indicaciones del director de obra.....	3
2.2	Documentación final de obra ejecutada para la actualización del GIS de Canal de Isabel II.....	4
2.2.1	Descripción de atributos a facilitar del modelo de datos de abastecimiento5	
2.2.2	Descripción de atributos a facilitar para el modelo de datos de saneamiento17	
2.2.3	Descripción de atributos a facilitar del modelo de datos de Regenerada ...	22
2.3	Manual de Operación y Mantenimiento (MOM) .....	32
2.3.1	Descripción de infraestructura general.....	32
2.3.2	Descripción de la infraestructura de procesos.....	38
2.4	Documentación de Calidad.....	44
2.4.1	Inspecciones de equipos en taller de fabricante.....	44
2.4.2	Inspecciones en planta .....	44
2.4.3	Certificados y otros informes .....	44
2.4.4	Fichas técnicas de los equipos finalmente suministrados .....	45
2.5	Documentación de Puesta en Marcha .....	45
2.5.1	Pruebas y ensayos .....	45
2.6	Legalizaciones .....	46
2.6.1	Inscripción en el Registro Industrial, en caso de nueva instalación. ....	46
2.6.2	Instalaciones de Baja Tensión .....	47
2.6.3	Instalaciones de Alta Tensión.....	47
2.6.4	Instalaciones de almacenamiento de productos petrolíferos para uso propio (ITC-MI-IP-03) .....	47
2.6.5	Instalaciones de almacenamiento de gases licuados de petróleo (GLP) .....	48
2.6.6	Instalaciones de almacenamiento de productos químicos .....	48
2.6.7	Instalaciones receptoras de gas .....	48
2.6.8	Instalaciones de aparatos a presión .....	49
2.6.9	Instalaciones de protección contra incendios en industrias .....	49
2.6.10	Instalaciones de climatización y agua caliente sanitaria (Pot. Térmica > 5 Kw) .....	49
2.7	Lista de comprobación de documentación .....	50
2.8	Extracto de documentos .....	50
<b>3</b>	<b>ANEXO 01 .....</b>	<b>50</b>

## **1 OBJETO**

El objeto del presente documento es definir la documentación que obligatoriamente deberá entregar el Contratista de la obra a Canal de Isabel II antes de la finalización del contrato.

## **2 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR**

El contratista elaborará y entregará 6 documentos distintos en función de la instalación, a saber:

1. Proyecto de liquidación
2. Documentación final de obra ejecutada para la actualización del GIS de Canal de Isabel II
3. Manual de Operación y mantenimiento
4. Documentación de Calidad
5. Documentación de Puesta en Marcha generada durante la instalación
6. Proyectos de Legalización de las distintas instalaciones que lo hayan precisado

Además, se adjunta en el presente anejo dos listados para el control de la documentación, que igualmente serán completados y entregados a la Dirección de Obra:

- o Lista de comprobación de documentación
- o Extracto de la lista de comprobación.

### **2.1 Proyecto de liquidación**

El proyecto de liquidación que explicará los cambios habidos respecto al proyecto original y todos los documentos, incluidos anejos de cálculos y presupuesto. Justificarán y reflejarán la obra realmente ejecutada.

El proyecto se dividirá en los siguientes documentos:

#### **2.1.1 Memoria descriptiva del funcionamiento de la instalación**

Con resumen del proyecto de liquidación, incluyendo el objeto del mismo y una breve descripción de los elementos principales de la obra ejecutada, que aparecen en los planos del proyecto de liquidación.

#### **2.1.2 Anejo y cálculos**

#### **2.1.3 Presupuesto de liquidación según indicaciones del director de obra**

La colección de planos recogerá la obra realmente ejecutada y particularmente incluirá las siguientes colecciones de planos actualizados tras la puesta en marcha:



- Obra civil.
- Implantación de equipos electromecánicos.
- Diagramas funcionales.
- Esquemas eléctricos y de control.

**A continuación se describen una serie de criterios de representación aplicables a los planos de cada uno de los documentos que se describen en este documento:**

- 1) El unifilar general de la instalación dispondrá de las características de placa de cada equipo, las protecciones principales y las secciones de los cables de fuerza, material y referencia del fabricante. Para el caso de bombes su alcance llegará a CCM's y cuadros secundarios, y en el caso de elevadoras representará los elementos existentes desde el punto de conexión de la compañía hasta motores principales y resto de cargas. Incluirá leyenda con simbología según IEC y código ANSI para las protecciones representadas. Incluirá cajetín con fecha y objeto de las revisiones sucesivas. Las características de placa que como mínimo deben figurar junto a los equipos principales serán:
  - Transformadores de potencia: Tensión primaria y regulación. Potencia ONAN. Tensión secundaria. Grupo de Conexión. Ucc %.
  - Motores: Potencia. Tensión. Intensidad. Factor de Potencia.
  - Condensadores: Tensión. Potencia.
- 2) Los esquemas unifilares de los cuadros incluirán su correspondiente leyenda y especificará en cada carga/línea su potencia, intensidad, caída de tensión, canalización, protecciones con su rango de regulación y la regulación realizada, tipo de aislamiento de cables y material conductor, sección, número de conductor e intensidad máxima, tipo de curva, según UNE-EN 60617 (CEI 617).
- 3) Los Esquemas desarrollados incluirán su correspondiente hoja de simbología y se harán según UNE EN 60617 (CEI 617) con ordenación del plano en filas y columnas, referencias de continuidad, numeración de bornas, numeración de cables, especificaciones de contactos de relés de maniobra y relés auxiliares con número de contactos NA o NC, referencia de cada contacto y referencia de plano en el cual aparece cada uno de ellos.

## **2.2 Documentación final de obra ejecutada para la actualización del GIS de Canal de Isabel II**

Toda obra ejecutada por un tercero o por el propio Canal de Isabel II ha de tener asociada una documentación gráfica de final de obra que defina exactamente y con detalle la obra real finalmente ejecutada, y su relación con el resto de instalaciones ya existentes en la zona.

Cuando cualquier obra finalice, el adjudicatario ha de preparar la siguiente documentación para su entrega al Área de Cartografía y GIS, de tal forma que con ella pueda reflejarse en el sistema de información geográfica de Canal de Isabel II la situación final de las instalaciones:

- Ficha resumen de la obra: título del proyecto, municipio, código de la obra, instalador, fecha de instalación
- Ficha resumen con inventario de todos los elementos que se hayan instalado y se hayan dado de baja.
- Plano de planta de la instalación suprimida si es que la hubiera.
- Planos de planta y perfil en formato digital y en coordenadas absolutas de la obra realizada. En ellos deberán reflejarse todos y cada uno de los elementos instalados.
- Características alfanuméricas de los elementos, con toda la información que viene descrita a continuación para cada una de las distintas redes (abastecimiento, saneamiento y agua regenerada). Cuando aparece un asterisco “\*”, el valor deberá corresponderse con uno de los existentes entre paréntesis.
- Esquemas de detalles de elementos singulares como pueden ser las EBAR, depósitos, tanques de tormenta, aliviaderos...

### 2.2.1 Descripción de atributos a facilitar del modelo de datos de abastecimiento

A continuación se describe la información que se debe de facilitar acerca de los elementos que conforman la red de abastecimiento:

#### 1. Acometida

- Contrato o punto de acometida
- Diámetro (mm)
- Material\* (acero, caña, cobre, fibrocemento, fundición dúctil, fundición gris, plomo, polietileno, PVC)

#### 2. Tubo

- Material\* (acero, caña, fibrocemento, fundición gris, fundición dúctil, fibra de vidrio, hormigón armado, hormigón armado con camisa de chapa, hormigón pretensado, polietileno, pvc, rehabilitado con polietileno)
- Ubicación\* (enterrada, galería del ayuntamiento, galería de Canal, galería privada, otras galerías, hincas, superficie, tubería de aspiración, tubería de impulsión)
- Estado del agua\* (tratada, bruta, subterránea)
- Diámetro nominal (mm)
- Presión nominal (atm)

#### 3. Bomba

- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Tipo de bomba\* (cámara partida, eje horizontal, sumergible, booster, otros - especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Velocidad (rpm)
- Potencia (kw)
- Velocidad variable\* (si, no)
- Altura manométrica (m)
- Caudal (l/s)

#### 4. Calderín

- Tipo calderín\* (hidráulico, neumático, hidroneumático)
- Diámetro de entrada al calderín (mm)

#### 5. Caudalímetro

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Tipo\* (electromagnético, hélice, ultrasonidos, otros – especificar)
- Código Telecontrol
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

## 6. Clorador

- Tipo\* (cloramina, cloro)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

## 7. Compuerta Canal

- Anchura (mm)
- Accionamiento\* (cadenas, motorizada, otros – especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

## 8. Contador

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Tipo\* (Chorro único, Chorro múltiple, Waltman, otros – especificar)
- Diámetro (mm)
- Código Telecontrol
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

## 9. Desagüe

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Clase de válvula\* (compuerta, mariposa, esférica, otros – especificar)

- Acometido\* (SI, NO)
- Diámetro (mm)
- Dos Válvulas\* (SI, NO)
- Clase válvula 2\* (compuerta, mariposa, esférica, otros – especificar)
- Marca Válvula 2
- Modelo Válvula 2
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 10. Dispositivo de Purga

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Clase válvula\* (compuerta, esférico, otros – especificar)
- Acometido\* (SI, NO)
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 11. Entrada de hombre

- Profundidad (m)
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 12. Filtro

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Tipo\* (de cuerpo recto, en Y, especial, otros – especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

### 13. Fuente

- Tipo\* (ornamental, consumo, otros – especificar)
- Recicla el agua\* (SI, NO)
- Diámetro (mm)

### 14. Hidrante

- Profundidad llave (m)
- Marca
- Modelo
- Tipo\* (columna, enterrado, otros – especificar)
- Diámetro (mm)
- Marca Válvula
- Modelo Válvula
- Clase válvula\* (compuerta, mariposa, esférico, cónico, otros – especificar)
- Diámetro válvula (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

### 15. Injerto boca de riego

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Tipo\* (aspersor, boca, serie, otros – especificar)

16. Muestreo Fijo

- Tipo\* (EOM, Grifo, otros – especificar)
- ID Laboratorio

17. Nudo

- Tipo\* (Testero, cambio de antigüedad, cambio de sección, cambio de material, entrada depósito, salida depósito)
- Profundidad (m)

18. Pozo de captación

- Profundidad Entubación(m)
- Capacidad máxima de bombeo (l/s)
- Nombre Pozo
- Campo de Pozos

19. Punto de medida

- Tipo\* (manómetro, toma, carrete, otros – especificar)
- Diámetro (mm)
- Profundidad (m)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras



galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

- Código Telecontrol

#### 20. Válvula de alivio

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 21. Válvula de chorro hueco

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Motorizada \* (SI, NO)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 22. Válvula de corte

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Estado válvula\* (Abierta, Cerrada, Divisoria, Parcialmente Abierta)
- Diámetro (mm)

- Clase Válvula \*(compuerta, mariposa, esférico, otros – especificar)
- Motorizada\* (SI, NO)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Presión nominal (atm)

#### 23. Válvula llenado de depósito

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Clase de válvula\* (flotador, altitud, otras – especificar)
- Presión de entrada (m.c.a.)
- Presión de salida (m.c.a.)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 24. Válvula reguladora de presión

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Presión entrada (m.c.a.)
- Presión salida (m.c.a.)
- Presión nominal (atm)

- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Clase válvula\* (acción directa, circuito piloto, otros – especificar)

#### 25. Válvula de retención

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Clase\* (clapeta, dispositivo amortiguador, otros – especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Presión nominal (atm)

#### 26. Válvula de sobrevelocidad

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Velocidad máxima (m/s)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Clase válvula\* (brazo, accionador oleohidráulico, otros – especificar)
- Presión nominal (atm)

#### 27. Ventosa

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Clase ventosa\* (monofuncional, bifuncional, trifuncional, otros – especificar)
- Mecanismo ventosa\* (una bola, dos bolas, cilindro, contrapeso, otros – especificar)
- Clase válvula\* (compuerta, mariposa, esférica, otros – especificar)
- Marca válvula
- Modelo válvula
- Diámetro válvula (mm)
- Toma presión\* (SI, NO)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

28. Entrada hombre galería

- Acceso Galería\* (escalera, pates, otros – especificar)
- Largo (m)
- Ancho (m)

29. Entrada material galería

- Acceso Galería\* (escalera, pates, otros – especificar)
- Número Cobijas
- Largo (m)
- Ancho (m)

30. Canal

- Capacidad transporte (m<sup>3</sup>/s)

- Material\* (fábrica de ladrillo, hormigón armado, mortero de cemento, otros – especificar)
- Revestimiento\* (enfoscado, pintura, otros – especificar)
- Estado del agua\* (tratada, bruta, subterránea)

31. Almenara

- Estación aforo\* (si, no)
- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

32. Cámara de Abastecimiento

- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

33. Cámara de Rotura

- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

34. Depósito

- Volúmen (m<sup>3</sup>)
- Cota solera (m)
- Ubicación depósito\* (elevado, enterrado, superficie, semienterrado)
- Estado agua\* (tratada, bruta, subterránea)
- Número compartimentos
- Lámina máxima (m)
- Lámina vertido (m)
- Lámina mínima (m)

- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)
- Nombre

35. Estación de bombeo

- Cota aspiración (m)
- Nombre
- Caudal de bombeo (l/s)
- Altura manométrica (m)
- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

36. Estación tratamiento agua potable

- Nombre
- Capacidad proyectada (m<sup>3</sup>/s)
- Capacidad máxima (m<sup>3</sup>/s)
- Fecha puesta en servicio
- Número decantadores
- Tipo decantadores\* (Accelerator, estáticos, lamelares, lecho pulsado, otros - especificar)
- Número de filtros
- Superficie total filtros (m<sup>2</sup>)
- Ozono\* (SI, NO)
- Filtros CAG\* (SI, NO)

37. Sifón

- Nombre

### 38. Acueducto

- Nombre

## 2.2.2 Descripción de atributos a facilitar para el modelo de datos de saneamiento

A continuación se describe la información que se debe de facilitar acerca de los elementos que conforman la red de saneamiento:

### 1. Acometida

- Material\* (acero, fábrica de ladrillo, fibrocemento, fundición, fundición dúctil, gres, hormigón en masa, hormigón armado, poliéster, polietileno, polietileno estructurado, PVC, PVC estructurado, polipropileno, termoplástico, poliéster reforzado con fibra de vidrio, otros – especificar)
- Cota inicio (m)
- Cota fin (m)
- Trasdós\* (si, no)
- Resalto (m)
- Pendiente %
- Bombeo\* (si, no)
- Antirretorno\* (si, no)
- Alto/Diámetro (m)
- Ancho (m) (En caso de sección no circular)
- Tipo sección\* (circular, galería, ovoide, rectangular, otros – especificar)

### 2. Aliviadero

- Altura labio (m)
- Longitud labio (m)
- Cota labio(m)
- Cota solera (m)
- Tipología\* (labio, pozo, otros – especificar)
- Espesor labio (cm)
- Nº Labios



### 3. Arqueta de rotura

- Profundidad (m)
- Ancho (m)
- Largo (m)
- Material\* (anillos prefabricados, fábrica de ladrillo, fábrica de ladrillo enfoscado, hormigón, otro – especificar)
- Tipo de tapa\* (apoyada, bisagra, giro, otro – especificar)
- Material tapa\* (chapa, fábrica de ladrillo, fábrica de ladrillo enfoscado, fundición dúctil, hormigón, otros – especificar)
- Forma tapa\* (circular, cuadrada, rectangular, otros – especificar)
- Cota (m)
- Ancho tapa (cm)
- Largo tapa (cm)

### 4. Colector

- Tipo\* (alcantarillado urbano, colector según decreto 170/98, emisario según decreto 170/98, ramal de desagüe, ramal de imbornal, emisario de vertido)
- Tipo de agua\* (unitaria, separativa pluviales, separativa negras, otros - especificar)
- Tipo de sección\* (circular, galería, ovoide, rectangular, otros – especificar)
- Tipo de galería\* (clave recta, clave en arco, otros – especificar)
- Tipo de solera\* (tipo A, tipo B, tipo C, tipo D, tipo E, tipo F, otros - especificar)
- Material\* (acero, fábrica de ladrillo, fibrocemento, fundición, fundición dúctil, gres, hormigón en masa, hormigón armado, poliéster, polietileno, polietileno estructurado, polipropileno, PRFV, PVC, PVC estructurado, termoplástico)
- Cota inicio (m)
- Cota fin (m)
- Pendiente %
- Alto correaguas (m)
- Ancho correaguas (m)

- Ancho andén 1 (m)
- Ancho andén 2 (m)
- Diámetro/Alto (m)
- Ancho (m) (En caso de sección no circular)
- Profundidad inicio (m)
- Profundidad fin (m)

#### 5. EBAR (Estación de bombeo)

- Nombre
- Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/h)
- Bombas aislables\* (si, no)
- Potencia contratada (kw)
- Altura manométrica (m)
- Tipo desodorización
- Polipasto
- Grupo electrógeno\* (si, no)
- Cuchara de extracción\* (si, no)
- Número de bombas
- Tipo de bombas\* (en seco, sumergidas, tornillo de Arquímedes)

#### 6. EDAR

- Nombre
- Fecha inicio servicio
- Habitantes equivalentes diseño
- Caudal máximo pretratamiento (m<sup>3</sup>/d)
- Caudal biológico (m<sup>3</sup>/d)

#### 7. Galería de acceso

- Tipología\* (clave recta, clave en arco, otros – especificar)

- Longitud (m)
- Altura (m)
- Anchura (m)
- Desnivel (m)
- Salto (m)
- Referencia salto\* (cuna, andén)

#### 8. Imbornal

- Tipo\* (buzón, rejilla, rejilla continua, otros – especificar)
- Profundidad (m)
- Material\* (fundición, prefabricado, otros – especificar)
- Forma\* (cuadrada, rectangular, otros – especificar)
- Ancho rejilla (cm)
- Largo rejilla (cm)
- Ancho paso (m)
- Cota (m)

#### 9. Pozo

- Tipo\* (acceso extraordinario red visitable, pozo acceso red visitable, registro red tubular, entrada de material, otros – especificar)
- Material\* (anillos prefabricados, fábrica de ladrillo, fábrica de ladrillo enfoscado, fundición, hormigón, otros – especificar)
- Tipo de agua\* (unitaria, separativa pluviales, separativa negras, otros - especificar)
- Cota (m)
- Profundidad (m)
- Dimensión 1 (m) Diámetro/Ancho
- Dimensión 2 (m) Largo
- Material tapa\* (chapa, fundición dúctil, fundición gris, hormigón, otros – especificar)

- Forma tapa\* (circular, cuadrada, rectangular, otros – especificar)
- Tipo tapa\* (apoyada, bisagra, giro, otros – especificar)
- Profundidad (m)
- Diámetro/Ancho (m)
- Largo (m) (Cuando la sección del pozo no es circular)
- Ancho tapa (m)
- Largo tapa (m)
- Profundidad arenero (m)
- Partidor\* (si, no)
- Pates\* (si, no)
- Material pates\* (chapa, fundición dúctil, fundición gris, hormigón, polietileno, otros – especificar)
- Resalto con trasdós\* (si, no)
- Diámetro trasdós (m)

10. Punto de vertido

- Tipo\* (aletas, directo, otros – especificar)
- Cota vertido (m)
- Reja\* (SI, NO)
- Autorizado\* (SI, NO)

11. Ventosa de saneamiento

12. Instrumento de medida

- Tipo\* (caudalímetro, limnómetro, pluviómetro, sonda de conductividad, sonda multiparamétrica, sonda de oxígeno disuelto, sonda de ph, sonda de temperatura, toma muestra)

13. Rápido

- Tipo\* (gola, escalera, otros – especificar)

- Longitud (m)
- Nº escalones
- Ancho escalón (m)
- Alto escalón (m)

14. Cámara descarga

- Profundidad (m)
- Ancho (m)
- Largo (m)

15. Tanque de tormentas

- Nombre
- Tipo
- Función
- Volumen (m<sup>3</sup>)
- Profundidad (m)
- Nº compartimentos
- Sistema limpieza
- Regulación caudal
- Clase\* (en línea, fuera de línea)
- Caudal bombeo (m<sup>3</sup>/h)
- Grupo electrógeno\* (si, no)

### 2.2.3 Descripción de atributos a facilitar del modelo de datos de Regenerada

A continuación se describe la información que se debe de facilitar acerca de los elementos que conforman la red de agua regenerada:

1. Acometida

- Contrato o punto de acometida
- Diámetro (mm)

- Material\* (acero, caña, cobre, fibrocemento, fundición dúctil, fundición gris, plomo, polietileno, PVC)

## 2. Tubo

- Material\* (acero, caña, fibrocemento, fundición gris, fundición dúctil, fibra de vidrio, hormigón armado, hormigón armado con camisa de chapa, hormigón pretensado, polietileno, pvc, rehabilitado con polietileno)
- Ubicación\* (enterrada, galería del ayuntamiento, galería de Canal, galería privada, otras galerías, hincas, superficie, tubería de aspiración, tubería de impulsión)
- Diámetro nominal (mm)
- Presión nominal (atm)

## 3. Bomba

- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Tipo de bomba\* (cámara partida, eje horizontal, sumergible, booster, otros - especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Velocidad (rpm)
- Potencia (kw)
- Velocidad variable\* (si, no)
- Altura manométrica (m)
- Caudal (l/s)

## 4. Calderín

- Tipo calderín\* (hidráulico, neumático, hidroneumático)
- Diámetro de entrada al calderín (mm)

## 5. Caudalímetro

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Tipo\* (electromagnético, hélice, ultrasonidos, otros – especificar)
- Código Telecontrol
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 6. Contador

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Tipo\* (Chorro único, Chorro múltiple, Waltman, otros – especificar)
- Diámetro (mm)
- Código Telecontrol
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 7. Desagüe

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Clase de válvula\* (compuerta, mariposa, esférica, otros – especificar)
- Acometido\* (SI, NO)
- Diámetro (mm)



- Dos Válvulas\* (si, no)
- Clase válvula 2\* (compuerta, mariposa, esférica, otros – especificar)
- Marca Válvula 2
- Modelo Válvula 2
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 8. Dispositivo de Purga

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Clase válvula\* (compuerta, esférico, otros – especificar)
- Acometido\* (SI, NO)
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 9. Entrada de hombre

- Profundidad (m)
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 10. Filtro

- Profundidad (m)
- Marca

- Modelo
- Diámetro (mm)
- Tipo\* (de cuerpo recto, en Y, especial, otros – especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 11. Hidrante

- Profundidad llave (m)
- Marca
- Modelo
- Tipo\* (columna, enterrado, otros – especificar)
- Diámetro (mm)
- Marca Válvula
- Modelo Válvula
- Clase válvula\* (compuerta, mariposa, esférico, cónico, otros – especificar)
- Diámetro válvula (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 12. Injerto boca de riego

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras

galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

- Tipo\* (aspersor, boca, serie, otros – especificar)

#### 13. Muestreo Fijo

- Tipo\* (EOM, Grifo, otros – especificar)
- ID Laboratorio

#### 14. Nudo

- Tipo\* (Testero, cambio de antigüedad, cambio de sección, cambio de material, entrada depósito, salida depósito)
- Profundidad (m)

#### 15. Punto de medida

- Tipo\* (manómetro, toma, carrete, otros – especificar)
- Diámetro (mm)
- Profundidad (m)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 16. Válvula de alivio

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 17. Válvula de chorro hueco

- Profundidad (m)

- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Motorizada \* (SI, NO)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 18. Válvula de corte

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Estado\* (Abierta, Cerrada, Divisoria, Parcialmente Abierta)
- Diámetro (mm)
- Clase Válvula \* (compuerta, mariposa, esférico, otros – especificar)
- Motorizada\* (SI, NO)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Presión nominal (atm)

#### 19. Válvula llenado de depósito

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Clase de válvula\* (flotador, altitud, otras – especificar)
- Presión de entrada (m.c.a.)

- Presión de salida (m.c.a.)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

#### 20. Válvula reguladora de presión

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Presión entrada (m.c.a.)
- Presión salida (m.c.a.)
- Presión nominal (atm)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Clase válvula\* (acción directa, circuito piloto, otros – especificar)

#### 21. Válvula de retención

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Clase\* (clapeta, dispositivo amortiguador, otros – especificar)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

- Presión nominal (atm)

## 22. Válvula de sobrevelocidad

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Velocidad máxima (m/s)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)
- Clase válvula\* (brazo, accionador oleohidráulico, otros – especificar)
- Presión nominal (atm)

## 23. Ventosa

- Profundidad (m)
- Marca
- Modelo
- Diámetro (mm)
- Clase ventosa\* (monofuncional, bifuncional, trifuncional, otros – especificar)
- Mecanismo ventosa\* (una bola, dos bolas, cilindro, contrapeso, otros – especificar)
- Clase válvula\* (compuerta, mariposa, esférica, otros – especificar)
- Marca válvula
- Modelo válvula
- Diámetro válvula (mm)
- Toma presión\* (SI, NO)
- Ubicación\* (acueducto, almenara, armario, arqueta, cámara abastecimiento, cañón, caseta, depósito, enterrada, estación bombeo abastecimiento, galería de

Fomento, galería del Ayuntamiento, galería de CYII, galería privada, otras galerías, pozo, sifón, superficie, tramo canal, tubería aspiración, tubería impulsión, exterior depósito, cámara rotura)

24. Entrada hombre galería

- Acceso Galería\* (escalera, pates, otros – especificar)
- Largo (m)
- Ancho (m)

25. Entrada material galería

- Acceso Galería\* (escalera, pates, otros – especificar)
- Número Cobijas
- Largo (m)
- Ancho (m)

26. Cámara

- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

27. Cámara de Rotura

- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

28. Depósito

- Volúmen (m<sup>3</sup>)
- Cota solera (m)
- Ubicación depósito\* (elevado, enterrado, superficie, semienterrado)
- Número compartimentos
- Lámina máxima (m)
- Lámina vertido (m)



- Lámina mínima (m)
- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)
- Nombre

#### 29. Estación de bombeo

- Cota aspiración (m)
- Nombre
- Caudal de bombeo (l/s)
- Altura manométrica (m)
- Largo (m)
- Ancho (m)
- Alto (m)

### 2.3 Manual de Operación y Mantenimiento (MOM)

En este documento se recogerá la siguiente información:

#### 2.3.1 Descripción de infraestructura general

Donde se detallará:

- o Memoria descriptiva de la instalación con variables críticas y alternativas de funcionamiento.(Mismo documento que el reflejado en el punto 2.1.1)
- o Todos los detalles que a juicio del contratista sean importantes para realizar de forma adecuada la explotación.
- o En el caso de elevadoras, se elaborará una hoja resumen con los equipos principales y su nº de serie, fabricante, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía y teléfono de contacto de asistencia técnica, así como el extracto de las instrucciones específicas de mantenimiento en situación de parada prolongada.
- o Planos. (Mismo documento que el definido en el 2.1.3). Serán de especial importancia los siguientes:
  - Implantación donde se reflejen: la planta y alzado de los edificios de los equipos principales, plano de la red de tierras, protección contra incendios con situación

de los extintores instalados. Detalle de arquetas, cámaras, sala de válvulas y de bombas.

- Diagramas de bloques de los principales procesos de la instalación (agua, fangos, aire comprimido, amoníaco, cloro, etc.) en los que se indiquen la instrumentación clave y los parámetros principales de cada bloque (caudales, cargas másicas, presiones, etc.)
- Esquemas unifilares (Mismo documento que el definido en el 2.1.3). La representación de los procesos y esquemas unifilares se intentará representar en un único plano siendo el tamaño máximo permitido DIN A1.

Asimismo, se desarrollará pormenorizadamente y en puntos independientes cada uno de los siguientes apartados:

#### **2.3.1.1 Centro de Transformación y Centro de Seccionamiento**

- o Listado de equipos ordenados por código de ingeniería detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía y contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ajustes de protecciones, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado.
- o Listado con ajustes de protecciones de cabinas de media tensión.
- o Listado con ajustes de protecciones de cada transformador de potencia. (relé Buchholz, nivel, temperatura...)
- o Planos:
  - Índice de planos.
  - Hoja de simbología según UNE EN 60617 (CEI 617) y funciones de protección según ANSI.
  - Planos de acometida de la línea hasta el centro de seccionamiento-centro de transformación (CS-CT) señalando tipo de aislamiento y material conductor, así como sección de cables.
  - Planos de obra civil de CS-CT incluyendo plano de situación en la implantación.
  - Planos de planta y alzados de equipos interiores (transformadores, cabinas, cuadros de seccionamiento en baja tensión, sistema de alimentación auxiliar, etc.).
  - Planos de canaletas de distribución de cables en MT y BT (planta y secciones) señalando tipo y sección de cables, y planos de detalle.
  - Plano de fuerza y alumbrado de baja tensión del CS-CT.

- Plano de sistema de extinción de incendios, señalando en el mismo características de los medios instalados.
  - Plano de tierras de protección y servicio, con señalización de puentes de desconexión de ambas tierras, así como la de masas de utilización..
  - Esquema unifilar de alta tensión según UNE EN 60617 (CEI 617), señalando tipo de aislamiento y material conductor así como sección de cables.
- o Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento (MOM) de cabinas, transformadores, seccionadores de baja, sistema auxiliar de alimentación y cualquier otro equipo del CS-CT.
  - o Informe de ensayos individuales, de tipo y especiales de los transformadores de potencia.
  - o Informe de desclasificación de transformadores a partir del espectro de armónicos generados por los variadores en el caso más desfavorable.
  - o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
  - o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
  - o Repuestos suministrados y valorados.
  - o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
  - o Hoja de datos del fabricante de los transformadores de potencia.
  - o Hoja de datos del fabricante de los transformadores TI y TT, tanto de protección como de medida (en AT y BT).

#### **2.3.1.2 Cuadro General de Distribución (CGD) y cuadros de alumbrado interiores y exteriores**

- o Listado de cuadros ordenados alfabéticamente por código de ingeniería, detallando: fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía y contacto de la asistencia técnica, descripción funcional del equipo, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características del cuadro en caso de no existir ésta.
- o En el CGD:
  - Descripción de enclavamientos entre disyuntores automáticos de transformadores de potencia y disyuntor de grupo electrógeno.
  - Descripción de enclavamientos de los disyuntores de baja tensión de los transformadores de potencia con cabinas de media tensión y apertura de celdas de transformadores de potencia.
  - Listado de configuración de los parámetros de variadores, arrancadores y todos los relés programables del cuadro, de haberlos.

- Planos:
  - Índice de planos.
  - Hoja de simbología según UNE EN 60617 (CEI 617) y funciones de protección según ANSI.
  - Planos de acometida de la línea hasta el cuadro general de distribución (CGD) señalando tipo de aislamiento y material conductor, así como sección de cables.
  - Dimensiones generales.
  - Distribución de aparamenta en el frente de los cuadros.
  - Distribución de aparamenta en el interior de los cuadros.
  - Esquemas unifilares de fuerza y desarrollados (mismo documento que el definido en el 2.1.3)
- o Lista de materiales ordenada alfabéticamente con descripción funcional del equipo, marca, tipo y ajustes de puesta en marcha.
  - o Catálogos del fabricante de la aparamenta con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de los cuadros.
  - o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
  - o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
  - o Repuestos suministrados y valorados.
  - o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
  - o Justificación del cumplimiento de THDv, IHDv eIHDi en el punto de acoplamiento común (PCC, barras del CGD) según IEEE 519:1992, cuando las cargas no lineales sean mayores del 40% de la potencia total simultánea.
  - o Justificación de la tensión de condensadores correctores del factor de potencia y de la frecuencia de sintonización del filtro antiarmónicos de la batería, si procede, cuando las cargas no lineales sean mayores que el 25 % de la potencia nominal del transformador.

#### **2.3.1.3 Red de fuerza y alumbrado**

- o Fuerza exterior:
  - Planos de distribución de tomas de corriente en exterior e identificación del circuito del que dependen señalando también setas de accionamiento de tenerlas.
  - Planos de canalizaciones eléctricas de fuerza exteriores con secciones de las mismas y tipo, número y sección de conductores.

- Plano de ubicación física de cada uno de los cuadros de toda la instalación.

o Alumbrado exterior:

- Planos de canalizaciones eléctricas de alumbrado exterior con secciones de las mismas.
- Plano de puntos de iluminación numerados con ubicación de células solares e identificación del circuito del que dependen.
- Listado de puntos de iluminación por orden numérico especificando dimensiones de báculos, tipo de luminaria y tipo de lámpara.

Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada tipo distinto de báculos, luminarias, lámparas y células solares.

o Alumbrado y fuerza interior:

- Planos de distribución de tomas de corriente en interior e identificación del circuito del que dependen.
- Planos de canalizaciones eléctricas de fuerza interiores.
- Planos de canalizaciones eléctricas de alumbrado interior.
- Plano de puntos de iluminación numerados identificación del circuito del que dependen.
- Listado de puntos de iluminación por orden numérico especificando dimensiones, tipo de luminaria, ficha técnica de referencia y tipo de lámpara.
- Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada tipo distinto de bases de fuerza, luminarias y lámparas.

o Certificados de extensión de garantía de haberlos.

o Repuestos suministrados y valorados.

o Repuestos mínimos recomendados y valorados.

#### 2.3.1.4 Grupo electrógeno

Características del grupo electrógeno especificando código de ingeniería, fabricante, tipo, número de serie, suministrador, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características técnicas del equipo en caso de no existir ésta.

o Enclavamientos entre disyuntores automáticos de transformadores de potencia y disyuntor de grupo electrógeno.

- o Catálogos del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento.
- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
- o Hoja de datos del fabricante.

#### **2.3.1.5 Otros equipos**

Listado de equipos ordenados alfabéticamente por código de ingeniería detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía y contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características del equipo en caso de no existir ésta.

- o Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada uno de los equipos mecánicos distintos.
- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.

#### **2.3.1.6 Manual de revisión de instrumentación**

Listado de equipos de instrumentación ordenados alfabéticamente por código de ingeniería, incluyendo lo siguiente: descripción funcional del equipo, ubicación en plano de equipos en la memoria de operación de la instalación, valor ajustado de haberlo.

- o Documento en el que se indicará para cada uno de los instrumentos:
  - la frecuencia de revisión de cada instrumento
  - Procedimiento de mantenimiento en cada una de ellas.

#### **2.3.1.7 Manual de engrase y cambio de aceite**

Listado de equipos ordenados alfabéticamente por código de ingeniería que precisen de engrase o sustitución de aceite periódicamente, incluyendo lo siguiente: descripción funcional del equipo, ubicación en plano de equipos en la memoria de operación de la instalación.

- o Documento en el que se indique para cada uno de los elementos:

- la frecuencia de revisión de cada instrumento
- el tipo de revisión que proceda en cada una de ellas.
- Elementos a lubricar
- Tipo y cantidad de aceite y/o grasa necesaria para cada equipo.

#### **2.3.1.8 Manuales de uso y mantenimiento de instalaciones auxiliares**

Serán aquellas instalaciones complementarias que integren diversos equipos conformando un único sistema “llave en mano”.

Manuales de uso y mantenimiento de instalaciones de almacenamiento de productos petrolíferos para uso propio, almacenamiento de gases licuados del petróleo, almacenamiento de productos químicos, instalaciones receptoras de gas, de aparatos a presión, de protección contra incendios, de climatización y agua caliente sanitaria, etc.

#### **2.3.2 Descripción de la infraestructura de procesos**

Donde se detallará por cada proceso lo siguiente:

- o Memoria descriptiva de cada uno de los procesos.
- o Alternativas de funcionamiento.
- o Aspectos críticos de los procesos.
- o Automatismos, secuencias de puesta en marcha, etc.
- o Todos los detalles que a juicio del contratista sean importantes para realizar de forma adecuada la explotación del proceso.
- o Planos:
  - De implantación.
  - De localización de todos los equipos eléctricos, electromecánicos y de instrumentación y control con sus correspondientes códigos de ingeniería.
  - Diagramas de flujo de todos los fluidos del proceso (agua, fangos, aire comprimido, amoníaco, cloro, etc.).
  - Esquemas unifilares de media y baja tensión con simbología según UNE EN 60617 (CEI 617) y funciones de protección según ANSI, que incorporarán la correspondiente leyenda.

Asimismo, se desarrollará pormenorizadamente los siguientes apartados:

### 2.3.2.1 Motores eléctricos

Listado de motores de la instalación ordenados primero por CCM y luego alfabéticamente por código de ingeniería del propio motor o del equipo electromecánico del que forma parte, detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado.

Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada uno de los motores eléctricos distintos.

- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Informe de ensayos de rutina, tipo y especiales –ruido y vibraciones—remitiendo a documentación de calidad y puesta en marcha.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
- o Hoja de datos del fabricante actualizadas tras el pedido.

### 2.3.2.2 Bombas y equipos mecánicos rotativos con acoplamiento

- o Listado de equipos de la instalación ordenados primero por CCM y luego alfabéticamente por código de ingeniería del equipo o del conjunto del que forma parte, detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado.
- o Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de las bombas distintas.
- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Informe de ensayos de equipo rotativo y ajuste del mismo con alineación de motor-equipos mecánicos remitiendo a documentación de calidad y puesta en marcha.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
- o Fichas técnicas de pintura interior.
- o Hoja de datos del fabricante.



### 2.3.2.3 Variadores de frecuencia (VF) y arrancadores estáticos (AE)

Listado de VF y AE de la instalación ordenados primero por CCM y luego alfabéticamente por código de ingeniería de tenerlo, detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía y contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado, potencia disponible al eje manteniendo el incremento de temperatura clase B, ajuste de protecciones y curva programada así como valores de defecto.

Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje, manual de operación y mantenimiento de cada uno de los VF y AE distintos y puesta en marcha.

- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
- o Hoja de datos del fabricante.

### 2.3.2.4 Valvulería

Listado administrativo de valvulería ordenado alfabéticamente por código de ingeniería detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, si es manual y motorizado o sólo motorizado, tipo y diámetro, tipo y ajustes de accionamiento, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características de la válvula en caso de no existir ésta.

Catálogo del fabricante de la válvula con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de las válvulas distintas.

Catálogo del fabricante de los actuadores de válvula con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de las válvulas distintas.

- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos de válvulas y accionamientos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos de válvulas y accionamientos recomendados y valorados.
- o Fichas técnicas de pintura interior

### 2.3.2.5 Control

Listado de equipos de control ordenado alfabéticamente por código de ingeniería, detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características principales del equipo en caso de no existir ésta.

Descripción funcional de la instalación de control con sus lazos de regulación que también mencione la arquitectura de control implementada con número de autómatas programables (PLC), concentradores remotos de señales, y equipamiento electrónico auxiliar (switches, etc.), su distribución, tipo de protocolos de comunicaciones utilizados, soporte físico de comunicación, número y ubicación de interfaces HMI, tipo de aplicación de supervisión y su ubicación y toda aquella información que el suministrador considere necesaria para la correcta operación y mantenimiento del sistema.

Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de los equipos del sistema de control.

- o Descripción de elementos instalados en cada armario de PLC.
- o Listado de señales digitales y analógicas ordenado por PLC.
- o Planos:
  - o Incluirá entre otros, los siguientes:
    - Plano de implantación del sistema de control.
    - Esquema de arquitectura del sistema de control.
    - Esquemas eléctricos unifilares de cada armario según UNE EN 60617 (CEI 617).
    - Esquemas desarrollados de cada armario.
    - Distribución de aparamenta en el frente de los cuadros.
    - Distribución de aparamenta en el interior de los cuadros.
- o Programación de los PLC:
  - Listado de asignaciones físico-lógicas de las señales de entrada-salida.
  - Listado de los índices numéricos o referencias asignados.
  - Descripción del mapa de memoria y agrupación de variables.
  - Descripción de las diferentes subrutinas de control.
  - Descripción del fichero principal y llamadas a subrutinas.

- o Supervisores: descripción detallada de los links de la aplicación de supervisión con otras aplicaciones externas (ODBC, etc.)
- o Manual de usuario de la aplicación SCADA.
- o Listados de parámetros configurables con sus valores de aviso y de disparo cuando corresponda.
- o Copias de seguridad en formato óptico de los distintos programas del PLC y aplicaciones de supervisión
- o Licencias de los programas instalados en los ordenadores de supervisión y el utilizado para el desarrollo de las aplicaciones, registrado a nombre del promotor.
- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificado de extensión de garantía de haberlo.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.

#### **2.3.2.6 Instrumentación**

Listado de equipos de instrumentación ordenado alfabéticamente por código de ingeniería, detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características principales de equipo en caso de no existir ésta.

Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de los equipos de instrumentación distintos.

Hojas de configuración de los parámetros de todos los equipos de instrumentación.

- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
- o Hoja de datos del fabricante.

#### **2.3.2.7 Cuadros eléctricos asociados a procesos (CCM's y otros)**

Listado de cuadros eléctricos ordenado alfabéticamente por código de ingeniería, detallando: fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha

técnica de referencia del equipo finalmente montado o características del cuadro en caso de no existir ésta.

Listado de configuración de los parámetros de variadores, arrancadores y todos los relés programables de los cuadros.

o Planos:

- Índice de planos.
- Hoja de simbología según UNE EN 60617 (CEI 617) y funciones de protección según ANSI.
- Dimensiones generales.
- Distribución de aparamenta en el frente de los cuadros.
- Distribución de aparamenta en el interior de los cuadros.
- Esquema unifilar de fuerza y desarrollados (Mismo documento que 2.1.3)

- o Lista de materiales ordenada alfabéticamente con descripción funcional del equipo, marca, tipo y ajustes de puesta en marcha.
- o Catálogos del fabricante de la aparamenta con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada una de los cuadros.
- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.
- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.
- o Justificación del cumplimiento de la UNE-EN 61000-2-2 y 61000-2-12 respecto a máxima caída brusca de tensión de servicio en barras de CCM ante arranque de la mayor bomba.

#### **2.3.2.8 Otros equipos**

Listado de equipos especificando ordenados alfabéticamente por código de ingeniería, detallando: descripción funcional del equipo, fabricante, número de serie, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía, contacto de la asistencia técnica, situación en planos, marca, suministrador, ficha técnica de referencia del equipo finalmente montado o características del equipo en caso de no existir ésta.

Catálogo del fabricante con características técnicas, instrucciones de instalación y montaje y manual de operación y mantenimiento de cada uno de los equipos mecánicos distintos.

- o Instrucciones específicas de mantenimiento en caso de parada prolongada.

- o Certificados de extensión de garantía de haberlos.
- o Repuestos suministrados y valorados.
- o Repuestos mínimos recomendados y valorados.

#### **2.3.2.9 Manuales de uso y mantenimiento de instalaciones especiales**

Serán aquellas instalaciones que integren diversos equipos formando un único sistema “llave en mano”.

Manuales de uso y mantenimiento de instalaciones de cloro gas, amoniaco gas, dióxido cloro, procesos bajo patente, etc.

### **2.4 Documentación de Calidad**

En este documento se recogerá la siguiente información:

#### **2.4.1 Inspecciones de equipos en taller de fabricante**

Informes de inspección de todos aquellos equipos previstos en el PPI propuesto por el contratista y aprobado por la Dirección de Obra, emitidos por el Servicio de Asistencia Técnica e Inspección de Materiales y Equipos (SATIME) o el representante del Promotor.

Certificado final con dossier emitido por el SAETIME si procede.

#### **2.4.2 Inspecciones en planta**

Certificado final con dossier emitido por el SAETIME con resumen de visitas realizadas si procede.

PPI y protocolos firmados por SAETIME o representante del Promotor en su defecto y contratista.

#### **2.4.3 Certificados y otros informes**

- o Certificado de aparatos a presión (certificado de homologación de Industria, de fabricación, de pruebas in situ).
- o Certificado de prueba de estanqueidad de la instalación de almacenamiento de productos petrolíferos.
- o Certificado de fabricación de tanques de almacenamiento de productos petrolíferos.
- o Certificado de fabricación de tuberías
- o Certificado de cumplimiento con lo dispuesto en el Anexo IX del RD 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano para válvulas, bombas, calderines, tuberías y otros equipos que proceda.
- o Otros certificados de homologación de conjuntos.

- o Otros certificados de materiales, tarados, espesores, carga de rotura, resistencia química, calibraciones, equilibrados, pruebas hidrostáticas, de presión.
- o Otros certificado de calidad de equipos.
- o Otros certificados de conformidad CE.
- o Certificados ATEX de equipos.
- o Certificado de barras de cuadros eléctricos.
- o Declaración de conformidad para los equipos y aparatos para instalaciones de AT según ITC-RAT 03
- o Certificado de TT y TI de medida de energía eléctrica.
- o Certificado de TT y TI de protección de alta tensión
- o Certificado de TT y TI de cuadros de cargas
- o Certificado de estudio de coordinación de protecciones y su implantación
- o Certificado de extintores.
- o Certificado de adecuación de equipos al RD 1215/1997.
- o Libro del edificio.

#### **2.4.4 Fichas técnicas de los equipos finalmente suministrados**

Se incluirán la relación de especificaciones mecánicas, eléctricas y de control e instrumentación que hayan sido instaladas finalmente en la EDAR.

### **2.5 Documentación de Puesta en Marcha**

#### **2.5.1 Pruebas y ensayos**

Se documentarán como mínimo las siguientes:

- o Documento de plan de pruebas, que incluye:
  - Comprobación del 100 % de señales analógicas y digitales comprendiendo todo su recorrido (campo, cuadros eléctricos, panel de operador, sinóptico y programa supervisor). Según indicaciones del director de obra.
  - Prueba de “señales y alarmas CPC” en planta.
  - Lista de operaciones realizadas por cada bomba en manual y en automático y del conjunto. Según indicaciones del director de obra.
  - Lista de valor de ajuste de protecciones hidráulicas y eléctricas.

- Acta de pruebas de puesta en marcha.
- o Consta de un archivo Excel con el Plan de Pruebas, indicando la fecha de prueba, responsable, VºBº y observaciones. Se añadirán las pruebas y el resultado de las modificaciones realizadas durante la puesta en marcha.
  - Prueba de carga de puentes grúa y polipastos.
  - Pruebas hidrostáticas de depósitos de reactivos, tanques, tuberías.
  - Pruebas de presión de tuberías, digestores, tarado de válvulas P/V.
  - Caídas de tensión de líneas de motores a plena carga.
  - Medidas de aislamiento de líneas y motores.
  - Mediciones de tierras de protección, servicio, y masas de utilización.
  - Pruebas de disparos de protecciones eléctricas en planta.
  - Ensayos de rutina, tipo y especiales –ruido y vibraciones— de motores eléctricos (al menos un motor de cada serie).
  - Ensayos de bombas y ajuste de bomba con alineación de motor-bomba según método explicado y ajustes radial y axial con medidas en centésimas de mm.
  - Alineaciones de otros equipos importantes, turbocompresores, etc.
  - Prueba de variadores con datos de espectro de frecuencias generados por el variador tanto en tensión como en intensidad.
  - Medición de vibraciones y temperatura de cojinetes en equipos críticos.
  - Medición de caudales, alturas y rendimientos de las principales bombas.

## 2.6 Legalizaciones

### 2.6.1 Inscripción en el Registro Industrial, en caso de nueva instalación.

- o Proyecto o Memoria Técnica con sus modificaciones de haberlas.
- o Certificado de dirección de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA).
- o Certificado de dirección de la maquinaria ajustada a normativa vigente.
- o Documentación ambiental.

- o Relación de maquinaria, equipos e instalaciones.
- o Certificado de dirección visado, indicando que toda la maquinaria está amparada por la documentación y requisitos establecidos en la reglamentación sobre seguridad en máquinas (RD 1644/2008)
- o Acta de inscripción en el Registro Industrial.

#### **2.6.2 Instalaciones de Baja Tensión**

- o Proyecto o Memoria Técnica con sus modificaciones de haberlas.
- o Certificado final de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA).

#### **2.6.3 Instalaciones de Alta Tensión.**

Se requerirá legalización de proyecto de línea de media tensión si la extensión de la misma es superior a 20 metros. Dicho proyecto deberá ser independiente (no estará incluido en el proyecto del centro de transformación) si la línea ha de ser cedida a la compañía distribuidora.

Por cada instalación a legalizar, se requerirá del contratista la siguiente documentación:

- o Proyecto de la instalación con sus modificaciones de haberlas.
- o Certificado final de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA).
- o Acta de puesta en servicio.
- o Declaración responsable.
- o Contrato de mantenimiento (si se ha aportado para obtener conexión por parte de compañía suministradora).

#### **2.6.4 Instalaciones de almacenamiento de productos petrolíferos para uso propio (ITC-MI-IP-03)**

- o Proyecto con sus modificaciones de haberlas
- o Certificado de final de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.



- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado de fabricación del tanque.
- o Certificado de estanqueidad de la instalación.
- o Certificado de instalador registrado.
- o Acta de inscripción en registro correspondiente.

#### **2.6.5 Instalaciones de almacenamiento de gases licuados de petróleo (GLP)**

- o Proyecto con sus modificaciones de haberlas
- o Certificado de dirección de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado final de obra.
- o Acta de puesta en servicio o documento de recepción de documentación según categoría de la instalación emitido por la autoridad competente.

#### **2.6.6 Instalaciones de almacenamiento de productos químicos**

- o Certificado final de obra.
- o Proyecto con sus modificaciones de haberlas
- o Certificado de final de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado de fabricación de depósitos o declaración de conformidad CE en caso de depósitos a presión.
- o Plan de autoprotección y mantenimiento si procede.
- o Acta de inscripción en el registro correspondiente y placa del equipo.

#### **2.6.7 Instalaciones receptoras de gas**

- o Proyecto con sus modificaciones de haberlas
- o Certificado de dirección de obra en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.

- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado de pruebas previas y puesta en servicio.
- o Documento de recepción de documentación emitido por la autoridad competente.

#### **2.6.8 Instalaciones de aparatos a presión**

- o Proyecto o Memoria Técnica con sus modificaciones de haberlas
- o Certificado de dirección técnica en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado de fabricación del/los aparato/s.
- o En el caso de equipos usados, último Certificado de Inspección Periódica en vigor.
- o En el caso de equipos transportables, declaración de que el equipo dispone del marcado a que se hace referencia el RD 222/2001 del 2 de Marzo.
- o Certificado de pruebas en el lugar de emplazamiento
- o Acta de prueba hidráulica
- o Justificante de Industria de registro de la puesta en servicio de las instalaciones.

#### **2.6.9 Instalaciones de protección contra incendios en industrias**

- o Proyecto o Memoria Técnica con sus modificaciones de haberlas
- o Certificado de dirección técnica en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación por duplicado.
- o Inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado de inscripción en registro correspondiente.
- o Certificado de inscripción como empresa instaladora de protección contra incendios, si procede.

#### **2.6.10 Instalaciones de climatización y agua caliente sanitaria (Pot. Térmica > 5 Kw)**

- o Proyecto o Memoria Técnica con sus modificaciones de haberlas

- o Certificado de dirección técnica en caso de ser necesario proyecto, y firmado por el técnico competente.
- o Certificado de la instalación.
- o Certificado de inspección inicial por organismo de control autorizado (OCA)
- o Certificado de montaje cuando proceda.
- o Declaración responsable de cumplimiento con los reglamentos de seguridad que corresponda.
- o Manual de uso y mantenimiento de la instalación.

## 2.7 Lista de comprobación de documentación

Lista de comprobación de documentación según Anexo 1.

## 2.8 Extracto de documentos

Documentos a entregar antes de la prueba general de funcionamiento, que se corresponde con los ítems marcados en color verde de la Lista de comprobación de documentación.

## 3 ANEXO 01

DOCUMENTACIÓN DE OBRA: (INDICAR EL TÍTULO)

Toda la documentación se entregará en castellano, en papel y en CD (con archivos editables, no escaneados en imagen)

Nota	Contenido		Descripción
	No procede	Entregada	
G.6.1			<b>MEMORIA</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Memoria descriptiva del funcionamiento de la instalación
			<b>PLANOS as-built del proyecto</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planta del edificio de bombeo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Perfiles longitudinales del edificio de bombeo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Perfil longitudinal de la tubería colocada
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detalles de arquetas, cámaras, sala de válvulas y de bombas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plano de red de tierras
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plano de emergencia con extintores
			<b>TUBERÍA</b>

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado de fabricación de tubería
		<input type="checkbox"/>	<b>CRITERIOS SANITARIOS</b>
			Cumplimiento de los requisitos del ANEXO IX del REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tubería
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Válvulas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros (indicar)
			<b>ESQUEMAS</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hidráulicos – Según croquis cartografía
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Neumáticos
G.5.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unifilar general (con hoja de simbología)
			<b>INSTALACIÓN</b>
G.6.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plan de pruebas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acta de pruebas de puesta en marcha de toda la instalación
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medida de tierras de la instalación
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estudio de coordinación de protecciones
			<b>RESUMEN</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hoja resumen con equipos principales: nº serie, fabricante, fecha de compra, plazo de garantía, fecha de vencimiento de garantía y teléfono de contacto de asistencia técnica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Extracto con las instrucciones específicas de mantenimiento en situación de almacenamiento prolongado o parada prolongada
2			<b>CUADRO ELÉCTRICO</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado de barras
			Esquemas eléctricos desarrollados, actualizados tras la puesta en marcha. Con:
2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Portada
			- Índice de páginas

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoja de simbología</li> <li>- Planos del frontal de los cuadros</li> <li>- Esquemas desarrollados</li> <li>- Lista de materiales</li> </ul>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Documentación de los fabricantes y manuales de TODOS los elementos del cuadro</p> <p>Curvas de fusibles e interruptores indicando ajuste de estos últimos, lista de parámetros y ajustes de los relés de protección</p>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>TRANSFORMADORES</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Declaración de conformidad según ITC-RAT 03
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hoja de datos y plano de dimensiones
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Potencia disponible AN o ONAN indicando el calentamiento y la intensidad de diseño
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de ensayos individuales, de tipo y especiales de los transformadores de potencia
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de desclasificación a partir del espectro de armónicos generado por los variadores en el caso más desfavorable
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ajuste de protecciones de los transformadores de potencia
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hoja de datos de los transformadores de intensidad indicando relación, clase, dimensiones, potencia( VA) etc.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>MOTORES</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Hojas de datos incluyendo los códigos de todos los accesorios que lleve el motor (pt 100 y/o PTC, caldeo, rod. aislado, cajas auxiliares etc.) así como indicación expresa de aislamiento reforzado si lo tiene</p> <p>Hojas de datos actualizadas tras el pedido o la recepción de los motores contrastando los datos de placa de los motores instalados y añadiendo en particular el número de serie y el año de fabricación de cada motor (se</p>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	adjuntarán las fotos de las placas)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Curvas térmicas y curvas de arranque particularizadas a partir de la curva par-velocidad de la bomba, momento de inercia y tiempo de arranque al 80%Un y al 100%Un, a válvula abierta y a válvula cerrada
4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de ensayos de rutina, tipo y especiales
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planos dimensionales y esquemas de conexiones del motor y sus servicios auxiliares
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planos dimensionales y de conexiones de la caja de bornas principal y auxiliares (se instalarán con prensaestopas y juntas adecuadas en las entradas de cable según el tipo y diámetro de cable, garantizando el grado IP, y de material no ferromagnético con cables unipolares)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nota explicativa del suministrador del motor sobre el criterio adoptado de dimensionamiento del grupo motor-bomba
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Indicaciones del fabricante del motor de valores normales y límites de temperatura y vibraciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de puesta en marcha del motor
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recomendación del fabricante de tipo de cables a motor cuando esté alimentado con variador
			<b>BOMBAS</b>
5.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hojas de ensayo de las bombas
5.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe del fabricante de puesta en marcha de las bombas
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lista de repuestos, indicando precio, horas de vida e intercambiabilidad en el conjunto de bombas similares existentes en el CYII, indicando en la oferta los repuestos suministrados (debería incluir los más críticos)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dossier de calidad del fabricante
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planos dimensionales de la bomba y del conjunto motor-

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	bomba
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento/ instrucciones de uso
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Indicaciones del fabricante de la bomba de valores normales y límites de temperatura, vibraciones y alineamiento
			<b>ARRANCADORES y/o VARIADORES DE FRECUENCIA</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de cálculo de la potencia disponible en el eje del motor al ser con el variador propuesto, manteniendo el incremento de temperatura clase B
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de puesta en marcha de los equipos incluyendo descripción de los modos de funcionamiento / usuarios y listado completo de parámetros
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ajuste de las protecciones del arrancador/variador: curva térmica, sobreintensidad, sobrecarga, tiristores, subcarga..., indicando la lista de parámetros posibles y ajuste por defecto frente a los configurados en obra durante las pruebas de las protecciones
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lista de repuestos recomendados en 5 años, indicando su precio y las tarifas de asistencia técnica y reparaciones más habituales
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espectro de armónicos generado por el variador
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recomendación del fabricante de tipo de cables a motor
			<b>AUTÓMATA</b>
7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de funcionamiento
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Programa del autómata con comentarios y software (entregar copia a Div. Instrumentación)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pantallas utilizadas (tanto las incluidas en el estándar como específicas instalación)
			<b>MEDIA TENSIÓN</b>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proyecto visado (con anejos, también con cálculo de secciones)
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dirección de obra

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dictamen de la OCA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acta de puesta en servicio de transformación y líneas aéreas (DGIEM)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Protocolo transformadores de medida
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrato de suministro eléctrico
		<b>BAJA TENSIÓN</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proyecto visado (con anejos, también con cálculo de secciones)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dirección de obra
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado de instalación eléctrica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dictamen de la OCA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Protocolo transformadores de medida
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrato de suministro eléctrico
		<b>TRANSMISORES DE PRESIÓN</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Características
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
		<b>PRESOSTATOS</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Características
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
		<b>CALDERINES</b>
		Manual de mantenimiento y funcionamiento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado y plazo de garantía
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Registro de puesta en marcha
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Registro de instalación
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Homologación de industria
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Informe de puesta en servicio indicando el valor de tarado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado de calidad
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proyecto visado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Esquema neumático calderines-antiariete
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cuadro control calderines-antiariete
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fichas técnicas pintura
		<b>COMPRESOR DEL CALDERÍN</b>



<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado y plazo de garantía
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Homologación de industria
<b>PUENTE GRÚA</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Certificado de revisión
<b>VALVULERÍA Y VENTOSAS</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Características
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
<b>CAUDALÍMETRO</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plano de dimensiones
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento y funcionamiento
<b>ACTUADORES</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de funcionamiento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instrucciones
<b>EXTRACTORES</b>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Características
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual de mantenimiento del motor
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Declaración de conformidad

#### Notas:

##### o G.1. MEMORIA:

Resumen del Proyecto incluyendo el objeto del mismo y la descripción y funcionamiento de los elementos que aparecen en los planos as-built del proyecto.

##### o G.5.3. ESQUEMA UNIFILAR:

Unifilar general de la instalación (trafos MT/BT, cuadro y motores de BT, trafo SSAA etc.) indicando las características de placa de cada equipo, las protecciones principales y las secciones de los cables de fuerza, material y referencia del fabricante (Ej. Para un cable tripolar "Prysmian RVKV-K 0,6/1 kV Cu 8x(3x185)mm<sup>2</sup> +95 mm<sup>2</sup>" y para un cable unipolar "...8x3x(1x185)mm<sup>2</sup>...")

##### o G.6.1. PLAN DE PRUEBAS:

Se presentara un listado exhaustivo de pruebas que incluirá TODAS las señales y elementos instalados (tanto los que figuran en los esquemas eléctricos, como los que no (ej. niveles en el

calderín)), la lista de operaciones realizadas por cada bomba en manual y en automático y del conjunto de la instalación, según las pautas de programación definidas por CYII.

Se incluirá un listado con el valor de ajuste de las protecciones hidráulicas (presostatos etc.) y eléctricas (parámetros de variador etc.) para planificar las pruebas.

o G.6.2. ACTA DE PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA:

Se presentara en un archivo Excel con el Plan de Pruebas anterior, indicando la fecha de prueba, responsable, VºBº y observaciones.

Se añadirán las pruebas y resultado de las modificaciones realizadas durante la puesta en marcha.

o 2. CUADRO ELÉCTRICO:

La fabricación del cuadro estará condicionada a la aprobación por parte del CYII de los Esquemas Eléctricos del mismo, Revisión 0, que posteriormente se actualizará añadiendo si hubiera cambios en obra y puesta en marcha (as-built). Los comentarios hechos a los planos no eximirán al fabricante de su responsabilidad referente al cumplimiento de normas y reglamentos aplicables.

o 2.2. ESQUEMAS ELÉCTRICOS DESARROLLADOS:

Se indicará el número de revisión y la fecha de edición del documento y se marcarán las modificaciones entre revisiones sucesivas.

Se presentará copia en pdf, además de en Autocad u otros programas de dibujo editables.

Portada: indicando las características principales del cuadro, intensidad térmica máxima admisible en barras etc.

Índice de páginas: con título, revisión y fecha de edición de cada página.

Hoja de simbología: según normativa IEC + código ANSI para protecciones.

Planos del frontal del cuadro eléctrico: con dimensiones, donde aparezcan los pulsadores, indicadores, sinóptico etc. que componen el mismo.

Esquemas desarrollados: Incorporaran referencias cruzadas entre todos los elementos y cables que aparecen en páginas distintas que tendrán cuadrícula numerada y llegarán hasta el motor, indicando sus bornas.

En ellos se especificará la referencia del modelo y las características de placa de cada elemento: motores, arrancadores, condensadores, fusibles, interruptores, relés, etc.

Lista de materiales: con la descripción de cada referencia anterior, p.ej.: NSX-400-N. Fusible Schneider Tipo X, Int. Y, etc.

o 4.1. ENSAYOS MOTORES:

Todos los ensayos podrán ser presenciales.

Se incluirán ensayos tipo, ensayo de ruido y vibraciones de al menos uno de los motores de cada serie.

o 5.1. ENSAYOS BOMBAS:

Se aplicarán los criterios de la Dirección de Obra, que salvo otra indicación para bombas de potencia mayor o igual a 250 kW, serán:

En aras de garantizar efectivamente que la bomba suministrada se ajusta a las curvas ofertadas, se seguirán las siguientes indicaciones en el ensayo de las mismas, siempre que la potencia de motor sea igual o superior a 250 kW, (salo las condiciones de ensayo NPSH que serán aplicables siempre que fuese deseado por parte de Canal de Isabel II debido a situaciones en que se prevean potenciales problemas de aspiración, independientemente de la potencia):

- Se ensayarán TODAS las bombas suministradas (independientemente de que sean del mismo tipo)
- Si así lo deseara la Dirección de Obra de Canal de Isabel II durante la ejecución de las pruebas de los equipos, se preverá presencia de una empresa verificadora externa, escogida por Canal de Isabel II, e incluso de personal propio de Canal de Isabel II, con coste a cargo del adjudicatario de las obras.
- Como base de ensayo se seguirá la norma ISO 9906 GRADO 1, (no Grado 2), u opcionalmente otra más restrictiva. Además se seguirán las siguientes condiciones adicionales:
- Se tomarán además de los 5 puntos marcados por la norma, (englobando desde el 0,90 al 1,10 del caudal del punto de diseño), tantos puntos como sean necesarios en incrementos del 5% de caudal nominal de manera se cubra todo el rango potencialmente utilizable de la curva de la bomba dependiendo del conjunto de diferentes curvas de la instalación que existan.
- No se admitirán tolerancias negativas en la medición del rendimiento respecto del ofertado. Es decir, empleando la nomenclatura de dicha norma se exige que  $\eta = 0$ .
- El cumplimiento de ensayos y tolerancias tanto de rendimiento, como de alturas y caudales, se exigirá en TODOS los puntos indicados anteriormente. No existirá por tanto solo un punto garantizado.
- El ensayo de NPSH se efectuará para las condiciones más desfavorables que se fijen. En general este no coincidirá con “el punto de diseño” dado que normalmente, éste no es el más desfavorable para este aspecto. En casos especiales, como bombas con bajas presiones en aspiración, (por ejemplo succión de la ultrafiltración), Canal de Isabel II se reserva el derecho de exigir el ensayo de NPSH en absolutamente todos los puntos ensayados de la curva, no solo en uno.

- Se deberán presentar certificados de calibración en vigor de absolutamente todos los equipos empleados en el ensayo. Sin ánimo excluyente se indican como referencia: medidores de presión, medidores de caudal, medidores de rpm, medidores de presión atmosférica, medidores de temperatura, medidores de vibraciones, medidores de potencia eléctrica consumida, calibración de motor y/o variador que acredite sus rendimientos “supuestos”, etc.
- También se ensayará el punto de caudal 0 para garantizar y medir la presión máxima generada por la bomba (referencia para la presión máxima de servicio de la instalación). En este punto no se exige Grado 1, sino tan solo un cumplimiento de un error en altura manométrica de  $\pm 5\%$ , (es equivalente a Grado 2).
- Además de los ensayos anteriores, se deberán ensayar además (la propia norma ISO 9906 recoge esta posibilidad en su apartado “5.1.3. Additional checks”) :
- Vibraciones en lado del acoplamiento y en lado opuesto según ISO10816.
- Medición de incremento de temperatura de rodamientos tras un periodo mínimo de funcionamiento de 30 min.

Se hará entrega de la Hojas de ensayo de las bombas, indicando:

Bajo qué norma y con qué clase de tolerancia,

Curvas H-Q,

Momento de inercia J

Curva par-velocidad a válvula abierta y cerrada

Medida del NPSH

Medida de vibraciones con el rango de alarma y disparo recomendada por el fabricante

#### o 5.2. INFORME PUESTA EN MARCHA BOMBAS:

Documento del fabricante, indicando la medida de vibraciones y alineación del eje motor-bomba (método utilizado y medida en centésimas de mm, radial y axial).

#### o 7.1.MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL AUTÓMATA:

Basándose en el punto G1 y en las pautas de programación, se elaborara este documento que describe el funcionamiento de la elevadora a través de todas las pantallas del autómata (las incluidas en el estándar vigente en el momento de la recepción, y las específicas de la elevadora). Se describirán los parámetros más significativos de cada pantalla. Se incluirán los valores de alarma y disparo de cada protección.

Una vez entregado este manual se realizará una sesión presencial con Explotación para comprobar que todas las pantallas están debidamente documentadas en dicho manual.