

AM1

Cálculo de las instalaciones .

AM1.1.- Fontanería

AM1.2.- Saneamiento

AM1.3.- Electricidad

AM1.4.- Calefacción

AM1.5.- Iluminación

AM1.6.- Telecomunicaciones

AM1.7.- Energía solar

AM1.8.- Gas

AM1.1.-

Fontanería

1. Objeto del proyecto

Antecedentes

El proyecto consiste en la construcción de la ampliación de un edificio existente. El centro existente cuenta con una instalación en funcionamiento de suministro de agua. La instalación de la ampliación se conecta a la instalación de fontanería existente.

Objeto y normativa aplicable

Se describen en la presente Memoria las características mínimas que se han previsto en la instalación receptora de agua destinada a la alimentación del edificio, que se utilizará como centro docente, así como en las instalaciones individuales que lo componen.

Se contempla, y es tenido en cuenta para la instalación de que se trata, lo previsto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) "Sección HS 4 Suministro de agua" referente al documento Básico HS Salubridad.

La presente Memoria se complementa con esquemas de distribución de las diferentes instalaciones individuales que componen la instalación general, con indicación de las características de las canalizaciones y componentes.

Como resumen en la redacción de este Proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas:

- Código Técnico de la Edificación
- Versión actualizada en septiembre de 2013 del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, teniendo en cuenta las correcciones de errores y modificaciones realizadas sobre el mismo a partir de su publicación en el B.O.E. del 29 de agosto de 2007.
- Orden 2106/1994 de la Consejería de Economía de la Comunidad de Madrid.

2. Descripción del edificio

Condición mínima de suministro

La clasificación de suministros, así como la evacuación de los caudales mínimos necesarios para los diversos puntos de consumo, se realizará de acuerdo con los puntos de la tabla 2.1 del CTE.

Así pues los caudales mínimos en los diferentes aparatos instalados serán los siguientes:

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser

- a) 100 kPa para grifos comunes
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores

La presión máxima en cualquier punto de consumo no puede ser superior a 500 kPa. La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 50 m.c.a.

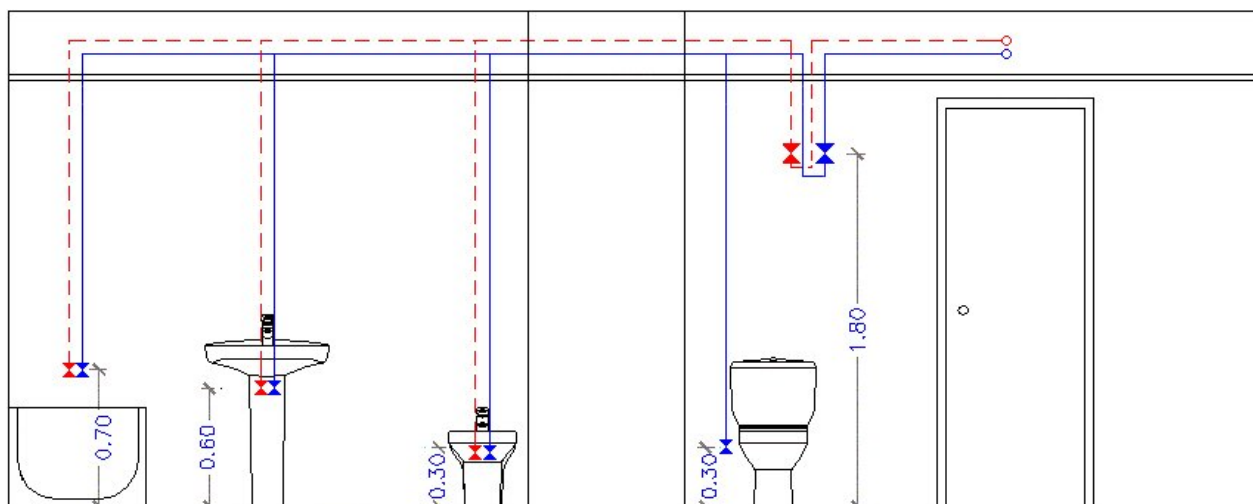
La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 y 65 °.

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato		Q _{min} AF (l/s)	P _{min} (m.c.a.)
Inodoro con cisterna		0.10	10
Lavabo con hidromezclador temporizado		0.25	15
Vertedero		0.20	15
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P _{min}	Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Diseño

El esquema general de la instalación no se modifica. El esquema general de la instalación existente consiste en una red con contador general único, según esquema de la figura 3.1 del CTE compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario con contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal en cada planta a las derivaciones de cada cuarto húmedo. Se conecta la instalación de la ampliación con la existente en planta baja.

La distribución en la ampliación se efectuará por el falso techo, en los diámetros indicados en planos, alimentándose a los distintos aparatos sanitarios con columna descendente en el tabique.



3. Elementos de la instalación

Acometida

Se mantiene la acometida existente.

Instalación general

Se mantiene la existente.

Instalaciones particulares

Circuito más desfavorable

Tubería multicapa PERT-AL-PERT s/UNE 53.960 EX, colocada en instalaciones para agua fría y caliente.

Instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS)

La producción de agua caliente se realiza mediante paneles solares con apoyo de la caldera de calefacción, con acumulación a través de dos interacumuladores (uno asociado a los paneles solares y otro a la caldera) desde los que se da servicio a los distintos puntos previstos.

La red de ACS dispondrá de una red de recirculación al poseer una longitud mayor de 15 m, de el diámetro nominal marcado en plano. Discurrirá de forma paralela a la red de distribución. Se dispondrá de válvulas de equilibrado hidráulico para regular y equilibrar la red de retorno en los extremos.

Se dispondrá de bomba de recirculación.

Dispondrá de sistemas para la libre dilatación de las tuberías, mediante anclajes apropiados y un compensador de dilatación de 0,8 m. La regulación y control de las bombas de recirculación será la indicada en el RITE.

Protección contra retornos

Condiciones generales de la instalación de suministro:

Se debe impedir el retorno del agua de la salida, no se puede empalmar a una conducción de evacuación de aguas residuales, no pueden establecerse uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución. En los puntos de consumo de alimentación directa, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, etc, ... el nivel inferior de la llegada de agua debe verter a 20 mm por encima del borde superior del recipiente.

El llenado para la reposición de agua de la instalación de calefacción se realizará mediante una derivación particular dotada de válvulas de corte y retención.

Separación respecto a otras instalaciones

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal forma que no resulten afectadas por los focos de calor, por lo que deben discurrir siempre separadas las canalizaciones de calefacción una distancia de 4 cm como mínimo. En un mismo plano vertical la fría discurrirá por debajo de la caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm. Con respecto a las conducciones de gas, en caso de existir, se guardará una distancia mínima de 3 cm.

Ahorro de agua

Se dispondrá de inodoros de descarga con doble sistema de vaciado, para el ahorro del agua. La grifería será con grifo temporizado.

Se ha dispuesto de una red de retorno de ACS en la ampliación ya que la distancia supera los 15 mts.

4. Dimensionado de los elementos de la instalación

Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción

$$\lambda = 0'25 \cdot \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3'7 \cdot D} + \frac{5'74}{\text{Re}^{0'9}} \right) \right]^{-2}$$

siendo:

ε : Rugosidad absoluta

D: Diámetro [mm]

Re: Número de Reynolds

Pérdidas de carga

$$J = f(\text{Re}, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

Re: Número de Reynolds

ε_r : Rugosidad relativa

L: Longitud [m]

D: Diámetro

v: Velocidad [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- el caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201). El coeficiente de simultaneidad mínimo utilizado es de 0,2, siguiendo la Orden 2106/1994, de 11 de noviembre, de la Consejería de Economía.

Montantes e instalación interior

$$Q_c = Q_t$$

siendo:

Q_c : Caudal simultáneo

Q_t : Caudal bruto

$$Q_c = 4,4 \times (Q_t)^{0,27} - 3,41 \text{ (l/s)}$$

siendo:

Q_c : Caudal simultáneo

Q_t : Caudal bruto

- determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0.50 y 2.00 m/s.
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 3.50 m/s.
- obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20 % al 30 % de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

Tubos de alimentación

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
2-3	47.35	54.46	3.95	0.75	2.97	-0.30	51.40	63.00	1.43	2.30	59.96	55.46
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

Instalaciones particulares

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	0.38	0.44	3.95	0.75	2.97	0.00	40.80	50.00	2.27	0.06	55.46	55.40
4-5	Instalación interior (F)	0.38	0.44	2.20	0.92	2.03	0.00	32.60	40.00	2.44	0.09	55.40	55.32
5-6	Instalación interior (C)	15.49	17.81	2.20	0.92	2.03	3.65	32.60	40.00	2.44	3.54	54.32	47.12
6-7	Instalación interior (C)	42.32	48.67	1.40	1.00	1.40	0.00	26.20	32.00	2.60	14.29	47.12	32.83
7-8	Instalación interior (C)	19.57	22.50	0.60	1.00	0.60	0.00	16.20	20.00	2.91	14.92	32.83	17.41
8-9	Cuarto húmedo (C)	3.01	3.46	0.60	1.00	0.60	0.00	16.20	20.00	2.91	2.29	17.41	15.12
9-10	Cuarto húmedo (C)	0.78	0.90	0.40	1.00	0.40	0.00	12.40	16.00	3.31	1.06	15.12	14.06
10-11	Puntal (C)	3.94	4.53	0.20	1.00	0.20	-3.05	12.40	16.00	1.66	1.48	14.06	15.63
Abreviaturas utilizadas													
T _{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)						D _{int}	Diámetro interior					
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{com}	Diámetro comercial					
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						v	Velocidad					
Q _b	Caudal bruto						J	Pérdida de carga del tramo					
K	Coeficiente de simultaneidad						P _{ent}	Presión de entrada					
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{sal}	Presión de salida					
h	Desnivel												
Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Htemp): Lavabo con hidromezclador temporizado													

Producción de A.C.S.

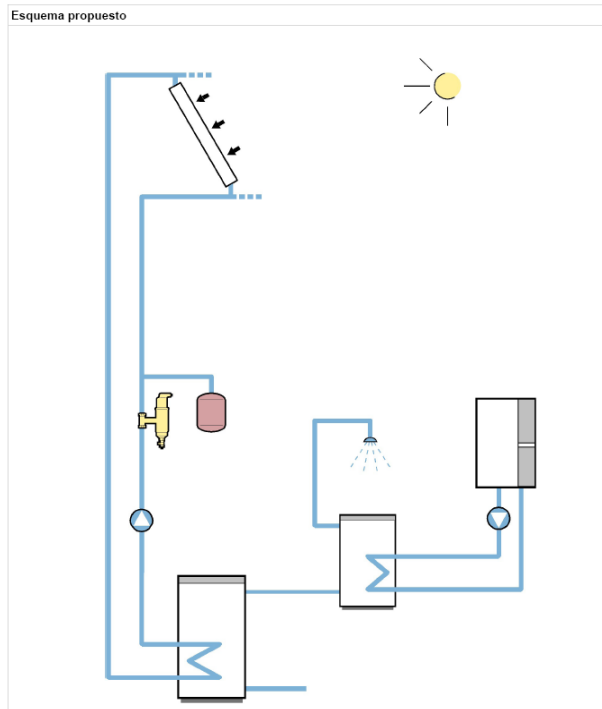
Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q _{cal} (l/s)
Llave de abonado	Acumulador auxiliar de A.C.S.	2.03
Abreviaturas utilizadas		
Q _{cal}	Caudal de cálculo	

La demanda de ACS de la ampliación según CTE DB-HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria sería:

Zona, tipo de actividad	Litros ACS/día a 60°C	Ocupación personas	Demanda referencia a 60°C
Escuela sin ducha	4 por persona	26 personas * 5 aulas = 130 personas	520
Total			520

Es recomendable que: $0,8M < V \leq M$;
 $416 < 500 \leq 520$;
 M demanda [l/día].
 V volumen depósito de acumulación solar [litros]
 Se elige un depósito de acumulación de **500 litros**.

El esquema del sistema solar elegido es:



El volumen del depósito acumulador principal es de 500 litros y el de apoyo de 200 litros (ver cálculo en el apartado de energía solar).

Bombas de circulación

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q_{cal} (l/s)	P_{cal} (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	0.14	1.04
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P_{cal}	Presión de cálculo
Q_{cal}	Caudal de cálculo		

Aislamiento térmico

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 43,5 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de

fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.

AM1.2.- Saneamiento

1. Objeto del proyecto

Antecedentes

El proyecto consiste en la ampliación de un centro ya existente. Se ejecuta la instalación de evacuación de aguas pluviales y residuales mediante dos redes independientes formadas por arquetas y colectores enterrados y colgados, con cierres hidráulicos, desagüe por gravedad a arquetas generales, con conexión posterior al pozo general existente mixto que conecta a la red de alcantarillado público mixto de residuales y pluviales.

Objeto y normativa aplicable

Se describen en la presente Memoria las características mínimas que se han previsto en la instalación de evacuación de aguas del edificio, que se utilizará como centro docente.

Se contempla, y es tenido en cuenta para la instalación de que se trata, lo previsto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) "Sección HS 5 Evacuación de aguas" referente al documento Básico HS Salubridad.

La presente Memoria se complementa con los planos de las redes de pequeña evacuación, colectores y saneamiento enterrado, con indicación de las características de las canalizaciones y componentes.

Las normas y reglamentos considerados en el diseño de las instalaciones de saneamiento son los siguientes:

- Código Técnico de la Edificación, CTE. Documento Básico HS, Salubridad. Sección HS 5 Evacuación de aguas.
- Ordenanzas municipales de la Comunidad de Madrid.

2. Descripción de las instalaciones

Red de pequeña evacuación interior

Los diámetros mínimos para los desagües de los distintos aparatos y los caudales de cálculo vienen dados en la siguiente tabla:

Tipo de aparato	Unidades desagüe UD	Cantidad
Inodoro con cisterna	5	10
Lavabo	2	11
Vertedero	8	1
Sumideros	3	6
Consumos agua fría (cuarto caldera e instalaciones)	1	4

La distribución de desagües y ubicación de los botes sifónicos aparece reflejada en planos. La elección del tipo de bote sifónico a emplear se realiza en base a sus dimensiones (fundamentalmente a su altura), ya que se debe adaptar al espesor del forjado de la instalación que nos ocupa (empotrado, aéreo) y al número de entradas.

La distancia de los botes sifónicos a la bajante no debe ser superior a 2 m y desde los inodoros a las bajantes debe estar entorno a 1 m. Esta distancia puede ser mayor si se eligen tubos de diámetros mayores. Los diámetros de los manguetones de los inodoros serán en todos los casos de 110 mm de diámetro. La distancia de los distintos aparatos al bote sifónico no podrá ser mayor de 2,5 m. Para todo lo anterior se debe considerar una pendiente mínima para la red de evacuación interior del 2 %.

Tuberías y montaje

Estas serán de PVC rígido, exento de plastificantes según norma UNE EN 1329 código B.

Las destinadas a conducciones de desagües, bajantes fecales, pluviales y mixtas serán lisas por ambos extremos (sin encopar) y deberán reunir todos los condicionantes exigidos en la norma indicada vigente, así como contar la documentación acreditativa de haber superado, satisfactoriamente, todos los ensayos solicitados en dicha normativa, y de forma especial los funcionales (ensayo de choque térmico y ensayos de estanquidad al aire y al agua de las uniones con junta elástica).

Las tuberías que se utilicen en canalizaciones subterráneas, enterradas o no, (colectores y redes de saneamiento) deberán reunir todos los condicionantes exigidos en la normativa vigente para este tipo de instalaciones (UNE EN 1401), así como contar la documentación acreditativa de haber superado, satisfactoriamente, todos los ensayos solicitados en dicha norma y de forma especial los funcionales.

Para conducciones de desagüe y bajantes, se emplearán únicamente tuberías con un espesor mínimo de pared de 3,2 mm cualquiera que sea su diámetro nominal.

La sujeción de las tuberías, se realizará mediante abrazaderas de hierro galvanizado o PVC, según los casos, que actuarán única y exclusivamente como soportes-guía (Puntos deslizantes). Bajo ningún concepto dichas abrazaderas serán del tipo de apriete.

Se evitará que los tubos queden fijos en los pasos de forjados, muros o soleras, para lo cual, se dotarán de pasamuros a todos los taladros.

Las tuberías se cortarán empleando únicamente herramientas adecuadas (cortatubos o sierra para metales o madera). Después de cada corte, deberán eliminarse cuidadosamente, mediante lijado, las rebabas que hayan podido quedar, tanto interior como exteriormente. Todos los cortes se realizarán perpendicularmente al eje de tubería.

En ningún caso se podrán montar tuberías con contrapendiente u horizontales (pendiente cero).

Bajo ningún concepto se manipulará ni curvará el tubo. Todos los desvíos o cambios direccionales se realizarán utilizando accesorios adecuados.

Accesorios

Serán de PVC rígido, exento de plastificantes.

Los destinados a redes de desagües, bajantes fecales, pluviales y mixtas, así como colectores, están fabricados por inyección y deberán reunir todos los condicionantes exigidos en la normativa vigente, así como la documentación acreditativa de haber superado satisfactoriamente todos los ensayos solicitados en dicha normativa y de forma especial los funcionales.

Los accesorios que se utilicen en canalizaciones subterráneas, enterradas o no, (colectores y redes de saneamiento) deberán reunir todos los condicionantes exigidos en la normativa vigente para este tipo de instalaciones, así como la documentación acreditativa de haber superado, satisfactoriamente, todos los ensayos solicitados en dicha norma y de forma especial los funcionales. Cuando se empleen accesorios manipulados standard, éstos deberán a su vez, responder a los requisitos exigidos en la mencionada norma. Todos los accesorios así elaborados, irán provistos, exteriormente, de cartelas soldadas que refuercen su conformación.

Todos los accesorios inyectados, deberán ser de bocas hembras, disponiendo, externamente, de una garganta que permita el alojamiento de una abrazadera que sin apretar el accesorio, pueda determinar los puntos fijos, la configuración de sus bocas permitirá el montaje, en cualquier de ellas y donde fuese necesario del accesorio encargado de absorber las dilataciones.

Será imprescindible que todos los accesorios, de cambio direccional, inyectados (codos y tes), dispongan de un radio de curvatura no inferior a 1,5 veces su diámetro.

La unión, entre accesorios y tubería, podrá realizarse, bien por junta deslizante (anillo adaptador) o bien por soldadura en frío. Estas se realizarán desengrasando y limpiando previamente las superficies a soldar, mediante líquido limpiador, aplicándose a continuación el correspondiente líquido soldador en tubo y pieza.

En las juntas deslizantes deberá utilizarse el lubricante específico que permite el montaje y garantiza la autolubricación.

Bajo ningún concepto se manipularán los accesorios standard.

Todos los elementos metálicos, excepto abrazaderas, serán de acero inoxidable (tapa de bote sifónico, sumideros, tornillería, etc.) e irán protegidos, con una filmación plástica, hasta su puesta en servicio.

Bajantes

En las bajantes pluviales, para la recogida de aguas en cubiertas, se emplearán sumideros, sifónicos o no, de PVC rígido, exento de plastificantes, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 Kg/cm². El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante el apriete mecánico "tipo brida" de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico. El sumidero permitirá, en su montaje, absorber diferencias de espesores de suelo, de hasta 90 mm.

Desagües interiores

La tubería, de ir colgada la instalación, se soportará mediante abrazaderas de PVC con varillas recibidas al forjado superior. En todos los casos, tanto instalaciones colgadas como no, se colocarán los absorbedores de dilatación necesarios (anillos adaptados), previéndose los puntos fijos precisos, para poder contrarrestar dichas dilataciones.

Cada cuarto de baño, o de aseo, irá dotado de su correspondiente cierre hidráulico, bien, centralizado por dependencia (bote sifónico) o bien, individual por aparato (sifones independientes).

En ningún caso, se podrá utilizar un bote sifónico, como cierre hidráulico de más de un cuarto de baño o aseo.

La altura de cierre hidráulico, en todos los sifones o botes sifónicos, no será en ningún caso inferior a 50 mm y se procurará que no sea superior a 70 mm.

Todos los cierres hidráulicos deberán ser registrables y su acceso e inspección se realizará desde el propio cuarto de baño, aseo o cocina. Bajo ningún concepto, dichos cierres hidráulicos, quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc. que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento.

En ningún caso, se permitirá la instalación de botes sifónicos, cuyo diseño pueda permitir, por sifonamiento, el vaciado del mismo.

Bajo ningún concepto, se permitirá el montaje de dos, o más, cierres hidráulicos en serie.

Las tapas de todos los botes sifónicos, dispondrán de un cierre hermético, siendo éste, estanco al aire y al agua.

Colectores al aire

La sustentación de la red se realizará mediante abrazaderas de hierro galvanizado, recibidas en el forjado inmediatamente superior y encastradas, sin apriete, en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos. Los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.

Deberán tener una pendiente como mínimo del 1%.

Cuando la generatriz superior del tubo, quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.

En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En todos los cambios de sentido, así como en su arranque inicial, la red de saneamiento irá dotada en la cabeza del colector, y aguas arriba, con un registro roscado para permitir su inspección y mantenimiento.

En los tramos rectos, se instalarán bocas o tapas de registro cada 15 m como máximo. Estos registros se instalarán siempre en la mitad superior de la tubería.

Colectores enterrados

En las redes de saneamiento enterradas y con interconexión por arquetas, la unión de la tubería de PVC a la arqueta, se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permite ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

Deberán tener una pendiente como mínimo del 2%.

En todos los casos, las redes de saneamiento enterradas, se montarán sobre un lecho de arena de río lavada, de 15 cm de altura como mínimo. De ser necesario, las abrazaderas se emplazarán exactamente igual que si la red fuera aérea, dejando éstas para ser recibidas en la losa de hormigón que conformará la solera.

Zanjas drenantes

Zanja drenante, en cuyo fondo se dispone un tubo ranurado de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, color teja RAL 8023, con ranurado a lo largo de un arco de 220°, según UNE-EN 13476-1.

Valvulería y sifones

Serán de polipropileno blanco o cromado. Su ensamblaje a interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas (Tuerca y junta tórica). Todas irán dotadas de su correspondiente tapón, cadeneta y juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.

Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado en aparatos sanitarios y de acero inoxidable para fregaderos. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.

En ningún caso se permitirá la conexión del desagüe de electrodomésticos al sifón de otro aparato. En el montaje de válvulas y sifones no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando expresamente prohibidas las uniones mediante enmasillado. El líquido soldador no debe usarse con material de polipropileno.

3. Condiciones de la instalación

Se garantizará en el diseño y su ejecución:

- La pendiente de la red horizontal de desagüe es entre 1 y 2% según uso.
- El desagüe de lavabos, baños y duchas con bote sifónico registrable antes de la acometida a bajantes.
- El desagüe de los fregaderos, lavaderos y aparatos de desagüe por bombeo a través de sifones individuales registrables.
- La provisión de rejilla desmontable y cierre hidráulico en los sumideros.
- Los encuentros de las bajantes con la red horizontal de saneamiento, mediante registros de PVC, tanto si la red es enterrada como suspendida.
- La posibilidad de dilatación libre en las conducciones y la protección de los materiales ante cualquier agresión.

4. Dimensionado de la instalación

El dimensionado de la instalación se detalla en la justificación del DB-HS 5.

AM1.3.

Memoria de instalaciones eléctricas

1. GENERALIDADES.

OBJETO Y NORMATIVA DE APLICACIÓN.

El proyecto consiste en la construcción de la ampliación de un edificio existente. El centro existente cuenta con un cuadro general de baja tensión. La instalación de la ampliación se conecta a la instalación eléctrica existente.

Se ajustará dicha instalación al REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION e INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS, así como las normas particulares de la Cía. Suministradora.

DESCRIPCION Y USO DEL EDIFICIO

La instalación eléctrica que pretende diseñar este proyecto, comprende:

- La ampliación del edificio de infantil con un nuevo módulo de una planta dedicada a aulas de infantil.

2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.

En la realización del presente Proyecto se han tenido en cuenta los criterios y prescripciones indicadas en los reglamentos vigentes, tanto en ámbito local como nacional, siendo las principales:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. RD 842/2002
- Normas de la Compañía Suministradora.
- Código técnico de la edificación
- Normas y Disposiciones Municipales.
- Condiciones Particulares de la Dirección Facultativa, en todo aquello que no se oponga al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Normas de la Compañía Suministrado.

CONDICIONES DE SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN

El suministro al edificio se realiza directamente por la compañía, en Baja Tensión. Dada la superficie a ampliar y el número máximo de ocupantes no resulta preceptivo ningún tipo de suministro complementario.

Los receptores serán monofásicos a 220/230 V, tanto en alumbrado como en tomas de usos varios, y trifásicos a 380/400 V, en equipos y usos específicos.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

LÍNEAS A CUADROS SECUNDARIOS.

Son los circuitos que, partiendo del Cuadro General de Mando y protección, (CGBT) alimentan a los distintos cuadros secundarios.

Se realizarán con conductores de cobre tipo RZ1-0,6/1 kV de aislamiento, instalados en el interior de tubos de PVC rígidos, que discurrirán por falsos techos. El diámetro de los mismos estará de acuerdo con lo establecido con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Podrán utilizarse bandejas ventiladas, en cuyo caso, los conductores se dispondrán en una sola capa clasificado por ternas con el neutro en el centro y separación el doble del diámetro de cada conductor unipolar, abrazados con bridas de poliamida.

Todas las líneas dispondrán de conductor de protección y serán continuas, no permitiéndose ningún tipo de corte o derivación en su recorrido.

CUADROS SECUNDARIOS.

Los Cuadros Secundarios de Protección se distribuyen por las distintas zonas del edificio tal y como se señala en planos. En ellos se alojan los distintos dispositivos de protección contra cortocircuitos, sobreintensidades y derivaciones a tierra, así como los elementos de mando de los correspondientes circuitos de alumbrado, usos varios y usos específicos.

En todos los casos serán metálicos, dispondrán de puertas frontales con cerradura y tapa de protección de conexiones en el interior, así como borna para conectar los conductores de protección.

Las características de los interruptores de protección tanto magnetotérmico como diferenciales, así como el número de circuitos en cada caso, queda especificados en los esquemas unifilares correspondientes. Todos los interruptores se seleccionan para un poder de corte como mínimo de 3kA.

El cableado interior de los cuadros se realizará con conductores flexibles de 0,6/1 kV libre de halógenos y autoextinguibles, utilizándose preferentemente peines de conexión.

Se dispondrán bornas de salida para la conexión de los diferentes circuitos de distribución, que deberán quedar convenientemente señalizadas.

CIRCUITOS INTERIORES.

Todos los circuitos interiores se realizarán con conductores unipolares de cobre, con aislamiento de V-750, autoextinguible, libre de halógenos, con designación ES07Z1-K. Se tenderán empotrados en paramentos verticales o sujetos a techo mediante bridas plásticas, en el interior de tubos de PVC flexibles de grado de protección 7, tipo "forroplast". Los conductores serán fácilmente identificables, utilizándose para ellos colores normalizados en el aislamiento.

Las secciones de los conductores y los diámetros de los tubos que los contienen quedan indicados en los esquemas unifilares correspondientes. Para su selección se han tenido en cuenta las exigencias al respecto del vigente REBT..

La instalación de alumbrado se resuelve en general con luminarias tipo "downlights" de Leds y pantallas de Led, habiéndose considerado los siguientes niveles de iluminación:

6.1 Jardines de infancia, guarderías

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
6.1.1	Sala de juegos	300	19	80	
6.1.2	Guardería	300	19	80	
6.1.3	Sala de manualidades	300	19	80	

6.2 Edificios educativos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
6.2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	80	La iluminación debería ser controlable
6.2.2	Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
6.2.3	Sala de lectura	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
6.2.4	Pizarra	500	19	80	Evitar reflexiones especulares
6.2.5	Mesa de demostraciones	500	19	80	En salas de lectura 750 lux
6.2.6	Aulas de arte	500	19	80	
6.2.7	Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	90	T _{CP} ≥ 5 000 K

6.2.8	Aulas de dibujo técnico	750	16	80	
6.2.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80	
6.2.10	Aulas de manualidades	500	19	80	
6.2.11	Talleres de enseñanza	500	19	80	
6.2.12	Aulas de prácticas de música	300	19	80	
6.2.13	Aulas de prácticas de informática	300	19	80	Trabajo con EPV: véase el apartado 4.11
6.2.14	Laboratorio de lenguas	300	19	80	
6.2.15	Aulas de preparación y talleres	500	22	80	
6.2.16	Halls de entrada	200	22	80	
6.2.17	Áreas de circulación, pasillos	100	25	80	
6.2.18	Escaleras	150	25	80	
6.2.19	Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80	
6.2.20	Salas de profesores	300	19	80	
6.2.21	Biblioteca: estanterías	200	19	80	
6.2.22	Biblioteca: salas de lectura	500	19	80	
6.2.23	Almacenes de material de profesores	100	25	80	
6.2.24	Salas de deportes, gimnasios, piscinas (uso general)	300	22	80	Para actividades más específicas, se deben usar los requisitos de la Norma EN 12193
6.2.25	Cantinas escolares	200	22	80	
6.2.26	Cocina	500	22	80	

En zonas de aulas y distribuidores se utilizarán luminarias de seguridad del tipo de las empleadas en la industria alimentaria, que incluye una protección exterior para evitar la caída de cristales en caso de rotura del tubo.

Por otro parte todos los puntos de alumbrado de zonas generales y exteriores se controlan desde un cuadro específico de encendido situado junto al cuadro general, para lo cual en los circuitos correspondientes se han previsto los necesarios contactores de mando, y también desde sus propios interruptores, como se exige en el CTE.

En lo que se refiere a las bases de enchufe, serán de seguridad excepto en los despachos y zona de servicio y estarán situadas a 1.5 m de altura con respecto a la cota del suelo terminado.

Cada circuito irá por una canalización propia, con cajas de registro independientes, provistas todas ellas de tapa atornillada. Todas las conexiones se realizarán en el interior de dichas cajas por medio de bornes o clemas adecuadas.

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se ha previsto un sistema de alumbrado de emergencia y señalización a través de equipos autónomos distribuidos por todo el edificio que garantiza un nivel mínimo de iluminación de 5 lux en el eje de pasillos y salidas.

La alimentación a dichos equipos se realiza mediante circuitos independientes alojados en tubos de protección específicos tal y como queda reflejado en planos de distribución en planta y esquemas unifilares.

RED DE PUESTA A TIERRA EDIFICIO

Se proyecta una red de tierras, de acuerdo con lo establecido al respecto en el vigente R.E.B.T.

La instalación se realizará con conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección enterrado a una profundidad de 80 cm., formando un anillo perimetral con conexión a las armaduras de las zapatas o pilotes. Asimismo se instalarán picas de acero cobrizado de 2 m. de longitud repartidas por el anillo e interconectadas con el mismo. Todas las conexiones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Deberá disponerse de un puente de medida próximo al cuadro general en el exterior del edificio, al que se conectará la instalación interior correspondiente, que estará compuesta por conductores de protección de la misma sección que los conductores de fase con un mínimo de 2,5 mm², en todos y cada uno de los circuitos hasta los elementos terminales.

Se cumplirán las exigencias de la Norma Tecnológica de la Edificación "Instalaciones de Puesta a Tierra", limitándose expresamente el valor máximo a 5 Ω .

PARARRAYOS

La justificación de su necesidad y sus características, se refleja en el DB SU-8.

RED VOZ-DATOS

Se ha previsto una instalación de voz/datos mediante una infraestructura de canalizaciones repartidas por todo el edificio con cajas de registro y cajas terminales con mecanismo incorporado y tomas doble tipo RJ-45, según se señala en planos. Se incluye expresamente en proyecto el cableado telefónico y la conexión con la red exterior.

ALARMA E INTRUSISMO

Se proyecta un sistema de seguridad compuesto por los siguientes elementos:

- Central de alarmas microprocesada bidireccional programable con capacidad de hasta 20 zonas de vigilancia, con teclado y fuente de alimentación y conexión automática a línea telefónica.
- Sirena de alarma e indicador óptico de acción en montaje interior y exterior, autoprotegida, con fuente de alimentación de emergencia.
- Detectores volumétricos de infrarrojos con sensor dual, detección de ángulo cero, programable.
- Cableado de interconexión en montaje bajo tubo de protección.

4. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Para el cálculo se ha considerado un coeficiente de simultaneidad de 0.5 para las tomas de usos varios, y sin coeficiente para el resto de circuitos (alumbrado, etc)

Se indica para cada circuito el cable escogido, en función de la caída de tensión y las intensidades máximas admisibles. La máxima caída de tensión es la suma de las producidas en la línea individual, a cuadros secundarios y circuitos a receptores. En este caso ningún circuito puede tener una caída superior a 3% en ninguno de sus circuitos. No deberán sobrepasar el 3% en alumbrado y el 5% en fuerza. Según dispone tal condición, se cumple verificando la suma de dichas caídas.

CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Los cálculos de iluminación se realizan por el método del flujo luminoso, aplicándose la siguiente expresión:

$$E_m = \Phi_T \times f_c \times f_u / S$$

Siendo:

E_m : Iluminación media

Φ_T : flujo luminoso total

f_c : factor de conservación

f_u : coeficiente de utilización

S: superficies del local

En este caso se han considerado las siguientes hipótesis de partida:

- Coeficientes de reflexión:
 - o Techo: 0,8
 - o Paredes: 0,5
 - o Suelo: 0,3
- Factor de conservación: 0,7
- Factor de utilización: en función de las características de las luminarias y el índice del local, entre 0,55 y 0,65

CÁLCULO DE LOS CUADROS SECUNDARIOS

CUADRO ELECTRICO: CS-PB. INFANTIL

Línea	Localización	F (RE BT)	Fs	cos φ	P(VA)	L (m)	Tensión (V)	I (A)	Tipo cable	S calent. (mm ²)	Máx. c.d.t. (%)	S c.d.t. (mm ²)	S _{tn} (mm ²)	S _T (mm ²)	c.d.t. real en V	c.d.t. real en % (Línea a receptor)	c.d.t. total en %	Tubo (mm)	S (mm ²)
A1	Alumbrado	1,8	1	1	280	20	230	1,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	1,5	1,5	0,6	0,25%	0,25%	20	2x1,5 + 1,5T
A2	Alumbrado	1,8	1	1	280	20	230	1,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	1,5	1,5	0,6	0,25%	0,25%	20	2x1,5 + 1,5T
A3	Alumbrado	1,8	1	1	280	20	230	1,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	1,5	1,5	0,6	0,25%	0,25%	20	2x1,5 + 1,5T
A4	Alumbrado	1,8	1	1	400	20	230	1,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	1,5	1,5	0,8	0,36%	0,36%	20	2x1,5 + 1,5T
A5	Alumbrado	1,8	1	1	400	20	230	1,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	1,5	1,5	0,8	0,36%	0,36%	20	2x1,5 + 1,5T
A6	Alumbrado	1,8	1	1	400	20	230	1,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	1,5	1,5	0,8	0,36%	0,36%	20	2x1,5 + 1,5T
A7	Alumbrado	1,8	1	1	150	20	230	0,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	1,5	1,5	0,3	0,14%	0,14%	20	2x1,5 + 1,5T
A8	Alumbrado	1,8	1	1	150	20	230	0,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	1,5	1,5	0,3	0,14%	0,14%	20	2x1,5 + 1,5T
A9	Alumbrado	1,8	1	1	150	20	230	0,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	1,5	1,5	0,3	0,14%	0,14%	20	2x1,5 + 1,5T
A10	Alumbrado	1,8	1	1	100	20	230	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,2	0,09%	0,09%	20	2x1,5 + 1,5T
A11	Alumbrado	1,8	1	1	100	20	230	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,2	0,09%	0,09%	20	2x1,5 + 1,5T
A12	Alumbrado	1,8	1	1	100	20	230	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,2	0,09%	0,09%	20	2x1,5 + 1,5T
E1	Al. Emergencia	1	1	1		20	230	0,0	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,0	0,00%	0,00%	20	2x1,5 + 1,5T
E2	Al. Emergencia	1	1	1		20	230	0,0	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,0	0,00%	0,00%	20	2x1,5 + 1,5T
E3	Al. Emergencia	1	1	1		20	230	0,0	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,0	0,00%	0,00%	20	2x1,5 + 1,5T
B1	Toma usos varios	1	1	1	1000	25	230	4,3	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,6	2,5	2,5	1,6	0,68%	0,68%	20	2x2,5 + 2,5T
B2	Toma usos varios	1	1	1	1000	25	230	4,3	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,6	2,5	2,5	1,6	0,68%	0,68%	20	2x2,5 + 2,5T
B3	Toma usos varios	1	1	1	750	25	230	3,3	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,4	2,5	2,5	1,2	0,51%	0,51%	20	2x2,5 + 2,5T
D1	Aire limpio	1,3	1	0,9	550	20	230	2,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	2,5	2,5	0,7	0,30%	0,30%	20	2x2,5 + 2,5T
D2	Aire limpio	1,3	1	0,9	550	20	230	2,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	2,5	2,5	0,7	0,30%	0,30%	20	2x2,5 + 2,5T
D3	Aire limpio	1,3	1	0,9	380	20	230	1,7	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	2,5	2,5	0,5	0,21%	0,21%	20	2x2,5 + 2,5T
Extr Ba	Derivación Ext. Bañ	1	1	1	200	20	400	0,3	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,0	6,0	6,0	0,0	0,01%	0,01%	25	4x6,0 + 6,0T
Extr Ba	Derivación Ext. Bañ	1	1	1	200	20	400	0,3	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,0	6,0	6,0	0,0	0,01%	0,01%	25	4x6,0 + 6,0T
Extr Ba	Derivación Ext. Bañ	1	1	1	200	20	400	0,3	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,0	6,0	6,0	0,0	0,01%	0,01%	25	4x6,0 + 6,0T
Caldera	Derivación	1	1	1	3300	25	400	4,8	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,9	6,0	6,0	0,6	0,15%	0,15%	25	4x6,0 + 6,0T
AE-1	Alumbrado exterior	1,8	1	1	200	75	230	0,9	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	3,0%	0,3	6,0	6,0	0,4	0,17%	0,17%	25	2x1,5 + 1,5T
AE-2	Alumbrado exterior	1,8	1	1	200	75	230	0,9	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	3,0%	0,3	6,0	6,0	0,4	0,17%	0,17%	25	2x1,5 + 1,5T
CS-INF	Derivación CS-INF	1	1	1	5000	5	400	7,2	RZ1 (0,6/1kV)	6	1,0%	0,3	10,0	10,0	0,1	0,03%	0,03%	25	4x6 + 6T
CI	Central incendios	1	1	1	500	20	230	2,2	Z1-K (0,6/1kV) AS	1,5	3,0%	0,2	1,5	1,5	1,0	0,45%	0,45%	20	2x2,5 + 2,5T
CS	Central seguridad	1	1	1	500	20	230	2,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	1,5	1,5	1,0	0,45%	0,45%	20	2x1,25 + 2,5T

PT(VA) 17330
PS(VA) 13135

CUADRO ELÉCTRICO CALDERA:

Línea	Localización	F (RE BT)	Fs	cos φ	P(VA)	L (m)	Tensión (V)	I (A)	Tipo cable	S calent. (mm ²)	Máx. c.d.t. (%)	S c.d.t. (mm ²)	S _{tn} (mm ²)	S _T (mm ²)	c.d.t. real en V	c.d.t. real en % (Línea a receptor)	c.d.t. total en %	Tubo (mm)	S (mm ²)
B	Toma usos varios	1	1	1	500	10	230	2,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,1	2,5	2,5	0,3	0,14%	0,14%	20	2x2,5 + 2,5T
A	Alumbrado	1,8	1	1	110	10	230	0,5	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,1	0,05%	0,05%	20	2x1,5 + 1,5T
Caldera	Caldera	1,3	1	0,9	250	10	400	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,01%	0,01%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	Primario	1,3	1	0,9	300	10	400	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,01%	0,01%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	Primario	1,3	1	0,9	300	10	400	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,01%	0,01%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	Suelo radiante	1,3	1	0,9	150	10	400	0,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	Suelo radiante	1,3	1	0,9	150	10	400	0,2	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	SIAPV	1,3	1	0,9	50	10	400	0,1	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	SIAPV	1,3	1	0,9	50	10	400	0,1	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	ACS	1,3	1	0,9	50	10	400	0,1	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	Recirculación	1,3	1	0,9	45	10	400	0,1	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Bombas	Recirculación	1,3	1	0,9	45	10	400	0,1	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	4,0	4,0	0,0	0,00%	0,00%	25	2x2,5 + 2,5T
Sist Control	Sist. Control	1	1	1	500	30	400	0,7	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,2	6,0	6,0	0,1	0,03%	0,03%	25	2x2,5 + 2,5T
Sist Control	Centralita gas	1	1	1	300	30	400	0,4	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,1	6,0	6,0	0,1	0,02%	0,02%	25	2x2,5 + 2,5T
Solar	Solar	1	1	1	500	30	400	0,7	RZ1 (0,6/1kV)	1,5	1,0%	0,2	6,0	6,0	0,1	0,03%	0,03%	25	2x2,5 + 2,5T

PT(VA) 3300
PS(VA) 2000

CUADRO ELÉCTRICO SALA TÉCNICA SECUNDARIA

Línea	Localización	F (RE BT)	Fs	cos φ	P(VA)	L (m)	Tensi ón (V)	I (A)	Tipo cable	S calent. (mm ²)	Máx. c.d.t. (%)	S c.d.t. (mm ²)	S _{tn} (mm ²)	S _T (mm ²)	c.d.t. real en V	c.d.t. real en % (Línea a receptor)	c.d.t. total en %	Tubo (mm)	S (mm ²)
B8	Toma usos varios	1	1	1	800	10	230	3,5	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	2,5	2,5	0,5	0,22%	0,22%	20	2x2,5 + 2,5T
A2	Alumbrado	1,8	1	1	100	20	230	0,4	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	1,5	1,5	0,2	0,09%	0,09%	20	2x1,5 + 2,5T
Pto usuario	Toma usos varios	1	1	1	1000	10	230	4,3	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	2,5	2,5	0,6	0,27%	0,27%	20	2x2,5 + 2,5T
Pto usuario	Toma usos varios	1	1	1	1000	10	230	4,3	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,2	2,5	2,5	0,6	0,27%	0,27%	20	2x2,5 + 2,5T
Pto usuario	Toma usos varios	1	1	1		10	230	0,0	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	2,5	2,5	0,0	0,00%	0,00%	20	2x2,5 + 2,5T
RACK	RACK	1	1	1	1800	10	230	7,8	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,4	2,5	2,5	1,1	0,49%	0,49%	20	2x2,5 + 2,5T
Vent.Rack	RACK	1	1	1	200	10	230	0,9	ES07Z1-K	1,5	3,0%	0,0	2,5	2,5	0,1	0,05%	0,05%	20	2x2,5 + 2,5T

PT(VA) 4900
PS(VA) 3500

AM1.4.-

Calefacción

1. Memoria descriptiva

Normativa aplicable

Los reglamentos y normas que resultan aplicables son los siguientes:

- Versión actualizada en septiembre de 2013 del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, teniendo en cuenta las correcciones de errores y modificaciones realizadas sobre el mismo a partir de su publicación en el B.O.E. del 29 de agosto de 2007.
- RD 909/2001 de 27 de julio por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Código Técnico de la Edificación
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

Condiciones de proyecto

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.15$

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Aula infantil	24	22	50
Baño calefactado	24	22	50
Distribuidor	24	22	50

Las temperaturas interiores son las marcadas en el IT 1.1.4.1.2:

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Las condiciones exteriores de cálculo se han obtenido de acuerdo con las normas UNE100014 y UNE 100001:2001, según se indica en RITE. De acuerdo con la primera de las normas, se considera el nivel percentil estacional del 97,5% de las temperaturas secas. Las condiciones interiores para el cálculo de la demanda térmica se han adoptado considerando lo prescrito en el RITE. En este caso no existe control de la humedad relativa, por lo que únicamente se fija la temperatura interior de cálculo. Se han considerado las temperaturas de cálculo reflejadas en la tabla antes expuesta.

- Término municipal: San Sebastián de los Reyes
- Altitud sobre el nivel del mar: 705 m
- Percentil para invierno: 97.5 %
- Temperatura seca en invierno: -3.70 °C

- Humedad relativa en invierno: 90 %
- Velocidad del viento: 4.4 m/s
- Temperatura del terreno: 5.00 °C
- Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
- Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
- Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
- Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
- Suplemento de intermitencia para calefacción: 15 %

Descripción de los cerramientos

Los coeficientes de transmisión de los cerramientos se han obtenido de acuerdo con su composición, las conductividades de cada capa y los coeficientes de convección definidos en el CTE.

Los valores obtenidos se recogen en la memoria de HE 1

Cálculo realizado teniendo en cuenta el sistema de purificación de aire

Para que el resultado final del cálculo de las pérdidas de calor se aproxime todo lo posible a la situación real vivida en el centro y se mantengan las condiciones óptimas para lograr el máximo confort se debe tener en cuenta el aire introducido con los equipos de purificación de aire. En el caso de los recintos con SIAV, el aire recirculado se encuentra a la misma temperatura que el interior, y por tanto, sólo se tiene en cuenta el aire que procede del exterior, por no estar calefactado. Se colocan unas baterías de agua conectadas a la caldera del centro en dichos SIAV para las situaciones en las que el aire interior se encuentra frío y por tanto se necesita un aporte extra de calor (como al comienzo de las clases).

Descripción del sistema de calefacción

Se trata de un sistema de calefacción por suelo radiante a baja temperatura. Este sistema de producción es realizado por una caldera instalada en la sala de calderas. De esta caldera se procede a la distribución en circuitos por la zona de infantil.

La distribución de la calefacción se llevará mediante tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255, serie M, que derivará en la distribución de caja con colectores y de aquí a cada circuito, equilibrado por válvulas de equilibrado dispuestas en las cajas colectoras. En cada segregación por cajas se dispondrá de llaves de corte.

El equilibrado de los circuitos interiores se realizará mediante el ajuste micrométrico de los caudalímetros.

Los emisores de calefacción en esta zona están formados por los circuitos de tuberías empotradas en el suelo de las estancias calefactadas de la Escuela.

Estos circuitos se realizarán mediante tubos de polietileno reticulado, de diámetro exterior 16 mm y espesor de 2 mm, con impulsión y retorno desde los distribuidores correspondientes.

La selección de los emisores de calefacción para este tipo de instalación consiste, una vez fijado el diámetro de los tubos a emplear y considerando las cargas térmicas y el tipo de suelo en cada estancia, en la determinación de la temperatura de distribución de agua y la distancia entre tubos de los circuitos. Existen por otra parte limitaciones en la superficie máxima calefactada por cada circuito. La determinación de estos parámetros se ha realizado de acuerdo con tablas basadas en la norma UNE EN 1264 sobre calefacción por suelo radiante.

Elementos componentes de una calefacción por suelo radiante

El forjado

El forjado es la estructura de la planta del edificio, en este caso es un forjado de placa alveolar de canto 20 cm y capa de compresión de 5 cm. Sirve de soporte a la calefacción por suelo radiante.

Aislante

El aislante situado sobre el forjado cumple la importante misión de evitar que el calor desprendido por los tubos pase al techo de la planta inferior (en este caso a la cámara del forjado sanitario). Este aislante debe ser de alta densidad para soportar sin aplastarse el peso del solado y lo que se coloque sobre él. Su espesor debe ser entre 2 y 4 cm, con una densidad entre 20 a 30 kg/m³.

Se coloca un aislamiento térmico de suelos bajo pavimento con panel de poliestireno extruido XPS, de superficie lisa, corte perimetral recto, de dimensiones 50 x 600 x 1250 mm, conductividad térmica 0.034W/mK, resistencia a compresión >300 kPa, resistencia térmica 1.50m²K/W, con clasificación de reacción al fuego E, conforme a la norma UNE EN 13164.

Franja lateral

En el perímetro del local, se debe poner una franja lateral de material aislante, de porexpán. Su misión es separar el mortero de los muros y tabiques impidiendo que se adhiera a los mismos y que se pierda el calor hacia el exterior, pero permitiendo una libre dilatación de la losa, impidiendo el puente térmico.

Lámina de separación

Una delgada capa de material plástico ha de ponerse entre el aislante y el mortero, para impedir que la humedad penetre en el aislamiento. Es una película de 0,2 a 0,4 mm de espesor de polietileno transparente.

Tubo

La red de tuberías es el elemento principal para ceder el calor al suelo.

El empleo de tubos para suelo radiante debe seguir, entre otras, las siguientes normas:

- Los tubos de material plástico deben estar homologados.
- El diámetro interior mínimo de los tubos será de 16 mm.
- Los tubos irán con juntas soldadas.
- Los tubos se recubrirán con un mínimo de 2 cm de cemento.
- El curvado de los tubos podrá hacerse en frío cuando el radio de curvatura sea al menos de 5 veces el diámetro de la tubería.

Tubo de polietileno reticulado: soporta temperaturas superiores a 60°C y se instala más fácilmente ya que es más flexible. Pero no se admiten soldaduras y se prohíbe realizar uniones metálicas.

El tipo de tubo y su diámetro condiciona el radio mínimo de curvatura de los tubos. Por otro lado, la forma de la habitación, la temperatura deseada y su uso final, determinarán la forma de distribución de los tubos.

Se tendrá en cuenta las Normas UNE-EN 53394 sobre materiales plásticos, manejo de tubos de polietileno.

Elementos de sujeción

Para fijar la red de tuberías al suelo hasta que se echa el mortero se requiere un sistema de sujeción por guías, grapas, tacos o módulos guía. Es un aspecto importante a la hora de rapidez de instalación y perfecta alineación de los tubos.

Las guías se colocan sobre la lámina y aislamiento en líneas transversales a las que seguirá el tubo. Suelen ser de plástico rígido o de hierro galvanizado.

En las guías se inserta un tornillo especial y un taco de nylon que penetra hasta el aislante. Las grapas se insertan directamente en la guía. Estos dispositivos abrazan al tubo para que no se salga ni se deslice. Existe un tipo de grapas que se puede anclar directamente al aislamiento ya que tienen un tornillo en forma de espiral que se puede enroscar a mano.

Mortero

El mortero es una mezcla de cemento, arena y agua que cumple varias funciones: proteger a los tubos de todo daño, servir de base para el solado y, la más importante, almacenar y difundir el calor que le transmiten los tubos de agua caliente.

Para aumentar las propiedades de moldeabilidad y resistencia a la compresión del mortero, se le añade un aditivo especial en la proporción indicada por el fabricante.

La capa de mortero sobre el circuito de suelo radiante será de un espesor de entre 45 y 50 mm.

Antes del vertido del mortero se llenarán los circuitos y se mantendrán a una presión de 6 bar para evitar aplastamientos de los tubos.

Distribuidor

El distribuidor es el aparato del cual salen los tubos que se reparten por el suelo y al cual vuelven. Su función es distribuir el agua caliente a los diversos circuitos. Cada ramal se unirá a un tubo mediante un racor. En el extremo de cada colector existe un purgador, manual o automático, para eliminar las posibles burbujas de aire que se introduzcan con el agua.

Los ramales del colector de ida, por los que sale el agua caliente hacia el suelo, tienen incorporados una válvula para regular el caudal de paso e incluso para anularlo si se desea que esa habitación no sea calefactada.

Los ramales de vuelta, por los que regresa el agua tras su paso por el suelo, llevan acoplados un termómetro, para leer la temperatura del agua fría, y un detentor para que el instalador regule el caudal.

El tubo de un circuito no debe superar en la medida de lo posible la longitud de 130 m para evitar pérdidas de presión y de temperatura considerables.

En las ubicaciones señaladas en planos se instalarán los distribuidores desde los que parten los circuitos de suelo radiante de cada estancia. Los distribuidores estarán formados por colectores de impulsión y retorno, y contarán con los siguientes elementos:

- Llaves de corte generales en los colectores de impulsión y retorno.
- Purgador automático.
- Grifo de llenado con tapón.
- Válvulas micrométricas en la impulsión de cada circuito.
- Válvulas con accionamiento eléctrico en el retorno de cada circuito.

Los distribuidores se alojarán en el interior de armarios metálicos con tapa.

Distribución de los tubos

Existen varias formas geométricas para distribuir el tubo en las habitaciones con la finalidad de que esté uniformemente repartido a lo largo de toda la superficie. Entre ellas cabe destacar:

- distribución en serpentín: es la forma más sencilla, la distancia entre los tubos es siempre la misma.
- distribución en espiral: se realiza una espiral cuadrada o rectangular de fuera a dentro, dejando hueco para que el tubo vuelva. Es más difícil de instalar, pero el resultado es mejor.
- distribución en doble serpentín: es como el serpentín simple pero dejando espacio para que el tubo vuelva haciendo un segundo serpentín paralelo. Este sistema es el más recomendable porque reúne las ventajas de los dos anteriores.

Módulo de distribución

El módulo de distribución es el parámetro que indica la distancia a la que deben ir los tubos en un determinado circuito.

El primer condicionante para el diseño del módulo es el diámetro mínimo de curvatura del tubo. Este depende del tipo de material del tubo y de su propio diámetro. El diámetro mínimo nunca se debe sobrepasar o el tubo se plegaría impidiendo el paso correcto del agua y provocando un punto débil. En nuestro caso se realizará cada 16 cm.

Equipos de producción de calefacción

Para el nuevo edificio de la ampliación se instala una caldera de condensación de gas natural de potencia 85 kW ubicada en el cuarto de calderas de la ampliación. Caldera de gas de condensación para instalaciones de calefacción por agua caliente y ACS, con quemador de premezcla modulante de bajo nivel de emisiones (con clase 5 de NOx) e intercambiador de alta eficiencia acero inox AISI 316 L, para una presión de trabajo máxima de 4 bar y una potencia útil de 85 kW con dimensiones compactas. Equipada con pantalla digital retroiluminada para señalar temperaturas de funcionamiento, modificar parámetros de funcionamiento, mostrar anomalías de funcionamiento y presión del circuito primario mediante manómetro digital. Marca: BAXIROCA o similar. Modelo: POWER HT-F 85. Rendimiento útil : 97,3% a 80/60°C y 107,3% al 30% de carga a 50/30%.

La chimenea para la evacuación de los humos de la caldera será de acero inoxidable de doble pared, con diámetro interior de 250 mm y diámetro exterior de 350 mm, según se obtiene de los cálculos realizados de acuerdo con la norma EN 13384-1.

Red hidráulica

La red hidráulica está formada por 3 circuitos: 1 circuito de alimentación para el suelo radiante, otro para la alimentación a las baterías de los SIAV y un tercero y último para complementar el aporte de la instalación de energía solar al suministro de ACS.

Los circuitos de calefacción que alimentan a los colectores discurrirán por el falso techo según los trazados indicados en planos. Se instalarán purgadores automáticos y manuales previstos en el inicio o final de cada circuito para permitir la eliminación del aire

La distribución de la calefacción se llevará mediante tubería de acero negro.

Las uniones se realizarán, en el caso de las tuberías de acero, mediante soldadura eléctrica, y en de las tuberías plásticas mediante soldadura por fusión, empleando en este último caso las herramientas propias del fabricante de los tubos y respetando las instrucciones del mismo en cuanto a tiempos y temperaturas del proceso.

Llenado y vaciado de los circuitos

El llenado de la instalación se realizará de acuerdo con la instrucción IT 1.3.4.2.2. del RITE. La alimentación de los circuitos se realizará mediante un dispositivo que servirá para reponer las pérdidas de agua. El dispositivo, denominado desconector, será capaz de evitar el reflujo del agua de forma segura en caso de caída de presión en la red pública, creando una discontinuidad entre el circuito y la misma red pública. Antes de este dispositivo se dispondrá una válvula de cierre, un filtro y un contador, en el orden indicado. El llenado será manual, y se instalará también un presostato que actúe una alarma y pare los equipos. En el tramo que conecta los circuitos cerrados al dispositivo de alimentación se instalará una válvula automática de alivio de diámetro mínimo DN 20 y tarada a una presión igual a la máxima de servicio en el punto de conexión más 0,2 a 0,3 bar, siempre menor que la presión de prueba.

El diámetro mínimo de las conexiones en función de la potencia útil nominal de la instalación se elegirá de acuerdo a lo indicado en la tabla 3.4.2.2.

Tabla 3.4.2.2 Diámetro de la conexión de alimentación		
Potencia útil nominal kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25

Tabla 3.4.2.2 Diámetro de la conexión de alimentación		
Potencia útil nominal kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

En nuestro caso, con una potencia de 85 kW, Calor DN = 20 mm y Frío DN = 25 mm.

Si el agua estuviera mezclada con un aditivo, la solución se preparará en un depósito y se introducirá en el circuito por medio de una bomba, de forma manual o automática.

Los vaciados de la instalación se realizarán, de acuerdo con la instrucción IT 1.3.4.2.3 del RITE. Los vaciados parciales se instalarán en cada ramal en los puntos más bajos de la instalación, a través de un elemento que tendrá un diámetro mínimo nominal de 20 mm. El vaciado total se hará por el punto accesible más bajo de la instalación a través de una válvula cuyo diámetro mínimo se indica en la tabla 3.4.2.3.:

Tabla 3.4.2.3 Diámetro de la conexión de vaciado		
Potencia térmica kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

En nuestro caso, con una potencia de 85 kW, Calor DN = 25 mm y Frío DN = 32 mm.

Compensación de la dilatación de tuberías

De forma general, las dilataciones de las tuberías se compensarán mediante los cambios de dirección de la red, sin necesidad de elementos adicionales.

Vaso de Expansión

Se ha previsto para absorber las variaciones del volumen de agua de la instalación por los cambios de temperatura un vaso de expansión cerrado con diafragma.

Cálculo del vaso de expansión:

- Vaso de expansión cerrado con diafragma
- Volumen aproximado de la instalación:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

V_t es el volumen total del vaso de expansión.

V es el volumen total de agua en el circuito.

C_e es el coeficiente de dilatación del fluido.

C_p es el coeficiente de presión del gas (aire o nitrógeno, según con qué llenemos el vaso)

$$Q = \text{Potencia caldera} = 85,00 \text{ kW}$$

$$V = Q [\text{kW}] \times 15/1,16 = 85 \times 15/1,16 = 1099,14 \text{ litros}$$

$$C_e = (3,24 \cdot t^2 + 102,13 \cdot t - 2708,3) \cdot 10^{-6}$$

t	Ce	Ce en %
30°C	0,00328	0,328
40°C	0,00656	0,656
50°C	0,0105	1,05
60°C	0,0151	1,51
70°C	0,0204	2,04
80°C	0,0262	2,623
90°C	0,0328	3,28
100°C	0,04	4

$$T_{\text{media}} = (T_{\text{impulsión}} + T_{\text{retorno}}) / 2 = (60^\circ\text{C} + 50^\circ\text{C}) / 2 = 55^\circ\text{C}; C_e = 0,0151$$

$$C_p = P_M / (P_M - P_m)$$

$$P_M = P_{\text{de tarado de la caldera}} + P_{\text{atmosférica}} = 3 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 4$$

$$P_m = P_{\text{estática}} = P_{\text{manométrica}} + P_{\text{atmosférica}} = 2 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = 3$$

$$C_p = 4 / (4 - 3) = 4$$

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p = 1099,14 \times 0,0151 \times 4 = 66,39 \text{ litros}$$

Se coloca un vaso de expansión de 80 l.

2. Cumplimiento del RITE

Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1

La preparación de agua caliente sanitaria se ha realizado cumpliendo con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación (ver cálculo de la instalación de fontanería y de energía solar)..

El sistema de acumulación de agua caliente sanitaria utilizado en la instalación está compuesto por los siguientes elementos de acumulación e intercambio de calor:

Interacumulador de intercambio simple, para producción de ACS

Equipos	Volumen de acumulación (l)
Tipo 1	200.00

Equipos	Referencia
Tipo 1	Depósito interacumulador solar de acero vitrificado de 200 l., con altura 1472 mm., diámetro 540 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 0,95 m2 de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico.

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

Cargas máximas simultáneas de calefacción

Conjunto: Centro						
Recinto	Planta	Carga interna sensible (kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal (m³/h)	Carga total (kcal/h)	Por superficie (kcal/(h·m²))	Total (kcal/h)
Aula 1	Planta baja	2003.92	310.70	1909.41	76.24	3913.33
Aula 2	Planta baja	1987.88	310.70	1909.41	75.76	3897.29
Aula 3	Planta baja	1898.72	310.70	1909.41	73.77	3808.13
Aula 4	Planta baja	1902.42	310.70	1909.41	74.43	3811.82
Aula 5	Planta baja	2077.23	310.70	1909.41	78.16	3986.64
Baño 1	Planta baja	417.99	82.3	389.68	91.71	807.67
Baño 2	Planta baja	406.89	82.3	391.73	90.21	798.61
Baño 3	Planta baja	448.93	46.37	273.56	116.86	722.49
Distribuidor	Planta baja	11749.92	410.44	2522.36	93.89	14272.27
Total			2135.6			
Carga total simultánea						36018.3

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

Cargas parciales y mínimas de calefacción

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Centro	41.82	41.82	41.82

Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

$Q_{\text{calefacción}}$ (kW)	$\%q_{\text{tub}}$	$\%q_{\text{equipos}}$	Q_{ACS} (kW)	Suplemento intermitencia %	Q_{SIAs} (kW)	Total (kW)
41.82	4.00	2.00	10	15	3.4*3	70.80
Abreviaturas utilizadas						
$P_{\text{instalada}}$	Potencia instalada (kW)		$\%q_{\text{equipos}}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
$\%q_{\text{tub}}$	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)		Q_{cal}	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

Se instala una caldera de condensación de gas natural de 85 kW.

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de gas de condensación para instalaciones de calefacción por agua caliente y ACS, con quemador de premezcla modulante de bajo nivel de emisiones (con clase 5 de NOx) e intercambiador de alta eficiencia acero inox AISI 316 L, para una presión de trabajo máxima de 4 bar y una potencia útil de 85 kW con dimensiones compactas. Equipada con pantalla digital retroiluminada para señalar temperaturas de funcionamiento, modificar parámetros de funcionamiento, mostrar anomalías de funcionamiento y presión del circuito primario mediante manómetro digital. Marca: BAXIROCA o similar. Modelo: POWER HT-F 85. Rendimiento útil : 97,3% a 80/60°C y 107,3% al 30% de carga a 50/30%.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2

Aislamiento térmico en redes de tuberías

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de invierno: -3.7 °C

Velocidad del viento: 4.4 m/s

Tuberías en contacto con el ambiente interior

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados:

Tubería	\varnothing	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (kcal/(h·m))	$q_{\text{cal.}}$ (kcal/h)
Tipo 1	1 1/2"	0.037	29	15.30	15.17	11.94	363.8
Tipo 1	1 1/4"	0.037	27	47.41	48.18	9.24	883.1
Tipo 1	1"	0.037	27	15.53	15.78	8.77	274.7
						Total	1639

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (kcal/(h·m))	$q_{\text{cal.}}$ (kcal/h)
Abreviaturas utilizadas							
Ø	Diámetro nominal			$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno		
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento			$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud		
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento			$q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción		
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión						

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

Pérdida de calor en tuberías

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	85.00
Total	85.00

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	q_{cal} (kcal/h)	Pérdida de calor (%)
85.00	1903.6	2.2

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

El sistema de control empleado es THM-C1. Se coloca un termostato en cada aula para regular cada colector.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5

Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico (ver cálculo de instalación de energía solar).

Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Calderas y grupos térmicos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de gas de condensación para instalaciones de calefacción por agua caliente y ACS, con quemador de premezcla modulante de bajo nivel de emisiones (con clase 5 de NOx) e intercambiador de alta eficiencia acero inox AISI 316 L, para una presión de trabajo máxima de 4 bar y una potencia útil de 85 kW con dimensiones compactas. Equipada con pantalla digital retroiluminada para señalizar temperaturas de funcionamiento, modificar parámetros de funcionamiento, mostrar anomalías de funcionamiento y presión del circuito primario mediante manómetro digital. Marca: BAXIROCA o similar. Modelo: POWER HT-F 85. Rendimiento útil : 97,3% a 80/60°C y 107,3% al 30% de carga a 50/30%.

Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Circulador para instalación de calefacción por agua caliente hasta 10 bar y 120°C mediante bomba gemela, para una potencia de 70.000 kcal/h., un caudal de 3,5 m³/h. y 5 m.c.a., con motor de rotor sumergido, cojinetes de grafito, juego de racores, conexionado eléctrico e instalado. Acorde RITE 2007

Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

Condiciones generales

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

Salas de máquinas IT 1.3.4.1.2 y norma UNE 60601-2013

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se han dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE y la norma UNE 60601-2013.

La sala se encuentra en planta sobre nivel de calle. La Tabla 1 exige superficie de baja resistencia, ventilación A o B (ventilación natural o forzada) y D (sistema detección y sistema de corte). No se permite la utilización de salas de máquinas para otros fines distintos a su propósito ni la realización en ellas de trabajos ajenos a los propios de la instalación.

Los elementos estructurales soportan los esfuerzos mecánicos a que vayan a ser sometidos por los equipos e instalaciones utilizadas.

Los motores y sus transmisiones, así como los elementos móviles o giratorios deben estar convenientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

La conexión entre los generadores y sus conductos de evacuación a las chimeneas es perfectamente accesible.

El recinto dispone de un elemento de baja resistencia mecánica, en comunicación con el exterior, con una superficie mínima que en metros cuadrados, es la centésima parte del volumen del local expresado en metros cúbicos con un mínimo de un metro cuadrado.

$24 \text{ m}^3/100 = 0,24 \text{ m}^2$. La puerta se usa como elemento de baja resistencia mecánica ($1,2 \text{ m} \times 2,20 \text{ m} = 2,64 \text{ m}^2$) $2,64 \text{ m}^2$ es superior a 1 m^2 mínimo exigido.

La superficie de baja resistencia mecánica (la puerta) es parte del paramento de la sala en contacto directo con el exterior. La sección de ventilación o la puerta directa al exterior pueden ser parte de esta superficie. La superficie de baja resistencia mecánica no se practica a patios que en su proyección vertical contengan escaleras o ascensores.

Los elementos de cerramiento no permiten filtraciones de humedad.

Se dispone un desagüe en la sala conectado a la red de saneamiento existente.

La distancia máxima desde cualquier punto a la salida no supera los 15 m.

La puerta de acceso comunica directamente con el exterior. Las dimensiones mínimas de la puerta de acceso son de 0,8 m de ancho y 2,00 m de alto (en este caso 1,2 m de ancho y 2,20 de alto). Dispone de cerradura con llave desde el exterior y de fácil apertura desde el interior, incluso si se han cerrado desde el exterior. No hay obstáculos que impidan su apertura.

En el exterior y en lugar y forma visible se colocan las siguientes inscripciones:

SALA DE MÁQUINAS
GENERADORES A GAS
PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO

Se respetarán las distancias en la sala marcadas en el apartado 5.2.4.

La instalación eléctrica cumplirá con la reglamentación vigente. El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipados en la sala o al menos el interruptor general está situado en las proximidades de la puerta principal de acceso.

El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas es igual o superior a 200 lux con una uniformidad media de 0,5. La salida de la sala está señalizada por medio de un aparato autónomo de emergencia.

En el interior de la sala de máquinas deben figurar, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:

- Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de de urgencia y dispositivo de corte rápido
- Nombre, dirección y teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento
- Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo y del responsable del edificio
- Instalación de puestos de extinción y extintores cercanos
- Plano con esquema de principio de la instalación.

Instalación de gas en locales o recintos

Sobre la derivación a cada generador se coloca antes, e independientemente de las válvulas de control y/o seguridad del equipo, una llave de cierre manual de fácil acceso.

Se instala una electroválvula de corte en el exterior de fácil acceso y localización. La conducción de entrada de gas no atraviesa la superficie de baja resistencia mecánica ni se fija ninguna tubería de gas a la misma. Dicha conducción no discurre sobre la zona de proyección de la posible fractura de dicha superficie.

Las rejillas de ventilación distan 50 cm de cualquier otra abertura.

Entrada inferior. Su borde superior dista como máximo 50 cm del nivel del suelo.

La sección mínima necesaria debe ser superior a 5 cm^2 por cada KW instalado.

$5 \text{ cm}^2 \times 85 \text{ KW} = 425 \text{ cm}^2$ Si el orificio es de forma rectangular la sección libre total debe aumentarse en un 5% (447 cm^2). La longitud del lado mayor no será superior a 1,5 veces la longitud del lado menor.

Solución adoptada

Tomaremos una rejilla de superficie útil $30 \times 30 \text{ cm}$ (900 cm^2) superior a la superficie mínima exigida.

Ventilación superior de la sala de calderas. La distancia de su borde inferior al techo no es mayor que 30 cm.

La sección de la rejilla de evacuación del aire interior de la sala debe ser igual a la obtenida por la siguiente expresión:

$$S = 10 \times A$$

Donde

A es la superficie de la planta de la sala de máquinas expresada en m^2 .

La sección total S debe tener como mínimo un área de 250 cm^2 . Si el orificio es de forma rectangular la sección libre total debe aumentarse en un 5%. La longitud del lado mayor no será superior a 1,5 veces la longitud del lado menor.

En nuestro caso: $10 \times 8 \text{ m}^2 = 80 \text{ cm}^2$ (5% -> 84 cm^2)

Solución adoptada

Se elige una rejilla de superficie útil 30 x 30 cm (900 cm²)

Se instala en el cuarto de máquinas un sistema de detección y corte de gas. Los detectores se activarán antes de que se alcance el 30% del límite inferior de explosividad del gas. Se instalan dos detectores (mínimo uno por cada 25 m² con un mínimo de dos) a menos de 30 cm del techo. El sistema de detección activa el sistema de corte (electroválvula de corte) Se sitúa la electroválvula de corte en el exterior.

La sala se considera sala de riesgo alto por ser edificio institucional o de pública concurrencia. Requisitos exigidos:

- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general (como ocurre en este caso) deben situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.
- Ningún punto de la sala debe estar a más de 7,5 m de una salida, cuando la sala tenga más de 100 m² de superficie en planta (no se aplica por no tener más de 100 m²)

Cuando la sala tenga dos o más accesos, uno de ellos al menos debe dar salida al exterior

Chimeneas

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

Almacenamiento de biocombustibles sólidos

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

Alimentación

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

Vaciado y purga

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor DN (mm)	Frio DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

Expansión y circuito cerrado

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

Dilatación, golpe de ariete, filtración

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

Conductos de aire

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental tiene una temperatura mayor que 60 °C .

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C. Según apartado IT 1.2.4.1.2.1 los emisores están calculados para una temperatura media de emisor de 60°C como máximo.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

3. Dimensionado

Sistemas de conducción de agua. Tuberías

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ (mm)	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
Inicio	Final	Tipo						
N1-Planta baja	N4-Planta baja	Impulsión (*)	40.0	1.08	0.9	42.57	1.410	4.25
A38-Planta baja	A38-Planta baja	Impulsión	32.0	0.40	0.5	3.00	0.045	22.58
A45-Planta baja	A45-Planta baja	Impulsión (*)	40.0	0.69	0.5	3.00	0.041	84.04
A45-Planta baja	N4-Planta baja	Impulsión (*)	40.0	0.69	0.5	1.85	0.025	4.28
N4-Planta baja	A38-Planta baja	Impulsión	32.0	0.40	0.5	8.79	0.132	4.39
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Impulsión	20.0	0.15	0.5	3.65	0.090	2.73
A3-Planta baja	A63-Planta baja	Impulsión	20.0	0.15	0.5	2.49	0.061	2.64
A37-Planta baja	A37-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.73	0.9	2.15	0.056	2.56
A37-Planta baja	N9-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.73	0.9	0.35	0.009	2.56
N9-Planta baja	A65-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.59	0.8	0.44	0.010	2.57
A63-Planta baja	N9-Planta baja	Impulsión	20.0	0.15	0.5	0.46	0.011	2.58
A65-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión (*)	50.0	1.59	0.8	12.36	0.269	2.84
A53-Planta baja	A53-Planta baja	Impulsión	32.0	0.50	0.6	3.00	0.070	26.18
A53-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión	32.0	0.50	0.6	0.74	0.017	2.86
N3-Planta baja	N2-Planta baja	Retorno (*)	40.0	1.08	0.9	43.24	1.449	1.79
A38-Planta baja	A38-Planta baja	Retorno	32.0	0.40	0.5	3.00	0.046	1.98
A45-Planta baja	A45-Planta baja	Retorno (*)	40.0	0.69	0.5	3.00	0.041	1.86
A45-Planta baja	N2-Planta baja	Retorno (*)	40.0	0.69	0.5	1.94	0.027	1.82
N2-Planta baja	A38-Planta baja	Retorno	32.0	0.40	0.5	8.89	0.136	1.93
A3-Planta baja	A3-Planta baja	Retorno	20.0	0.15	0.5	3.65	0.091	0.22
A3-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno	20.0	0.15	0.5	2.58	0.064	0.13
A37-Planta baja	A37-Planta baja	Retorno (*)	50.0	1.73	0.9	2.15	0.056	0.06
A37-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno (*)	50.0	1.73	0.9	0.28	0.007	0.06
N15-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno (*)	50.0	1.59	0.8	12.74	0.281	0.34
A53-Planta baja	A53-Planta baja	Retorno	32.0	0.50	0.6	3.00	0.071	0.44
A53-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	32.0	0.50	0.6	0.88	0.021	0.37

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas			
Φ	<i>Diámetro nominal</i>	L	<i>Longitud</i>
Q	<i>Caudal</i>	ΔP_1	<i>Pérdida de presión</i>
V	<i>Velocidad</i>	ΔP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>

4. Sistemas de suelo radiante

1.- Bases de cálculo

1.1.- Cálculo de la carga térmica de los recintos

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, la carga térmica calculada se considera un porcentaje del 70% de la carga térmica instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	$Q_{N,f \text{ calefacción}}$ (kcal/h)	S (m ²)	q calefacción (kcal/(h·m ²))
Centro	Baño 1	Planta baja	807.67	8.81	91.7
	Distribuidor	Planta baja	14272.27	152.01	93.9
	Aula 2	Planta baja	3897.29	51.44	75.8

Conjunto de recintos		Recinto	Planta	Q _{N,f calefacción} (kcal/h)	S (m²)	q calefacción (kcal/(h·m²))
		Aula 1	Planta baja	3913.33	51.33	76.2
		Aula 4	Planta baja	3811.82	51.22	74.4
		Aula 5	Planta baja	3986.64	51.00	78.2
		Baño 3	Planta baja	722.49	6.18	116.9
		Baño 2	Planta baja	798.61	8.85	90.2
		Aula 3	Planta baja	3808.13	51.62	73.8
Abreviaturas utilizadas						
Q _{N,f calefacción}	Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante			q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción	
Q _{N,f refrigeración}	Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante			q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración	
S	Superficie del recinto					

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto	$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (kcal/(h·m ²))
Zona de permanencia (ocupada)	29	20	86
Cuartos de baño y similares	33	24	86
Zona periférica	35	20	151
Abreviaturas utilizadas			
$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo		q_G Densidad de flujo térmico límite
θ_i	Temperatura del recinto		

La temperatura media de la superficie del suelo según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:

Calefacción

$$q = 8.92(\theta_{f,m} - \theta_i)^{1.1} (W / m^2)$$

Refrigeración

$$q = 7(|\theta_{s,m} - \theta_i|)(W / m^2)$$

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. En caso de necesitar complementar el sistema de suelo radiante se utilizará el SIAV con batería colocado en el cambiador. Para el caso de los recintos que superan la densidad máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

1.2.- Localización de los colectores

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
Conjunto	CC 1	C 1	Baño 1	Planta baja
		C 2	Distribuidor	Planta baja
		C 3	Distribuidor	Planta baja

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
		C 4	Aula 2	Planta baja
		C 5	Aula 2	Planta baja
		C 6	Aula 1	Planta baja
		C 7	Aula 1	Planta baja
	CC 2	C 1	Aula 4	Planta baja
		C 2	Aula 4	Planta baja
		C 3	Aula 5	Planta baja
		C 4	Distribuidor	Planta baja
		C 5	Baño 3	Planta baja
		C 6	Aula 5	Planta baja
	CC 3	C 1	Distribuidor	Planta baja
		C 2	Distribuidor	Planta baja
		C 3	Baño 2	Planta baja
		C 4	Distribuidor	Planta baja
		C 5	Aula 3	Planta baja
		C 6	Aula 3	Planta baja

1.3.- Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l$$

donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m²)

e = Separación entre tuberías (m)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m²)	q calefacción (kcal/(h·m²))	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
Conjunto	CC 1	C 1	Espiral	16	8.81	91.7	170.0	58.4
		C 2	Espiral	26	15.33	107.4		64.3
		C 3	Espiral	26	22.46	107.4		92.9
		C 4	Espiral	26	26.48	82.0		124.7
		C 5	Espiral	26	21.06	82.0		90.9
		C 6	Espiral	26	26.29	80.6		120.7
		C 7	Espiral	26	22.23	80.6		90.9
	CC 2	C 1	Espiral	26	24.86	76.6	170.0	98.0
		C 2	Espiral	26	24.89	76.6		104.6
		C 3	Espiral	26	24.01	83.7		94.3
		C 4	Espiral	26	20.92	107.4		81.6
		C 5	Espiral	26	6.18	107.4		46.5
		C 6	Espiral	26	23.62	83.7		104.7
	CC 3	C 1	Espiral	26	20.33	107.4	170.0	85.4
		C 2	Espiral	26	21.60	107.4		110.7
		C 3	Espiral	16	8.85	90.2		58.5
		C 4	Espiral	26	32.19	107.4		169.1
		C 5	Espiral	26	26.44	80.5		125.0
		C 6	Espiral	26	20.88	80.5		90.8
Abreviaturas utilizadas								
S	Superficie del recinto			q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración			
q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción							

1.4.- Cálculo de la temperatura de impulsión del agua

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

Una vez obtenida la densidad máxima de flujo térmico y considerando un salto térmico de 5°C, se calcula la temperatura de impulsión.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H$$

donde:

q = Densidad de flujo térmico

$\Delta\theta_H$ = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Temperatura del recinto

K_H = Constante que depende de las siguientes variables:

- Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)
- Losa de cemento (espesor y conductividad)
- Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

En el Anexo Norma UNE-EN 1264 se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo.

Para el resto de recintos se debe utilizar la misma formulación, siendo la temperatura de retorno de cada uno de los circuitos el valor calculado.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Conjunto de recintos		Armario de colectores	Circuito	θ_v calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	Potencia calefacción (kcal/h)
Conjunto	CC 1	C 1	60.5	45.5	807.7	
		C 2	60.5	55.5	1646.8	
		C 3	60.5	55.5	2411.8	
		C 4	60.5	45.5	2171.0	
		C 5	60.5	45.5	1726.3	
		C 6	60.5	45.5	2120.3	
		C 7	60.5	45.5	1793.0	
	CC 2	C 1	60.5	45.5	1905.0	
		C 2	60.5	45.5	1906.8	
		C 3	60.5	45.5	2010.0	
		C 4	60.5	55.5	2246.3	
		C 5	60.5	55.5	664.0	
		C 6	60.5	45.5	1976.6	
	CC 3	C 1	60.5	55.5	2183.0	
		C 2	60.5	55.5	2319.7	
		C 3	60.5	45.5	798.6	
		C 4	60.5	55.5	3457.2	
		C 5	60.5	45.5	2127.7	
		C 6	60.5	45.5	1680.5	
Abreviaturas utilizadas						
θ_v calefacción	Temperatura de impulsión calefacción		θ_v refrigeración	Temperatura de impulsión refrigeración		
θ_R calefacción	Temperatura de retorno calefacción		θ_R refrigeración	Temperatura de retorno refrigeración		

1.5.- Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_w} \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u} \right)$$

donde:

A_F = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

q = Densidad de flujo térmico

δ = Salto de temperatura

c_w = Calor específico del agua

R_o = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

R_u = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

θ_u = Temperatura del recinto inferior

θ_i = Temperatura del recinto

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda, B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_u = R_{\lambda, 1} + R_{\lambda, 2} + R_{\lambda, 3} + R_{\alpha, 4}$$

$$R_{\alpha, 4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

donde:

$R_{\lambda, 1}$ = Resistencia térmica del aislante

$R_{\lambda, 2}$ = Resistencia térmica del falso techo

$R_{\lambda, 3}$ = Resistencia térmica del enlucido

$R_{\alpha, 4}$ = Resistencia térmica del techo

2.- Dimensionado

2.1.- Dimensionado del circuito hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

- Velocidad máxima = 0.5 m/s

Se describe a continuación la instalación calculada:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	Ø _N (mm)	Caudal calefacción (l/h)	ΔP calefacción (m.c.a.)
Conjunto	CC 1	Tipo 1	C 1	16	70.15	0.3
			C 2	16	427.78	7.7
			C 3	16	626.49	22.2
			C 4	16	189.02	3.5
			C 5	16	150.31	1.7
			C 6	16	184.69	3.2
			C 7	16	156.17	1.8
	CC 2	Tipo 1	C 1	16	166.14	2.2
			C 2	16	166.30	2.3
			C 3	16	174.92	2.3
			C 4	16	583.51	17.1
			C 5	16	172.48	1.1
			C 6	16	172.02	2.5
	CC 3	Tipo 1	C 1	16	567.06	17.0
			C 2	16	602.57	24.7
			C 3	16	69.39	0.3
			C 4	16	898.05	78.7
			C 5	16	185.34	3.3
C 6			16	146.38	1.6	
Abreviaturas utilizadas						
Ø _N	Diámetro nominal		Caudal refrigeración	Caudal del circuito refrigeración		
Caudal calefacción	Caudal del circuito calefacción		ΔP refrigeración	Pérdida de presión del circuito refrigeración		
ΔP calefacción	Pérdida de presión del circuito calefacción					

La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.

Bombas de circulación		
	Caudal (m3/h)	Presión disponible (m.c.a.)
Circuito 1	3.5	5

ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot \Delta \theta_H$$

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T \cdot a_T^{m_T} \cdot a_U^{m_U} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta \theta_H$$

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla $T < 0.375$ m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla $T > 0.375$ m.

$$q = q_{0.375} \frac{0.375}{T}$$

a_B : Factor de revestimiento del suelo

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

α = Coeficiente de transmisión térmica: (8.92) W/m²·K

$\lambda_{u,0}$ = 1 W/m·K

$S_{u,0}$ = 0.045 m

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento

λ_E = Conductividad térmica del revestimiento

a_T: Factor de paso

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
a _T	1.23	1.188	1.156	1.134

a_U: Factor de recubrimiento

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _U			
0.05	1.069	1.056	1.043	1.037
0.075	1.066	1.053	1.041	1.035
0.1	1.063	1.05	1.039	1.0335
0.15	1.057	1.046	1.035	1.0305
0.2	1.051	1.041	1.0315	1.0275
0.225	1.048	1.038	1.0295	1.026
0.3	1.0395	1.031	1.024	1.021
0.375	1.03	1.022	1.018	1.015

a_D: Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _U			
0.05	1.013	1.013	1.012	1.011
0.075	1.021	1.019	1.016	1.014
0.1	1.029	1.025	1.022	1.018
0.15	1.04	1.034	1.029	1.024
0.2	1.046	1.04	1.035	1.03
0.225	1.049	1.043	1.038	1.033
0.3	1.053	1.049	1.044	1.039
0.375	1.056	1.051	1.046	1.042

$$m_T = 1 - \frac{T}{0.075}$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición 0.050 m <= T <= 0.375 m, donde T es la separación entre tuberías.

$$m_u = 100(0.045 - S_u)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $S_u \geq 0.015$ m, donde S_u es el espesor de la capa por encima de la tubería.

$$m_D = 250(D - 0.020)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.010 \text{ m} \leq D \leq 0.030 \text{ m}$, donde D es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.

$$B = B_0$$

Tipo de superficie	B_0 (kcal/(h m ² °C))
Suelo radiante para calefacción	5.8
Suelo radiante para refrigeración	4.5

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

Conductividad térmica

$$\lambda_R = \lambda_{R,0} = 0.35 \quad (\text{W / mK})$$

Espesor de la capa

$$s_R = s_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002 \text{ m}$$

Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{B_0} + \frac{1.1}{\pi} \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot T \cdot \left[\frac{1}{2\lambda_R} \ln \frac{d_a}{d_a - 2s_R} - \frac{1}{2\lambda_{R,0}} \ln \frac{d_a}{d_a - 2s_{R,0}} \right]$$

donde:

λ_R = Conductividad de la capa de la tubería

$\lambda_{R,0} = 0.35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

s_R = Espesor de pared de la tubería

$s_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002 \text{ m}$

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

donde:

θ_R = Temperatura de retorno

θ_V = Temperatura de impulsión

θ_i = Temperatura del recinto

Anexo. Listado completo de cargas térmicas

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Aula 1 (Aula infantil)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 22.0 °C			Temperatura exterior = -3.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						87.75 20.25
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	NO	15.8	0.19	298	Claro	
Fachada	SO	4.2	0.19	298	Claro	
Ventanas exteriores						806.06 242.73
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	NO	11.3	2.42			
1	NO	2.9	2.79			
Cubiertas						288.15
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	51.3	0.22	716	Intermedio		
Forjados inferiores						256.62
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	51.3	0.29	675			
Cerramientos interiores						20.45 67.20
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	4.8	0.33	52			
Pared interior	28.4	0.18	298			
Total estructural						1789.22
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 214.71
Cargas internas totales						2003.92
Ventilación						1909.41
Caudal de ventilación total (m³/h)						
310.7						
Potencia térmica de ventilación total						1909.41
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 51.3 m²			76.2 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		3913.3 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Aula 2 (Aula infantil)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 22.0 °C			Temperatura exterior = -3.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	NO	15.7	0.19	298	Claro	87.04
Fachada	NE	9.3	0.19	298	Claro	51.47
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	NO		11.3	2.42		806.06
1	NO		2.9	2.79		242.73
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	51.4	0.22	716	Intermedio		288.78
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	51.4	0.29	675			257.18
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	4.8	0.33	52			20.45
Pared interior	8.9	0.18	298			21.19
Total estructural						1774.89
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 212.99
Cargas internas totales						1987.88
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
310.7						1909.41
Potencia térmica de ventilación total						1909.41
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 51.4 m²			75.8 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		3897.3 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Aula 3 (Aula infantil)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	15.6	0.19	298	Claro	83.13
Fachada	S	8.9	0.19	298	Claro	42.92
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	O		11.3	2.42		771.02
1	O		2.9	2.79		232.18
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	51.6	0.22	716	Intermedio		289.80
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	51.6	0.29	675			258.08
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	4.3	0.33	52			18.17
Total estructural						1695.29
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 203.43
Cargas internas totales						1898.72
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
310.7						1909.41
Potencia térmica de ventilación total						1909.41
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 51.6 m²		73.8 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		3808.1 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Aula 4 (Aula infantil)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	8.8	0.19	298	Claro	51.00
Fachada	O	15.6	0.19	298	Claro	82.83
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	O	11.3	2.42			771.02
1	O	2.9	2.79			232.18
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	51.2	0.22	716	Intermedio	287.52	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	51.2	0.29	675	256.06		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	4.2	0.33	52	17.98		
Total estructural						1698.59
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 203.83
Cargas internas totales						1902.42
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
310.7						1909.41
Potencia térmica de ventilación total						1909.41
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 51.2 m²			74.4 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		3811.8 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Aula 5 (Aula infantil)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						155.48 76.07 79.24
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	E	29.3	0.19	298	Claro	
Fachada	N	13.1	0.19	298	Claro	
Fachada	O	14.9	0.19	298	Claro	
Ventanas exteriores						771.02 232.18
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	O	11.3	2.42			
1	O	2.9	2.79			
Cubiertas						286.33
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	51.0	0.22	716	Intermedio		
Forjados inferiores						254.36
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	50.9	0.29	675			
Total estructural						1854.67
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 222.56
Cargas internas totales						2077.23
Ventilación						1909.41
Caudal de ventilación total (m³/h)						
310.7						
Potencia térmica de ventilación total						1909.41
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 51.0 m²			78.2 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		3986.6 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Baño 1 (Baño calefactado)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						31.10
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	NO	5.6	0.19	344	Claro	
Ventanas exteriores						213.72
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	NO	2.7	2.71			
Cubiertas						49.43
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	8.8	0.22	716	Intermedio		
Forjados inferiores						44.03
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	8.8	0.29	675			
Cerramientos interiores						34.93
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	8.3	0.33	98			
Total estructural						373.21
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 44.78
Cargas internas totales						417.99
Ventilación						389.68
Caudal de ventilación total (m³/h)						
63.4						
Potencia térmica de ventilación total						389.68
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 8.8 m²			91.7 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		807.7 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Baño 2 (Baño calefactado)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						30.04
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	5.7	0.19	344	Claro	
Ventanas exteriores						204.43
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
1	O	2.7	2.71			
Cubiertas						49.70
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	8.9	0.22	716	Intermedio		
Forjados inferiores						44.26
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	8.9	0.29	675			
Cerramientos interiores						34.87
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	8.3	0.33	99			
Total estructural						363.29
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 43.59
Cargas internas totales						406.89
Ventilación						391.73
Caudal de ventilación total (m³/h)						
63.7						
Potencia térmica de ventilación total						391.73
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 8.9 m²			90.2 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		798.6 kcal/h

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Baño 3 (Baño calefactado)		Conjunto					
Condiciones de proyecto							
Internas		Externas					
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %					
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores							43.11 57.97 29.71
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	E	8.1	0.19	344	Claro		
Fachada	N	10.0	0.19	344	Claro		
Fachada	O	5.6	0.19	344	Claro		
Ventanas exteriores							204.43
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))				
1	O		2.7	2.71			
Cubiertas							34.71
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color			
Azotea	6.2	0.22	716	Intermedio			
Forjados inferiores							30.91
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)				
Forjado sanitario	6.2	0.29	675				
Total estructural						400.83	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 48.10	
Cargas internas totales						448.93	
Ventilación							273.56 273.56
Caudal de ventilación total (m³/h)							
44.5							
Potencia térmica de ventilación total						273.56	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.2 m²		116.9 kcal/(h·m²)		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		722.5 kcal/h	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
Distribuidor (Distribuidor)		Conjunto				
Condiciones de proyecto						
Internas		Externas				
Temperatura interior = 22.0 °C		Temperatura exterior = -3.7 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (kcal/h)
Cerramientos exteriores						305.13 58.57 29.79 283.54 22.36
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	E	57.4	0.19	298	Claro	
Fachada	O	11.0	0.19	298	Claro	
Fachada	NO	5.4	0.19	298	Claro	
Fachada	SE	55.9	0.19	298	Claro	
Fachada	S	4.6	0.19	298	Claro	
Ventanas exteriores						1542.03 1364.95 524.75 795.88 1263.36 752.85 653.32 618.65
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (kcal/(h m²°C))			
2	E	22.5	2.42			
2	E	20.3	2.38			
1	O	7.5	2.46			
1	NO	11.4	2.36			
2	SE	19.4	2.42			
2	SE	11.2	2.49			
1	SE	10.2	2.38			
1	S	10.1	2.37			
Cubiertas						853.35
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	152.0	0.22	716	Intermedio		
Forjados inferiores						759.25
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Forjado sanitario	151.9	0.29	675			
Cerramientos interiores						57.19 18.23 81.21 506.58
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	13.5	0.33	52			
Pared interior	7.7	0.18	298			
Hueco interior	3.3	1.89				
Hueco interior	15.1	2.61				
Total estructural						10491.00
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						12.0 % 1258.92
Cargas internas totales						11749.92
Ventilación						2522.36 2522.36
Caudal de ventilación total (m³/h)						
410.4						
Potencia térmica de ventilación total						2522.36

POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 152.0 m ²	93.9 kcal/(h·m ²)	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 14272.3 kcal/h
---	----------------------------------	--

AM1.5.-

Iluminación

•

Se detalla a continuación el resumen por estancia de los resultados obtenidos con el programa Dialux.

Proyecto 1



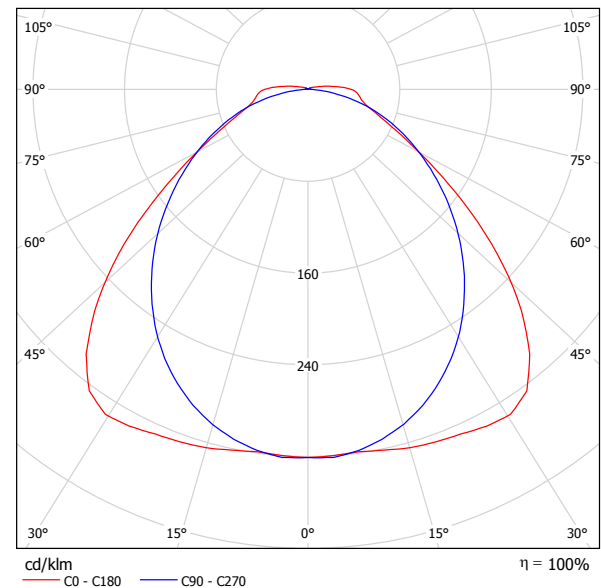
DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS WT120C L600 1xLED18S/840 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 97
Código CIE Flux: 48 81 95 97 100

CoreLine Waterproof – the clear choice for LED
Whether for a new building or renovation of an existing space,
customers want
lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and
maintenance savings. The new CoreLine Waterproof range of LED
products can be
used to replace traditional waterproof luminaires with fluorescent lamps.
The
process of selecting, installing and maintaining is so easy – it's a simple
switch

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	19.1	20.4	19.5	20.7	21.0	20.0	21.3	20.3	21.6	21.8	
	3H	19.8	20.9	20.2	21.3	21.6	21.3	22.5	21.7	22.8	23.1	
	4H	20.1	21.2	20.5	21.5	21.9	21.8	22.9	22.2	23.2	23.5	
	6H	20.5	21.5	20.9	21.9	22.2	22.1	23.1	22.5	23.4	23.8	
	8H	20.8	21.7	21.2	22.1	22.5	22.2	23.1	22.6	23.5	23.9	
	12H	21.1	22.0	21.5	22.3	22.7	22.2	23.1	22.6	23.5	23.9	
4H	2H	19.7	20.7	20.0	21.1	21.4	20.4	21.5	20.8	21.8	22.2	
	3H	20.4	21.4	20.9	21.7	22.1	21.9	22.8	22.3	23.2	23.6	
	4H	20.9	21.7	21.3	22.1	22.5	22.5	23.3	22.9	23.7	24.1	
	6H	21.4	22.1	21.9	22.6	23.0	23.0	23.7	23.4	24.1	24.6	
	8H	21.8	22.4	22.2	22.9	23.3	23.1	23.8	23.6	24.2	24.7	
	12H	22.1	22.7	22.6	23.2	23.7	23.2	23.8	23.6	24.2	24.7	
8H	4H	21.1	21.7	21.5	22.2	22.6	22.5	23.2	23.0	23.6	24.1	
	6H	21.7	22.3	22.2	22.8	23.3	23.1	23.6	23.6	24.1	24.6	
	8H	22.2	22.7	22.7	23.2	23.7	23.3	23.8	23.8	24.3	24.8	
	12H	22.7	23.2	23.3	23.7	24.2	23.4	23.9	24.0	24.4	24.9	
12H	4H	21.1	21.7	21.6	22.1	22.6	22.5	23.1	23.0	23.6	24.1	
	6H	21.8	22.3	22.3	22.8	23.3	23.1	23.6	23.6	24.1	24.6	
	8H	22.3	22.7	22.8	23.2	23.8	23.3	23.8	23.9	24.3	24.8	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+0.3 / -0.3					+0.2 / -0.2						
S = 1.5H	+0.6 / -0.9					+0.8 / -1.0						
S = 2.0H	+1.0 / -1.5					+0.9 / -1.5						
Tabla estándar	BK05					BK05						
Sumando de corrección	5.0					6.2						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1800lm Flujo luminoso total												

Proyecto 1



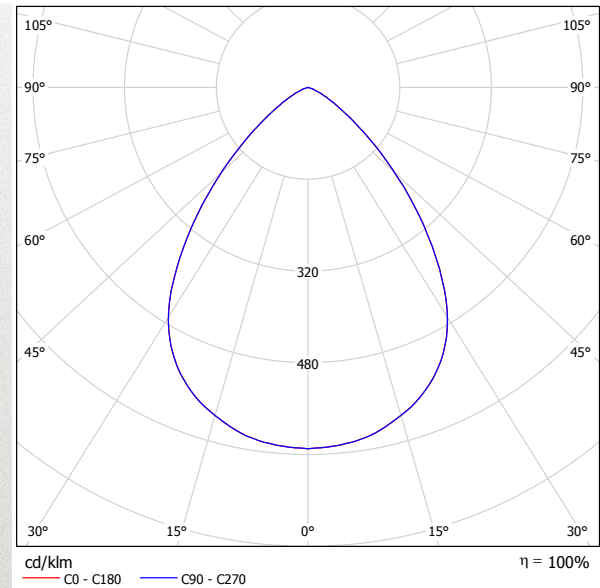
DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 76 98 100 100 100

LuxSpace recessed – high efficiency, visual comfort and a stylish design

Customers are looking to optimize all their resources, and that means not just their running costs (energy, etc.) but also their human resources. Energy savings are therefore a priority, but they must not have an adverse effect on the well-being of employees, who need a pleasant environment in order to be more productive, or on customers, who want to enjoy their shopping experience. LuxSpace provides the perfect combination of efficiency, light comfort and design, without compromising on lighting performance (color rendering and color uniformity). It offers a wide choice of options for creating the desired ambience, no matter the application.

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	20.9	21.8	21.1	22.0	22.2	20.9	21.8	21.1	22.0	22.2	
	3H	20.8	21.7	21.1	21.9	22.1	20.8	21.7	21.1	21.9	22.1	
	4H	20.8	21.5	21.1	21.8	22.1	20.8	21.5	21.1	21.8	22.1	
	6H	20.7	21.4	21.0	21.7	22.0	20.7	21.4	21.0	21.7	22.0	
	8H	20.7	21.3	21.0	21.6	21.9	20.7	21.3	21.0	21.6	21.9	
4H	12H	20.6	21.3	21.0	21.6	21.9	20.6	21.3	21.0	21.6	21.9	
	2H	20.8	21.6	21.2	21.9	22.1	20.8	21.6	21.2	21.9	22.1	
	3H	20.8	21.4	21.2	21.8	22.1	20.8	21.4	21.2	21.8	22.1	
	4H	20.7	21.3	21.1	21.6	22.0	20.7	21.3	21.1	21.6	22.0	
	6H	20.7	21.1	21.1	21.5	21.9	20.7	21.1	21.1	21.5	21.9	
8H	12H	20.6	21.1	21.0	21.4	21.8	20.6	21.1	21.0	21.4	21.8	
	2H	20.6	21.0	21.0	21.4	21.8	20.6	21.0	21.0	21.4	21.8	
	4H	20.6	21.1	21.1	21.4	21.8	20.6	21.1	21.1	21.4	21.8	
	6H	20.5	20.9	21.0	21.3	21.8	20.5	20.9	21.0	21.3	21.8	
	8H	20.5	20.8	21.0	21.2	21.7	20.5	20.8	21.0	21.2	21.7	
12H	12H	20.5	20.7	20.9	21.2	21.7	20.5	20.7	20.9	21.2	21.7	
	4H	20.6	21.0	21.0	21.4	21.8	20.6	21.0	21.0	21.4	21.8	
	6H	20.5	20.8	21.0	21.2	21.7	20.5	20.8	21.0	21.2	21.7	
	8H	20.5	20.7	20.9	21.2	21.7	20.5	20.7	20.9	21.2	21.7	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.2 / -2.8					+1.2 / -2.8					
S = 1.5H		+2.8 / -5.7					+2.8 / -5.7					
S = 2.0H		+4.6 / -9.8					+4.6 / -9.8					
Tabla estándar		BK00					BK00					
Sumando de corrección		2.4					2.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2200lm Flujo luminoso total												

Proyecto 1



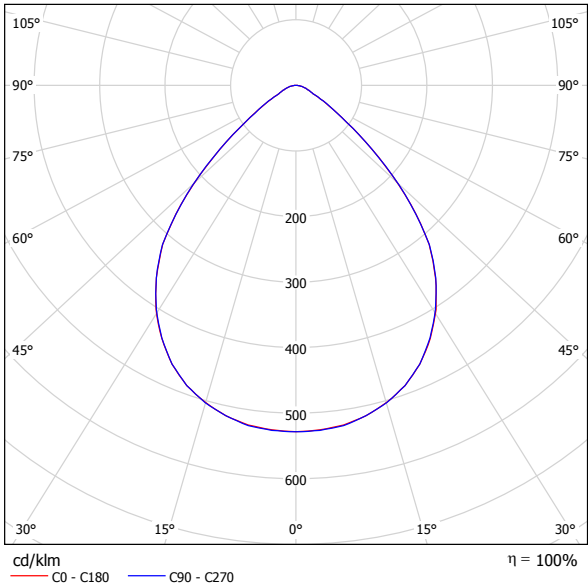
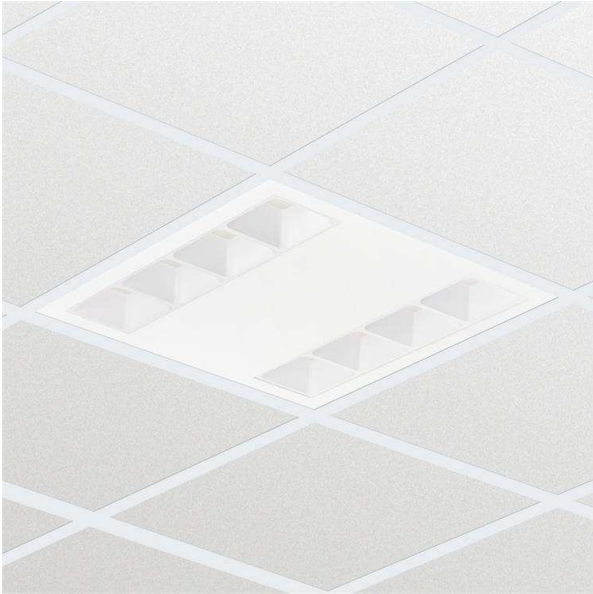
DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PHILIPS RC360B G2 PSD W60L60 1xLED34S/830 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 68 95 99 100 100

PowerBalance RC360 – Perfect combination of sustainable performance and return on investment
When it comes to lighting an office space with LED luminaires, people are usually willing to invest in sustainability, provided the investment pays back. At the same time, the system should comply with office lighting norms in order to ensure a comfortable working environment. PowerBalance RC360 offers the ideal combination of sustainable performance and return on investment on the one hand, and compliance with relevant office norms on the other. It reduces energy costs by more than half compared to a T5 solution, and the light source also has a longer lifetime. This results in significantly lower operating costs, ensuring a payback that meets the needs of the specification market. The architecture of PowerBalance RC360 enables a range of highly versatile modular and semi-modular luminaires. These can be easily mounted in ceilings with exposed or concealed T-bars, as well as plaster ceilings and bandraster-type ceilings.

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	17.8	18.9	18.1	19.1	19.3	17.8	18.9	18.1	19.1	19.3	
	3H	17.9	18.8	18.2	19.0	19.3	17.9	18.8	18.2	19.1	19.3	
	4H	17.9	18.8	18.2	19.0	19.3	17.9	18.8	18.2	19.0	19.3	
	6H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.3	17.9	18.7	18.3	19.0	19.3	
	8H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.3	17.9	18.7	18.3	19.0	19.3	
	12H	17.9	18.6	18.3	18.9	19.2	17.9	18.6	18.3	18.9	19.3	
4H	2H	17.9	18.8	18.2	19.0	19.3	17.9	18.8	18.3	19.1	19.3	
	3H	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4	18.0	18.8	18.4	19.1	19.4	
	4H	18.1	18.7	18.5	19.1	19.4	18.1	18.7	18.5	19.1	19.4	
	6H	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	
	8H	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	
	12H	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5	
8H	4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4	
	6H	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4	18.2	18.6	18.6	19.0	19.5	
	8H	18.2	18.6	18.7	19.0	19.5	18.2	18.6	18.7	19.0	19.5	
	12H	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5	
12H	4H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	
	6H	18.2	18.5	18.6	19.0	19.4	18.2	18.5	18.6	19.0	19.4	
	8H	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5	18.2	18.5	18.7	19.0	19.5	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.2 / -1.9					+1.2 / -1.9					
S = 1.5H		+2.1 / -4.0					+2.1 / -4.0					
S = 2.0H		+3.5 / -5.0					+3.5 / -5.0					
Tabla estándar		BK01					BK01					
Sumando de corrección		0.2					0.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total												

Proyecto 1

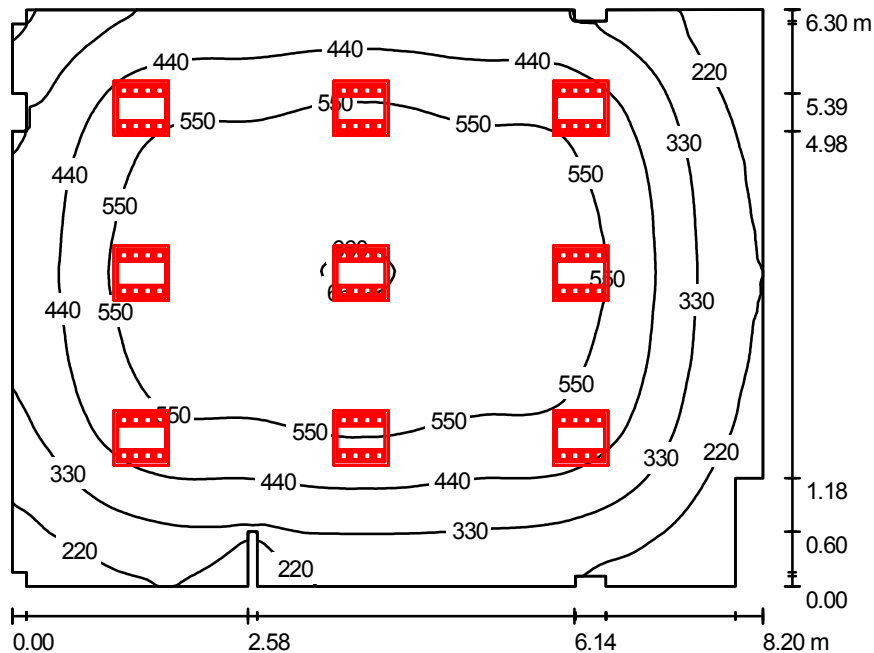


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula tipo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.098 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:81

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	451	129	667	0.287
Suelo	20	402	158	595	0.394
Techo	70	75	49	95	0.652
Paredes (26)	50	143	42	321	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC360B G2 PSD W60L60 1xLED34S/830 (1.000)	3400	31.0
Total:			30600	279.0

Valor de eficiencia energética: $5.47 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 51.05 m^2)

Proyecto 1

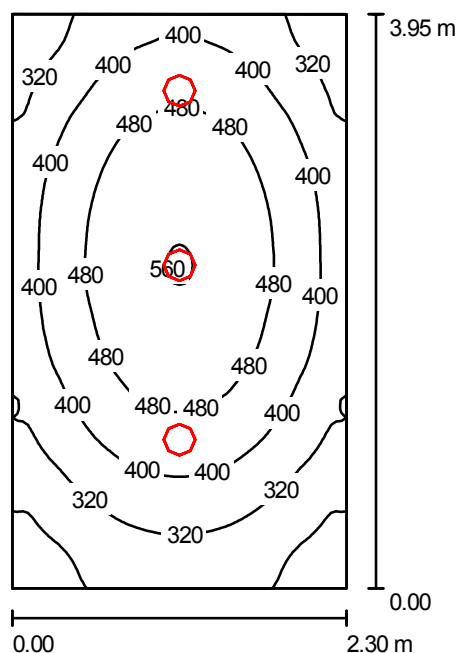


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño tipo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.098 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	403	188	562	0.468
Suelo	20	302	189	379	0.624
Techo	70	66	42	85	0.635
Paredes (4)	50	154	43	590	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	19.0
Total:			6600	57.0

Valor de eficiencia energética: $6.27 \text{ W/m}^2 = 1.56 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 9.09 m^2)

Proyecto 1

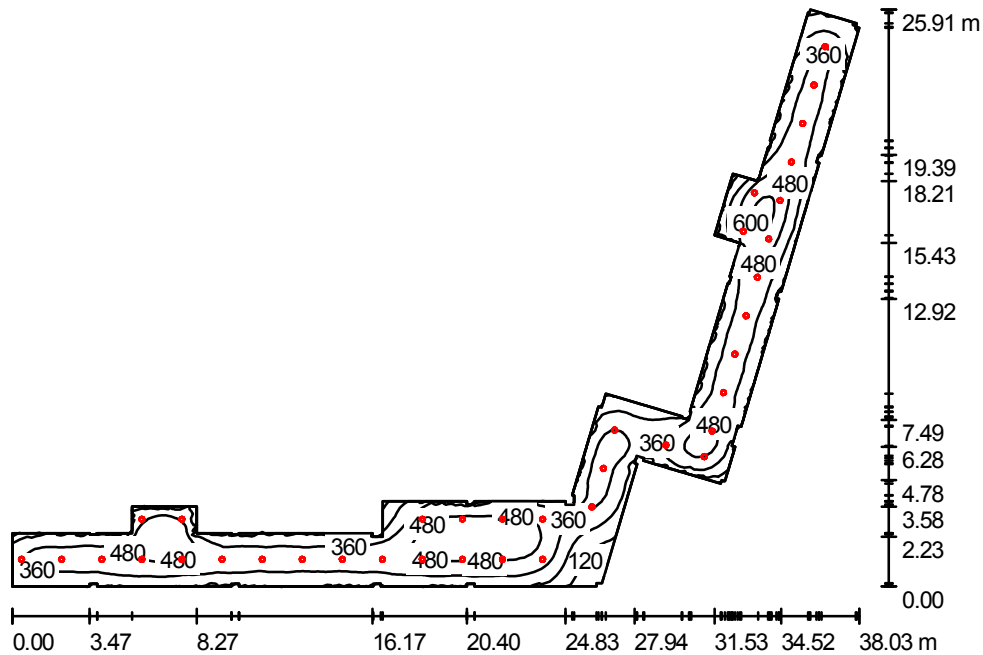


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Distribuidor / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.098 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:333

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	372	46	646	0.124
Suelo	20	317	87	483	0.273
Techo	70	60	37	128	0.608
Paredes (92)	50	129	32	895	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	38	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	19.0
Total:			83600	722.0

Valor de eficiencia energética: $4.74 \text{ W/m}^2 = 1.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 152.33 m^2)

Proyecto 1

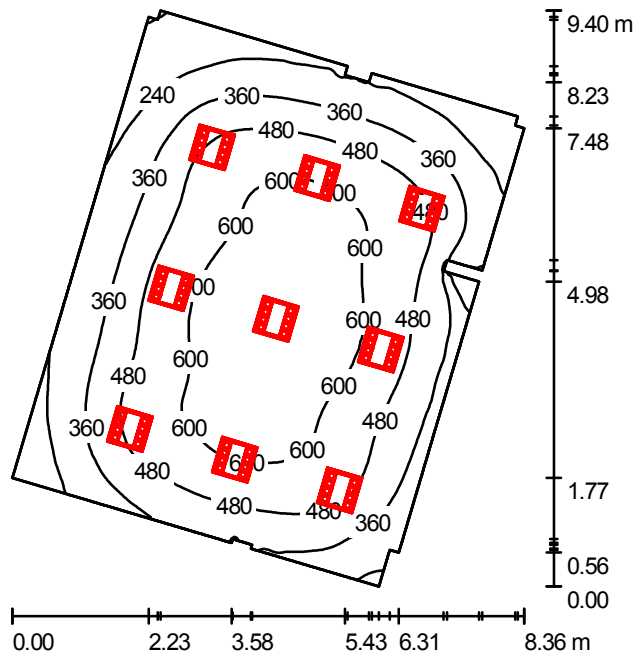


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Aula 5 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.098 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:121

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	452	116	671	0.256
Suelo	20	404	144	597	0.358
Techo	70	75	48	100	0.638
Paredes (22)	50	144	46	284	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC360B G2 PSD W60L60 1xLED34S/830 (1.000)	3400	31.0
Total:			30600	279.0

Valor de eficiencia energética: $5.49 \text{ W/m}^2 = 1.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 50.86 m^2)

Proyecto 1

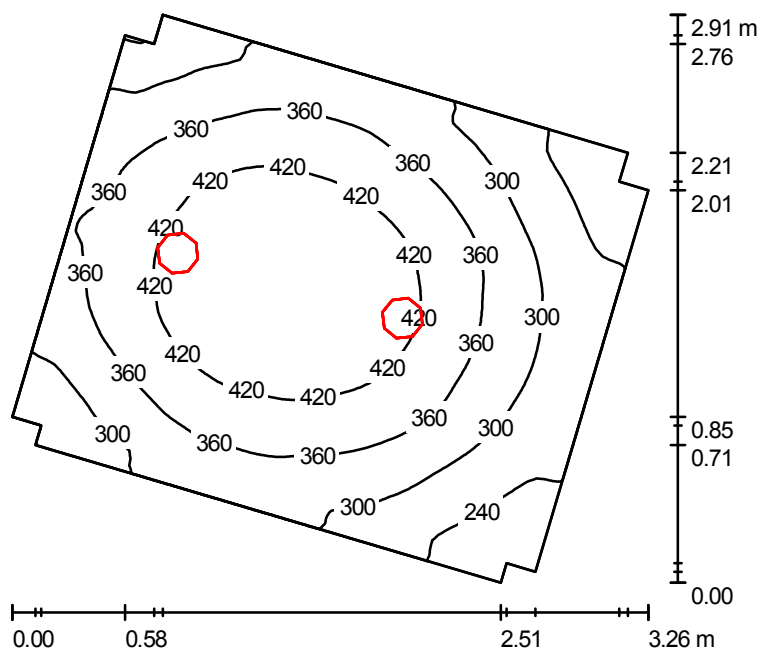


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Baño 5 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.098 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	350	183	478	0.523
Suelo	20	249	173	296	0.694
Techo	70	59	40	75	0.684
Paredes (12)	50	138	38	498	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	19.0
Total:			4400	38.0

Valor de eficiencia energética: $5.98 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.36 m^2)

Proyecto 1

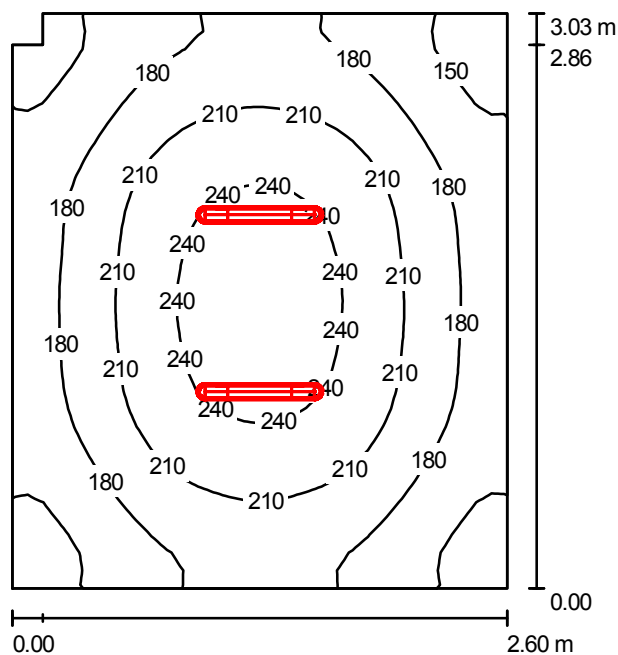


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

C. caldera / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	195	128	256	0.658
Suelo	20	135	106	157	0.783
Techo	70	58	38	92	0.661
Paredes (6)	50	111	49	204	/

Plano útil:

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

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS WT120C L600 1xLED18S/840 (1.000)	1800	17.0
Total:			3600	34.0

Valor de eficiencia energética: $4.34 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.84 m^2)

Proyecto 1

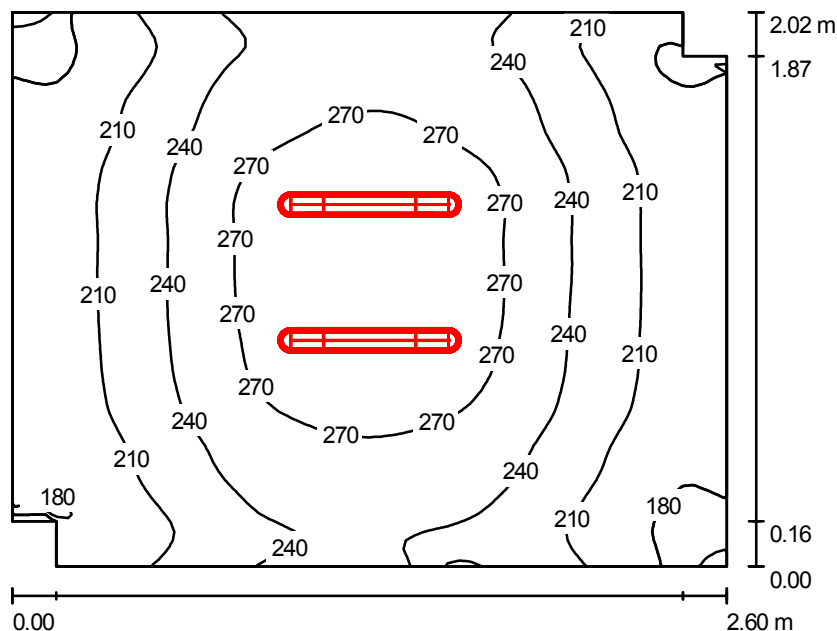


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

C. PCI / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	234	169	292	0.719
Suelo	20	153	123	175	0.800
Techo	70	83	50	139	0.607
Paredes (8)	50	150	66	395	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS WT120C L600 1xLED18S/840 (1.000)	1800	17.0
Total:			3600	34.0

Valor de eficiencia energética: $6.52 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.21 m^2)

Proyecto 1

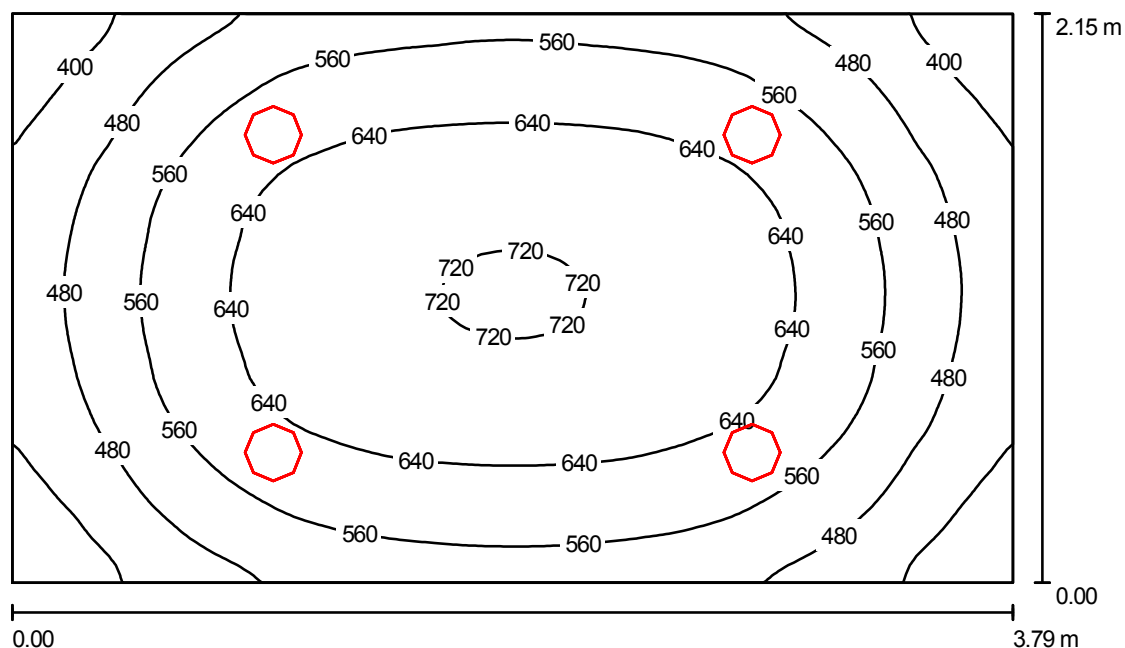


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cortav. 1 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.898 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:28

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	569	332	727	0.585
Suelo	20	429	306	523	0.713
Techo	70	109	78	130	0.713
Paredes (4)	50	238	78	800	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	19.0
Total:			8800	76.0

Valor de eficiencia energética: $9.33 \text{ W/m}^2 = 1.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.15 m^2)

Proyecto 1

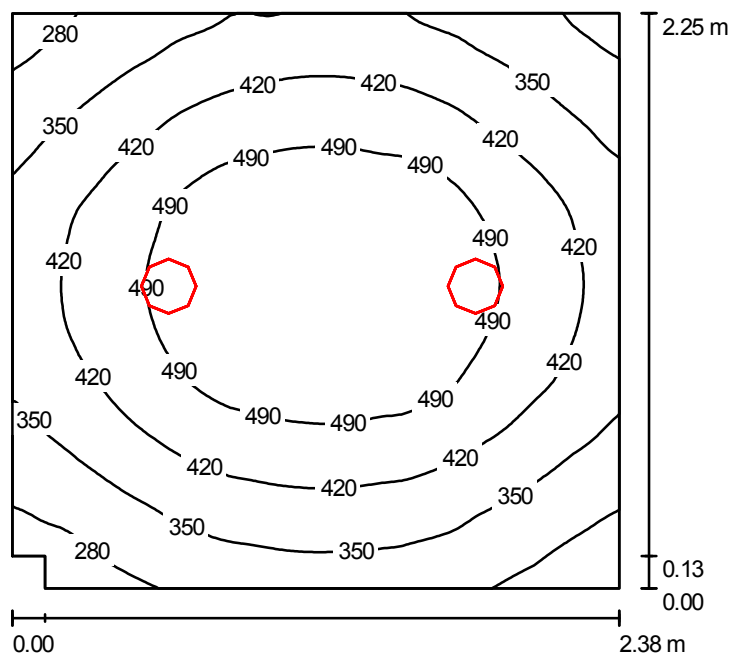


DIALux

22.01.2018

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Cortav.2 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.898 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	417	228	557	0.547
Suelo	20	290	221	337	0.763
Techo	70	72	49	87	0.683
Paredes (6)	50	167	51	537	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN570B PSED-E 1xLED20S/830 C (1.000)	2200	19.0
Total:			4400	38.0

Valor de eficiencia energética: $7.13 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.33 m^2)

AM1.6.-

Telecomunicaciones

AM1.6.1 GENERALIDADES.

OBJETO Y DESCRIPCION Y USO DEL EDIFICIO

El objeto del capítulo es determinar las características de las líneas de alimentación a los nuevos receptores, de las Instalaciones de Telecomunicaciones de la AMPLIACIÓN DE 5 AULAS DE INFANTIL para el C.E.I.P. INFANTAS ELENA Y CRISTINA EN Avda de Moscatelar, 17 de San Sebastián de los Reyes, en Madrid.

- El proyecto en redacción es para la construcción de una ampliación anexa al edificio de infantil. Se conecta el rack de la ampliación con la instalación existente del edificio de primaria, para ello se instala una nueva canalización (aérea cuando sea posible por encima de las marquesinas existentes) de conexión con el edificio de primaria.

- En el proyecto se tiene en cuenta:

- ☐ El cableado horizontal de comunicación a tomas dotando a las nuevas estancias de las tomas necesarias según normativa de ICM.
- ☐ El cableado podría realizarse desde el RTIC, teniendo especial atención en que las tiradas de cable vayan por el camino más óptimo para evitar que las tomas de las aulas más lejanas sobrepasen los 90 metros.

AM1.6.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

CREACION DE SALA TÉCNICA SECUNDARIA.

Se cuenta con un pequeño cuarto que sirve de sala técnica secundaria.

CABLEADO DE COMUNICACIONES Y FUERZA INFORMATICA.

Para la zona de nueva construcción hay que dotar a las diferentes estancias de puestos de usuario. Estos puestos tendrán 2 conectores de comunicaciones y dos bases de corriente.

Además de estos puestos de trabajo, hay que dejar más puestos con solo 2 tomas de comunicaciones 2TT, de este tipo de puesto hay que dejar una en el pasillo de la planta de la zona nueva, colocado en el techo a una distancia de 25mts. Estas cajas son para futuras AP's y no precisan corriente.

Estas cajas han de conectarse al rack del RTIC y al cuadro eléctrico del RTIC, según norma de ICM.

RACK EN SALA TÉCNICA SECUNDARIA.

- ☐ Suministro de Latiguillos para el parcheo en rack, tantos latiguillos de 2 metros como tomas de comunicaciones instaladas.
- ☐ Suministro de Latiguillos de 3 metros para conexión de equipos de usuario uno por cada caja de usuario instalada.
- ☐ Las cajas de usuario han de ser del fabricante Montajes Murcia.
- ☐ El fabricante de todo el cableado ha de ser BELDEN.
- ☐ La categoría del cableado UTP a puestos ha de ser cat. 6 o Clase E.
- ☐ La categoría de los componentes para la conexión de líneas de operadora RR y RV ha de ser cat.3.
- ☐ El cable de fibra utilizado ha de ser multimodo OM3.
- ☐ Todos los componentes han de ser no apantallados y libres de halógenos.
- ☐ CABLEADO ELECTRICO EN REFORMA. Para los puestos a instalar en la reforma del edificio actual, las cajas se engancharán al mismo cuadro donde se conectan actualmente, respetando el hecho de no conectar más de 5 cajas por circuito.
- ☐ PUESTOS DE USUARIO. Han de ser mínimo con 2 tomas de comunicaciones y 2 tomas de corriente (2TT+2EE).

- ☐ PUESTOS PARA AP's. Han de ser mínimo con 2 tomas de comunicaciones (2TT).
☐ PUESTO EN RTIC. Ha de ser mínimo con 2 tomas de comunicaciones y 2 tomas de corriente (2TT+2EE).

En esta sala está previsto la instalación de un rack mural de 12 U's de altura. Debe disponer de, al menos 600 mm de ancho y 500 mm de fondo, con bastidores delanteros y traseros con el siguiente equipamiento:

- Unidad de ventilación con termostato.
- 1 Panel de fibra con conectores LC dúplex (enlazando con el rack del RTIC)
- 1 Pasahilos de cepillo.
- 1 Panel de voz categoría 3 de 25 puertos (enlazando con el armario RV del RTIC).
- 1 Pasahilos de cepillo.
- 1 Panel de parcheo categoría 6 y 24 puertos (del mismo fabricante que el cable UTP y el conector).
- 1 Pasahilos de cepillo.
- 1 Ud. libre.
- 1 Ud. libre para ubicar el futuro switch.
- 1 Pasahilos de cepillo.
- Regleta con 8 tomas de corriente tipo shucko enracada en el bastidor trasero del rack (con piloto luminoso pero sin interruptor).

Los requerimientos que deben cumplir los armarios de Madrid Digital son:
El RAL debe ser 7016 (Gris antracita)

No es necesarios que los armarios vayan serigrafados con pintura al horno. Posteriormente se colocará un vinilo con el logo de Madrid Digital en el cristal de la puerta delantera.

3. ARMARIOS MURAL DE 12U:	
3.1	Dimensión mínima de 500 mm de profundidad.
3.2	Suministro montado listo para instalación.
3.3	Fabricado en su totalidad en chapa de primera calidad de con espesores mínimos de 1,5 mm y la estructura en chapa de 1,2 mm mínimo de espesor.
3.4	Pintado exterior e interiormente. Pintura epoxi. Color RAL 7016
3.5	Accesibilidad frontal y lateral.
3.6	Perfiles de 19'' desplazables en profundidad.
3.7	Una unidad de ventilación sin ocupar espacio de montaje.
3.8	Alojamiento para tomas de tierra.
3.9	Mínimo de cuatro puntos para la fijación a la pared.
3.10	Incluido accesorio de superficie para asegurar su instalación en pladur y ladrillo.
3.11	Puerta de cristal laminado de seguridad con cerradura de llave.
3.12	Tapetas de entrada de cables en la parte superior e inferior del cuerpo.

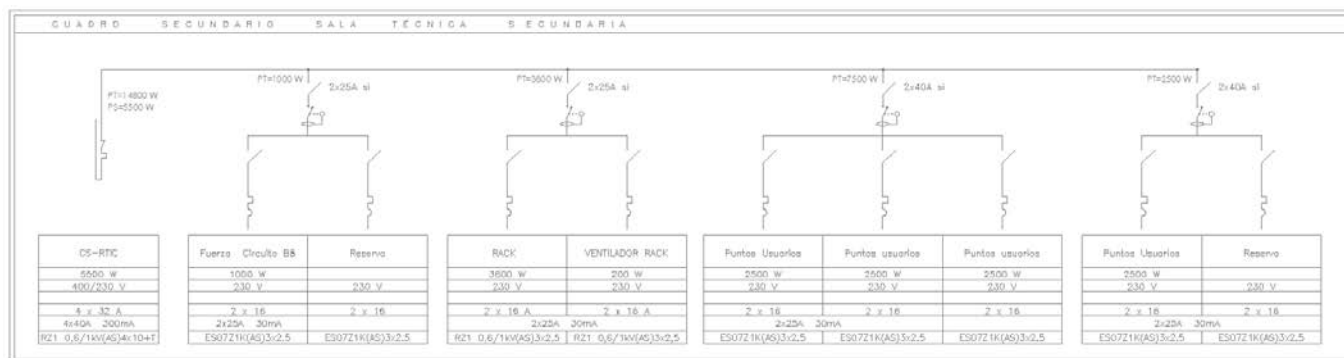
CUADRO ELÉCTRICO MD

En esta sala también está previsto la instalación del CUADRO ELÉCTRICO exclusivo de Madrid Digital que alimentará a:

- Regleta de corriente ubicada en el rack (con 8 tomas shucko y con piloto luminoso pero sin interruptor)
- Unidad de ventilación ubicada en la parte superior del rack con termostato.
- Circuito de iluminación de la sala técnica secundaria (normal y de emergencia).
- Circuito de fuerza destinado a la toma de corriente de Usos Varios ubicada en el interior de la sala.
- Circuitos de electricidad que alimentan las tomas de corriente rojas integradas en los diferentes puestos de trabajo distribuidos por el nuevo edificio.

Se adjunta esquema unifilar tipo de cómo debería ser este cuadro.

Deberá disponer 1 diferencial 2x40A 30 mA, clase A, SI (superinmunizados) y colgarán de él 3 circuitos de 2x16A quedando 1 de ellos para reserva. Los 2 circuitos destinados a puestos de usuario distribuirán las 8 tomas de corriente dobles rojas. Para alimentar tanto a la regleta del rack como a su unidad de ventilación se instalarán en este cuadro dos protecciones independientes del tipo DPN VIGI 16 A, 30mA y SI (superinmunizado), cada una de las cuales protegerá a su respectivo circuito. Estos circuitos alimentarán directamente a la ud. de ventilación y a la regleta, conectándose en el interior de cajas estancas ubicadas en el rack mediante clemas, según REBT.



ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO

La acometida (trifásica) procederá del CBGT del edificio. Las protecciones de esta acometida han de estar formadas por automático trifásico de calibre adecuado y un diferencial de 300 mA, clase A, SI (superinmunizado) y Selectivo.

RED DE CAMPUS

Será necesaria ejecutar una red de campus enterrada para dar conexión a este nuevo edificio. El RTIC del Centro se ubica en el edificio de Primaria. Desde allí existe una red de campus que conecta al edificio de infantil existente.

Se proyecta una red de campus con 2 tubos de PVC corrugados y 63 mm de diámetro con arquetas de 400x400 mm y tapa de fundición para conectar a la nueva Sala Técnica Secundaria.

La fibra óptica será especial para interior-exterior ya que tendrá que atravesar tramo enterrado y por lo tanto con posibilidad de humedades y roedores. Lo mismo para la manguera multipar 25 pares de categoría 3.

También hay que añadir bandejas de fibra óptica con conectores LC dúplex. Se trata de las bandejas de fibra óptica a instalar en el rack nuevo y en el rack del RTIC para poder realizar el enlace de fibra. Se deben incluir los pigtaills necesarios en ambos racks (24 en total) para realizar la fusión de las fibras (no se admite enlace mecánico).

La red de campus tendrá un tramo enterrado exterior y otros dos interiores. El tramo enterrado ya está definido mediante tubos PVC corrugados de 63 mm de diámetro y sus correspondientes arquetas de paso 400x400 mm y tapa de fundición (siempre instalar una al lado de la fachada de los edificios correspondientes más otra por cada cambio de dirección y/o tramo recto cada 50 metros). La transición deberá realizarse bajo forjado sanitario si lo hubiera o por fachada con 2 tubos de acero galvanizado de 50 mm de diámetro acabando en caja estanca exterior + pasamuros con camisa interior+ caja registro interior. A partir de aquí se deberán llevar los 2 cables (multipar y fibra óptica) por rejiband por falso techo o mediante 2 tubos de PVC rígidos de 40 mm o bien canaleta PVC con tapa y 2 compartimentos de dimensiones equivalentes.

CABLEADO HORIZONTAL

El cableado será 4 pares trenzados U/UTP (sin apantallar) de categoría 6 –clase E- (no se admite inferior) del fabricante recomendado BELDEN por motivos de calidad, fiabilidad y mantenimiento. Debe ser válido para instalación interior (LS0H).

Todo el canal de comunicaciones debe ser del mismo fabricante, esto es el conector, panel de parcheo, cableado UTP y conector hembra en la caja de usuario.

CANALIZACIONES

Para distribuir el cableado horizontal desde el rack nuevo ubicado hasta los nuevos puestos de trabajo se utilizará bandeja tipo rejiband en zonas comunes de dimensiones adecuadas considerando un espacio de reserva disponible del 40 % para futuras ampliaciones. Teniendo en cuenta los puestos de trabajo a instalar en este proyecto por planta una rejiband de 100x60 sería suficiente. Irán instaladas en el falso techo. Los cables saldrán de la misma bajo tubo corrugado de diámetro adecuado que permita el paso de futuros cables (ampliaciones) hasta las cajas de usuario. Mínimo recomendado 25 mm de diámetro. Los cables de datos y electricidad irán por tubos diferentes e independientes siempre.

Utilizar bandeja independiente para el cableado de datos y eléctrico. E instalarlas en tramos paralelos, separadas, al menos 20 cm entre sí para evitar, en la medida de lo posible las interferencias electromagnéticas en el cable de datos.

PUESTOS DE TRABAJO

Todos los puestos serán del tipo 2TT+2EE (2 tomas RJ45 + 2 tomas de corriente rojas alimentadas por el cuadro eléctrico de MD).

Se recomienda que las cajas de usuario sean del fabricante MMConecta (antiguo Montajes Murcia) preferentemente.

Es necesario suministrar latiguillos cat.6 del mismo fabricante para el parcheo, tanto en el rack como en los puestos de usuario. Tanto como tomas instaladas. Serán latiguillos del mismo fabricante y categoría que el cableado horizontal y deberán ser de 1 metros de largo para los parcheos del rack y de 3 metros para aquellos destinados a puestos de trabajo. Debido al pequeño tamaño del rack se considera más conveniente sustituir los de 2 m por de 1 m para que el maceado no moleste en su interior.

CERTIFICACIONES

Es necesario realizar todas las ecometrías de los cables UTP instalados. Estos han de certificarse según normativa de Madrid Digital, es decir, utilizando el estándar ISO 11801 (no se admite TIA), en Permanent Link (PL, no se admite Channel) y clase E (categoría 6) y el resultado ha de ser PASA (no se admite otro como por ejemplo "PASA*"). Con equipo Fluke homologado y certificado de calibración en vigor.

Las fibras también hay que certificarlas con límite de prueba ISO/IEC 14763-3 (según normativa de MD).

SE EXIGIRÁ, UNA VEZ CONCLUIDOS LOS TRABAJOS:

- o Etiquetado e identificación de todos los componentes de la instalación bajo la norma ICM. Si bien es habitual el etiquetado de la instalación, y los integradores suelen tenerlo presente, es bueno saber que la

norma de etiquetado de ICM es muy exhaustiva y detallada lo que suele llevar un sobre coste añadido a lo habitual.

- o Certificación de todas las tomas de comunicaciones. Se han de entregar las pruebas de las tomas de comunicaciones realizadas con equipo certificador FLUKE o similar bajo la norma ISO Clase E, no serán aceptados los certificados bajo norma TIA cat.6 ni los que concluyan con un PASA* (pasa con asterisco) o en FALLO y han de ser descargadas con gráficos
- o Documentación As-built. Se deben reflejar la ubicación de las tomas instaladas con su etiquetado, canalizaciones empleadas y dimensiones, ubicación del rack, etc.
- o Garantía del fabricante del cableado de comunicaciones por 25 años. Esta garantía la da el fabricante y la solicita el integrador/instalador, en este caso habrá que solicitarla sobre la instalación a realizar en la ampliación y que complementará la que en teoría debe existir del resto de edificios.

5.4.6.3.- ANEXO 1. CANALIZACIÓN EXTERIOR

CANALIZACIONES DE EXTERIOR

Este apartado tiene por objeto definir los requisitos, los criterios y las características constructivas generales de los elementos que constituyen las infraestructuras de la Red de Acceso de los servicios de los Operadores de Telecomunicación y la construcción de la

infraestructura de la Red de Campus, que enlaza los diferentes edificios de un inmueble con el RTIC, las condiciones para su instalación, las características de sus materiales y las comprobaciones necesarias en la instalación realizada.

Como criterio general para todos los tipos de canalizaciones de exterior se colocará un registro de paso como máximo cada 30 m en el caso de tubos o canaletas y cada 50 m como máximo en el caso de canalización subterránea. También se instalará un registro de paso en el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados y en los casos de cambio en el tipo de canalización.

1.- INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE ACCESO

Tomando como referencia el Real Decreto 346/2011, la infraestructura de la Red de Acceso de un centro está formada por: la arqueta de entrada, canalización externa, punto de entrada general y la canalización de enlace por el exterior e interior del centro hasta el RTIC. A continuación se describen de forma resumida estos elementos:

ARQUETA DE ENTRADA:

La arqueta de entrada es un recinto exterior al centro, donde confluyen las canalizaciones de todos los operadores de telecomunicación y la canalización externa que enlaza con el RTIC. Soporta las redes de enlace o de alimentación y se construirá de acuerdo a la norma UNE 133100 – 2, "Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 2: Arquetas y cámaras de registro". La arqueta de entrada se colocará enterrada en la acera lo más próxima al edificio o a la valla perimetral del centro y siempre en la zona de dominio público. Se deberá tener en cuenta su ubicación en la proximidad de las infraestructuras existentes de los operadores de telecomunicaciones –inferior a diez metros- con el fin de minimizar la canalización de entronque entre sus arquetas y la arqueta de entrada.

Todos los elementos de la Red de Acceso deben quedar claramente recogidos en el plano correspondiente, incluyendo la infraestructura próxima de los Operadores de Telecomunicaciones, ya se trate de una arqueta, poste, caja de fachada o cualquier otro elemento desde el que se vaya a efectuar previsiblemente la conexión con la nueva infraestructura a construir.

Dichos elementos deben estar referenciados con respecto al límite de propiedad del centro. Para posibilitar la solicitud de las preceptivas licencias municipales, en la zona de dominio público, en el plano de la Red de Acceso deberá estar contenida, como mínimo, la información siguiente:

- Características de los elementos de las infraestructuras: Medidas interiores de las arquetas, número y dimensiones de los tubos.
- Situación y disposición de los elementos: Distancias acotadas entre la arqueta de entrada y la arqueta final del Operador; distancia y recorrido de la canalización exterior y de la canalización de enlace; punto de entrada al centro; punto de entrada al edificio donde se sitúa el RTIC; distancias y recorridos hasta el mismo. En aquellos casos excepcionales en que, por insuficiencia de espacio en acera o por prohibición expresa del organismo competente, la instalación de este tipo de arquetas no fuera posible se habilitará un punto general de entrada formado por:
- Registro de acceso: En la zona limítrofe del centro de dimensiones capaces de albergar los servicios equivalentes a la arqueta de entrada y siendo en todo caso sus dimensiones mínimas 400x600x300 mm.
- Pasamuros: Que permita el paso de la canalización externa en su integridad. Dicho pasa muros coincidirá en su parte interna con el registro de enlace, debiendo quedar señalizada su posición en su parte externa.

Los registros de acceso se podrán realizar:

- Practicando en el muro o pared de la fachada un hueco de las dimensiones de profundidad indicadas, con las paredes del fondo y laterales perfectamente enlucidas. Deberán quedar perfectamente cerrados con una tapa o puerta, con cierre de seguridad, y llevarán un cerco que garantice la solidez e indeformabilidad del conjunto.
- Empotrando en el muro una caja con la correspondiente puerta o tapa.

Será responsabilidad del operador el entronque entre su red de servicio y la arqueta o el punto de entrada general del centro.

CANALIZACIÓN EXTERNA

Conjunto de conductos subterráneos, entre la arqueta de entrada y el punto de entrada general al recinto del centro. Introduce las redes de acceso al inmueble. La construcción seguirá la norma UNE 133100–1.

Infraestructuras para redes de telecomunicaciones. Parte 1: Canalizaciones subterráneas.

La canalización externa estará formada por un mínimo de 4 conductos de PVC rígido o flexible de 63 mm de diámetro exterior, como mínimo y de pared interior lisa. Se proyectará la canalización de forma tal que el trazado por el dominio público sea el mínimo para poder acceder al centro.

Se estimarán al menos dos operadores de acceso para servicios de telefonía y datos y con un tubo mínimo de reserva para cada uno de ellos para futuras ampliaciones o averías.

PUNTO DE ENTRADA GENERAL Y CANALIZACIÓN DE ENLACE:

El punto de entrada general y la canalización de enlace es el lugar donde la canalización externa accede a la zona común del centro a partir de la cual, por medio de conductos o canales, se guían los cables de las diferentes redes de acceso de los operadores hasta el armario frontera donde estará situado el punto de interconexión o punto de terminación de red (PTR), ubicado en la sala de comunicaciones RC. Cuando sea necesario se instalarán registros de enlace intermedios.

En el caso de que el punto de entrada al centro sea una valla perimetral se construirá una canalización subterránea, de las mismas características que la canalización externa, hasta el edificio que permita enlazar con la sala RC, eliminándose el registro de enlace asociado al punto de entrada general. En estos casos el punto de entrada general se considera que es el elemento pasa muro, capaz de albergar los conductos de 63 mm de diámetro exterior que provienen de la arqueta de entrada.

La canalización de enlace, en su caso, estará formada por el mismo número de tubos de PVC que la canalización externa o metálicos resistentes a la corrosión, si fuera preciso, hasta llegar a los edificios donde se podrá utilizar canales o bandejas superficiales o bajo falso techo según proceda.

Los registros de enlace son armarios de dimensiones mínimas 450 x 450 x 120 mm (alto x ancho x fondo), o arquetas de dimensiones interiores mínimas, 400 x 400 x 400 mm. A partir del registro de enlace la canalización podrá disponer de tubos de PVC de 40 mm de diámetro exterior.

En el caso de canalización de enlace por canales deberán preverse cuatro compartimentos independientes para garantizar la provisión de servicio de los operadores de telecomunicación siendo la superficie útil necesaria mínima de 335 mm² para cada compartimento.

Los registros de enlace serán conformes a las especificaciones de la norma UNE 20451 o UNE 50629, y cuando estén en el exterior de los edificios serán conformes al ensayo 8.11 de la citada norma. Su grado de protección será:

- Para interior: UNE-EN 60529 IP 3X, UNE EN 50102 IK 7
- Para exterior: UNE-EN 50102 IP 55, UNE EN 50102 IK 10

2.- ESPECIFICACIONES DE LA CANALIZACIÓN EXTERIOR

A continuación se describen las características técnicas de los diferentes elementos y los requerimientos de instalación. Esta norma es aplicable, tanto para las infraestructuras de la Red de Acceso, como para las infraestructuras de la Red de Campus.

2.1 CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS

Las canalizaciones subterráneas son la parte de la infraestructura destinada al alojamiento de los cables de la red que discurren subterráneos, estando formada en su conjunto por las canalizaciones, las salidas laterales y las arquetas.

La ejecución de la obra civil de canalización subterránea comprende todas las actividades necesarias para la conformación de cualquier tipo de sección, en aceras o calzadas pavimentadas o no, así como en tierra o jardín y vendrán especificadas en el Proyecto Técnico de construcción.

Los conductos a emplear en las canalizaciones enterradas serán tubos corrugados con estructura de doble pared de polietileno a coextrusión, diámetro exterior medio 63 mm, con la parte interior lisa y la exterior corrugada que se usarán para contener los cables de red. Tanto la pared externa como interna de los tubos se fabricará siempre con polietileno de alta densidad (PEAD).

Los tubos corrugados se unirán mediante manguitos adecuados equipados con una arandela central interna que actúa como tope, asegurando una distribución equitativa de los dos tubos a unir. Los manguitos están fabricados en polietileno de alta densidad (PEAD).

En la formación de canalizaciones de tubos se emplearán soportes distanciadores de material plástico (polipropileno) para mantener las distancias entre los tubos y permitir el relleno uniforme entre ellos.

Para la señalización de la canalización se utilizará cinta plástica de polietileno, propileno u otro material insensible a microorganismos y resistentes a la decoloración y variación del color, de anchura 10 a 20 cm, que incorpore un hilo de acero inoxidable de diámetro 0,5 mm embutido en una acanaladura longitudinal interior. Esta cinta proporciona, además de la advertencia de la presencia del prisma, la posibilidad de detectar el trazado de la ruta inyectando una señal por su hilo de acero y resulta imprescindible si solo van a ubicarse en la canalización cables dieléctricos de fibra óptica.

Para evitar obstrucciones o presencia indeseada de humedades, roedores, etc., en los conductos, éstos deberán ser obturados en el momento de su instalación en la zanja mediante tapones, debiendo conservarse obturados permanentemente hasta el tendido del cable. Los tapones obturadores están contruidos fundamentalmente por una junta de material elástico que, al ser comprimida por acción de la leva, se expande produciendo presión sobre el interior del conducto, obteniendo así la obturación del mismo.

En cada tubo de la canalización se instalará una guía realizada mediante cuerda de plástico, preferentemente de polietileno (PE) de 5 mm de diámetro.

2.2 SALIDAS LATERALES

En este apartado se describen las características técnicas, así como los materiales a emplear de las salidas de canalización lateral para acceder a los diferentes puntos del exterior (fachadas, postes, interior de edificios o armarios), al objeto de dar continuidad a la infraestructura de la Red de Acceso o de la Red de Campus hacia el interior de los edificios.

El objetivo es dejar preparada una infraestructura que permita, en su momento, la utilización de la red de acceso por los operadores de la red pública y la red de campus para la instalación de los enlaces necesarios entre los edificios del inmueble. Se trata por tanto de dejar el camino preparado hasta el RTIC, incluida la perforación del muro de fachada, que se protegerá con una caja estanca de superficie en la parte superior del tubo de acero.

Para ello se realizarán las actuaciones siguientes:

- Se instalará una arqueta de registro de enlace próxima a la fachada, por lo cual entrará la Red de Acceso al interior del edificio.

- En la red de acceso se realizará la salida lateral a fachada dejando cuatro conductos de diámetro 63 mm al nivel de la acera: tres conductos obturados y en el cuarto se instalará el tubo de acero de diámetro 47 mm de diámetro exterior, con manguito de reducción PG-36.
- En la red de campus se realizará la salida lateral a fachada dejando dos conductos de diámetro 63 mm al nivel de la acera: un conducto obturado y en el segundo se instalará el tubo de acero de diámetro 47 mm de diámetro exterior, con manguito de reducción PG-36.
- Se realizará la perforación de diámetro 40 mm en el muro de fachada que quedará protegida por una caja estanca. En el pasamuros se instalará un tubo plástico para disminuir el rozamiento con el cable de comunicaciones.
- En el interior se instalará una caja de derivación y conexión a partir de la cual se colocará la canal, bandeja o tubo, según sea la solución técnica adoptada, hasta llegar al RTIC.

2.3 MATERIALES

- Una canalización lateral: de 4 o 2 conductos PEAD corrugado de 63 mm de diámetro exterior, que parte desde una arqueta de registro y se dirige hacia el punto de salida. La canalización lateral se curva y deriva hacia el punto de salida en las proximidades de éste.
- La salida: en la que la canalización lateral emerge hacia una fachada o poste o armario. O bien penetra en el interior de un edificio.
- Codos: dado los tubos corrugados a utilizar, las curvas de salida hacia las fachadas, armarios o edificios, adoptarán la curvatura de los propios tubos, sin necesidad de codos preformados.
- Manguitos de reducción: para el acoplamiento de los tubos de la canalización a los tubos que se fijan a la pared o poste. Serán de fundición dúctil. Por un lado se introduce el tubo corrugado de 63 mm y por el otro se rosca al tubo de acero (PG-36).
- Tubos de fachada: deberán tener unas características adecuadas de resistencia mecánica y frente a la corrosión y el envejecimiento. Deberán tener una longitud de 2,5 m y, como mínimo, una resistencia al impacto de 6 J y una resistencia a la corrosión interior con calificación media y exterior elevada. Los tubos cumplirán con la norma UNE-EN-50086-2-1. Los tubos serán de acero, de 44 mm de diámetro interior y 47 mm de diámetro exterior, conforme a la norma UNE 19042 y estarán galvanizados en caliente de acuerdo con la norma UNE 37505, salvo en las zonas roscadas, en las que la protección podrá ser realizada con pintura de zinc. En la parte inferior llevarán un tramo roscado con rosca normalizada de PG-36.
- Caja Estanca de Derivación: Las cajas de derivación están fabricadas en material plástico libre de halógenos. Son cajas estancas con grado de protección IP 54 y grado de resistencia al impacto IK 07, Dirección de Producción e Infraestructuras con entradas laterales a las que se podrán acoplar conos ajustables multidíametro para entrada de conductos, son precintables y van provistas de tornillos plásticos de cierre rápido de ¼ de vuelta e imperdibles. Están fabricadas conforme a la directiva 2006/95/CE, normas IEC 60998-2-5 y EN 60439-1-3:
 - Grado de autoextinguibilidad: HB (UL94)
 - Resistencia al hilo incandescente: 650 °C
 - Presión de bola: 70 °C
 - Dimensiones de 310x240x125 mm: 4 conos para tubo de Ø máximo 32 mm (M32) y 2 conos para tubo de Ø máximo 40 mm (M40) y 6 conos para tubo de Ø máximo 50 mm (M50).
 - Material complementario: Grapas de acero inoxidable de diámetro exterior de 47 mm., tornillos, tacos de expansión para fijación de tubos a poste o fachada. Se fijarán 3 grapas, que serán de 2 tornillos, por cada tubo.

2.4 CONSTRUCCIÓN

La ejecución de la obra civil de salidas laterales de canalización comprende todas las actividades necesarias, en aceras o calzadas, pavimentadas o no, así como en tierra o en jardín o en obras de fábrica, muros, postes, arquetas, etc. Las normas y materiales de construcción son los mismos que para la canalización exterior y de enlace.

Toda la zona de los tubos curvados se rellenará de hormigón HM-15 sin recubrir el manguito de reducción. El manguito de reducción o los tubos de la canalización sobresaldrán aproximadamente 2 cm del nivel del terreno o pavimento.

Todos los tubos de reserva (de 1 a 3 según el perfil de la canalización), hasta ser ocupados se obturarán eficazmente (tanto en las entradas de conductos de las arquetas como en las salidas a fachada) contra la lluvia o agua de escorrentía o polvo con tapones de tipo maceta y enrasados con el pavimento, protegidos mediante una capa de mortero que cubra los conductos terminados.

Todos los conductos, estén vacíos u ocupados por cables, se obturarán en las arquetas y salidas laterales a fachada. Estas obturaciones evitarán la entrada de agua, barro, gases explosivos y roedores.

2.5 REPLANTEO

Se deberá poner especial énfasis en el replanteo debidamente documentado y detallado de los taladros a realizar teniendo en cuenta los posibles servicios existentes, tipo de obra de fábrica prevista, cotas y distancias respecto de referencias fijas del lugar exacto en el cual se vayan a realizar los taladros (plantas, sótanos, aparcamientos, etc.) todo ello de acuerdo con las normas y permisos concedidos por los responsables del centro. Los taladros deberán quedar perfectamente protegidos y obturados hasta la definitiva colocación de los tubos de la canalización lateral.

2.6 ARQUETAS

Este apartado tiene por objeto definir las características generales de las arquetas de registro a utilizar en las canalizaciones subterráneas para la instalación de cables de telecomunicaciones. Establece los tipos en función de sus dimensiones y las características mínimas de los materiales constitutivos, componentes y accesorios necesarios, así como los procesos constructivos correspondientes.

2.6.1 TIPOS DE ARQUETAS

Se han seleccionado dos tipos de arquetas de planta cuadrada y normalizadas y, como caso especial, un armario de registro de acceso. Estos elementos están basados en el R.D. 346/2011: Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

Será preferentemente de hormigón armado o de otro material siempre que soporten las sobrecargas normalizadas en cada caso y el empuje del terreno. Dispondrá de cierre de seguridad y de dos puntos para el tendido de cables, situados a 15cm. por encima del fondo, en paredes opuestas a las entradas de conductos, que soporten una tracción de 5kN. Las tapas deben cumplir lo especificado en la norma UNE EN 124 para la Clase B 125, con una carga de rotura superior a 125kN y junta de estanqueidad. Deberán tener un grado de protección IP 55.

La arqueta dispondrá de un sistema de drenaje. Así mismo, deberá estar asentada sobre el terreno convenientemente acondicionado para favorecer el drenaje.

Según sus dimensiones y función a realizar se distinguen las arquetas siguientes:

- Arqueta de Entrada: de dimensiones interiores 600 x 600 x 800 mm. (largo x ancho x fondo). La arqueta de entrada se define como el recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicaciones de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicaciones del centro. Se encuentra en la zona exterior del centro (dominio público) y a ella confluyen, por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización externa de la ICT del centro. Su construcción corresponde a la propiedad. Se instalará en la zona exterior del centro, próxima a la valla perimetral del centro y a una distancia igual o menor de 10 m con respecto a la infraestructura existente de los operadores de red pública (arquetas, cajas de fachada, armarios, postes, etc.). Esta distancia se mantendrá con carácter general, salvo que su ubicación implique el cruce de calzadas, en cuyo caso se instalará en la acera del centro. En todo momento se intentará minimizar el recorrido y longitud de la canalización exterior (distancia entre arqueta de entrada y el punto de entrada general al centro) en la vía pública. A dicha arqueta accederán los distintos operadores, sin restricciones.

- Arqueta de Registro de Enlace: de dimensiones interiores mínimas 400 x 400 x 400 mm. (largo x ancho x fondo). Las arquetas de registro de enlace se definen como los elementos que se intercalan en la canalización de enlace, cada 50 m de longitud como máximo en canalización subterránea y en los puntos de intersección de dos tramos rectos no alineados. Estas arquetas serán utilizadas en la canalización de enlace y en las canalizaciones de la Red de Campus. Se instalarán en el interior del centro (canalización de enlace para la Red de Acceso y canalizaciones de enlaces entre edificios para la Red de Campus).

2.6.2 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Las arquetas se suministrarán con los siguientes elementos complementarios:

- ☐ Soporte para apoyo de los cables: regletas, plataformas o ganchos atomillados.
- ☐ Ganchos de tiro serán de acero según la norma UNEEN 10025.
- ☐ Elementos de suspensión y manejo: para su correcta suspensión y manipulación en las maniobras de instalación. Serán de acero galvanizado en caliente.

2.6.3 CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN

La entrada de agua en la arqueta con posterioridad a su construcción, debe evitarse, con las actuaciones siguientes durante su construcción:

- ☐ Obturando los conductos libres mediante los tapones descritos en el apartado "CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS" y los ocupados mediante espuma de expansión correctamente recortada una vez aplicada la misma.
- ☐ Rellenando eficazmente con mortero de cemento los espacios no ocupados por conductos, en las entradas de las canalizaciones.
- ☐ Sellando los apoyos de las tapas, con procedimientos o materiales que permitan su accesibilidad **in deterioro**, tales como un hilo de silicona que pueda ser desprendido con posterioridad.

3.- INSTALACIONES EN FACHADA

Este apartado tiene por objeto definir las características generales de la instalación de redes de telecomunicaciones por las fachadas estableciendo las condiciones y elementos constitutivos de los modos de instalación para cables y su canalización.

Los cables y demás elementos estarán, como norma general, a una distancia mínima del suelo de 2,5 m. El radio de curvatura que deban adoptar los trazados de los cables será como mínimo, igual al radio de curvatura mínimo admisible especificado por el fabricante, aconsejándose que no sea menor de 1,2 veces dicho valor mínimo admisible.

En el replanteo previo a la instalación se definirán los recorridos para que los cables tengan el mínimo número de curvas y desviaciones y encuentren el menor número posible de obstáculos en cuanto a cruces con otros elementos, bajantes de aguas, cables eléctricos, etc.

Los cableados por fachada se evitarán siempre, utilizando preferentemente soluciones canalizadas. Sólo serán posibles por necesidad justificada y antes de comenzar la instalación será necesario contar con todos los permisos del centro y del técnico responsable de ICM.

Con tuberías de gas se recomienda mantener unas distancias mínimas de 20 cm en paralelismos y 5 cm en cruces y si ello no es posible, nunca serán menores de 3 cm y 1 cm respectivamente. En todo caso, se respetará, además, lo establecido por la Compañía de Gas o la Dirección Técnica competente en el ámbito de la obra.

Las cajas de registro a instalar en fachada deberán tener un grado de protección mínimo IP 43 según norma UNE 60529. La distancia mínima entre la caja y cualquier esquina o borde de pared será de 25 cm para cajas cuyas dimensión máxima sea menor de 40 cm; si dicha dimensión es igual o mayor de 40 cm, la distancia mínima será 50 cm.

No se colocarán cajas encima de puertas o ventanas ni, en general, en lugares donde haya riesgos de accidentes o daños a las propias cajas por trabajos frecuentes para otros servicios del edificio, tales como montacargas, aparatos de ventilación, etc.

5.4.6.4.- ANEXO 2. ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN

El número y tipo de subsistemas que se incluyen en una implementación de cableado genérico depende de la distribución geográfica y tamaño del campus o del edificio, y de la estrategia del usuario. Normalmente habrá un repartidor de campus (RT) por campus, un repartidor de edificio (RE) por edificio y un repartidor de planta (RP) por planta, pero estos componentes pueden asumir diferentes funciones en los subsistemas según la tipología y topología del inmueble. En el diseño y dimensionado del sistema de cableado genérico habrá que tener en cuenta:

- El número de edificios que compone el inmueble.
- El número de plantas en cada uno de los edificios.
- El número de dependencias en cada una de las plantas.
- La superficie de cada una de las plantas.
- La densidad de los puestos de trabajo.
- El número de puestos de trabajo por metro cuadrado: previsión de la demanda.

Los armarios estarán dimensionados para alojar el número de componentes necesarios para la realización de las conexiones, tanto de voz como de datos, así como la electrónica de red. Así mismo, el tipo y altura del armario viene determinado por el tipo de subsistema al que pertenece, dejando siempre una reserva del 30% del total de las unidades libres para crecimiento de la red o instalación de nuevos equipos. La estructura final de los repartidores y los elementos de conexión, así como el número de ellos a equipar, quedarán definidos en la documentación técnica a elaborar por el contratista de la instalación o en el proyecto de ingeniería. En ambos casos el alcance y dimensionado definitivo de los elementos deberá ser aprobado por los responsables técnicos de ICM.

1.- ARMARIO DE REGISTRO PRINCIPAL (RR)

El armario de registro principal o armario frontera es el lugar donde se realiza la unión entre las redes de acceso de los operadores de la red pública de telecomunicaciones y la red privada de distribución del inmueble, delimitando las responsabilidades en cuanto a mantenimiento entre el operador del servicio y el centro por lo que se instalará en el RTIC.

El registro principal será un armario, normalmente mural y metálico, con fondo de madera y de las dimensiones suficientes para alojar las regletas del punto de interconexión, así como las guías y soportes necesarios para el encaminamiento de los cables y puentes. Estará dotado con los mecanismos adecuados de seguridad que eviten manipulaciones no autorizadas de los mismos y estará convenientemente puesto a tierra. Se ubicará en la zona más próxima a la entrada de la Red de Acceso al RTIC, dejando la canalización necesaria para que el Armario quede a la altura idónea para la operación en el mismo.

Las regletas Krone de conexiones de entrada y salida, así como los puntos de terminación de red (PTR), serán equipadas e instaladas por ICM. Dichas regletas irán montadas sobre carriles tanto en los RR como en los RV. El adjudicatario deberá suministrar, equipar e instalar el armario de distribución dimensionado de acuerdo con los servicios que se proporcionen en el centro. La unión entre las regletas de entrada y salida se realiza mediante hilos puente.

La distribución de los servicios especiales directos (ascensores y alarmas) sobre pares de telefonía analógica, se realizará conforme se describe en el apartado "Cableado para Ascensores, Alarmas y demás Servicios Especiales" de este mismo documento. Estos PTRs se instalarán de abajo a arriba para permitir así el crecimiento ordenado para futuras instalaciones de nuevas líneas y las conexiones irán de las regletas de entrada a los PTRs y de los PTRs a las regletas de salida, encaminando en todo momento convenientemente por el armario los pares utilizados. Las regletas de pares en el Repartidor de Registro y/o Repartidor de Voz Krone (RV) se equiparán con portarótulos en todos los casos, tengan o no servicio. La identificación se realizará en todas las regletas con servicio, utilizando los

portarótulos correspondientes y utilizando un código de colores específico para el fondo de la etiqueta dependiendo del servicio que soporte, atendiendo a la siguiente tabla:

Enlace RR-Panel de Datos Azul
Enlaces RR-RV Naranja
Entrada líneas de Operadores Blanco
Salida de servicios de voz analógicos directos Verde

Las dimensiones de los armarios, de empleo habitual, son las siguientes (Alto x Ancho x Fondo):

PTRS NECESARIOS Alto x Ancho x Fondo

Hasta 5 líneas 600 x 400 x 150 mm
Hasta 15 líneas 800 x 600 x 200 mm
Hasta 25 líneas 1000 x 600 x 250 mm

Para capacidades mayores será necesario recurrir a armarios modulares de soporte en suelo. Se considerarán conformes los registros principales cuyas características cumplan con el R.D. 346/2011, así como con las normas UNE 20451 y UNE-EN 50298. La distribución de los servicios directos sobre pares de telefonía analógica, se realizará directamente desde el RR en el cual los operadores finalizan sus acometidas de cobre al centro (más información en el apartado "Cableado para Ascensores, Alarmas y demás Servicios Especiales").

2.- REPARTIDOR DE VOZ (RV)

El armario repartidor de voz es el lugar donde se realizarán las asignaciones de distribución de las líneas de voz provenientes del RR hacia la entrada de líneas de la centralita telefónica. Será el punto de retorno de las extensiones de salida de dicha centralita y el distribuidor de salida de las extensiones a los repartidores RT, RP y RE.

En el RTIC se instalará un armario metálico mural con una protección ambiental IP 40, puesta a tierra, con capacidad suficiente, según necesidades - de 200, 300, 600,... pares -, para cubrir la demanda de las comunicaciones del centro, dejando una reserva para futuras ampliaciones, equipado con soporte porta regletas y carril en C, guía hilos, abrazaderas, marcos portarótulos y toma de tierra incluida. Los módulos de regletas a equipar serán de 10 pares del tipo LSA Plus.

El código de colores específico para el fondo de la etiqueta es el que se muestra a continuación.

SERVICIO COLOR

Enlaces RR-RV Naranja
Conexiones a PBX (L. Entrada y Extensiones) Morado
Enlaces Campus (RV) Blanco

Las dimensiones de los armarios, de empleo habitual, son las siguientes (Alto x Ancho x Fondo):

PARES NECESARIOS Alto x Ancho x Fondo

200 pares 432 x 398 x 120 mm
300 pares 575 x 423 x 140 mm
600 pares 930 x 423 x 140 mm

Para capacidades mayores será necesario recurrir a armarios modulares de soporte en suelo con capacidades hasta para 3.500 pares y de dimensiones hasta 2000x1200x400 mm.

2.1 ARMARIO DE REGISTRO PRINCIPAL EN INSTALACIONES SIN CENTRALITA ANALÓGICA

En caso de no existir centralita local (PBX), no se instala un RV y todas las mangueras de voz irán directamente de la salida del RR al Panel de Voz correspondiente en el RT, RE o RP, por un enlace mínimo de 25 pares.

La distribución de los servicios especiales (ascensores y alarmas) sobre pares de telefonía analógica, se realizará directamente desde el RR en el cual los operadores finalizan sus acometidas de cobre al centro (más información en el apartado "Cableado para Ascensores, Alarmas y demás Servicios Especiales").

El código de colores específico para el portarótulos de la etiqueta es el que se indica a continuación.

SERVICIO COLOR

Enlace RR-Panel de Datos Azul
Entrada líneas de Operadores Blanco
Enlaces Campus y otros repartidores (RT/RP) Blanco
Servicios analógicos directos Verde

Las dimensiones de los armarios, de empleo habitual, son las siguientes (Alto x Ancho x Fondo):

(RR) Alto x Ancho x Fondo

Hasta 5 líneas 600 x 400 x 150 mm
Hasta 15 líneas 800 x 600 x 200 mm
Hasta 25 líneas 1000 x 600 x 250 mm

5.4.6.5.- ANEXO 3. SALAS TÉCNICAS

A la hora de tratar las salas de comunicaciones en ICM se hace la distinción entre lo que son Salas Técnicas de Comunicaciones y Centros de Proceso de Datos (CPDs):

- Salas Técnicas: Recintos cerrados donde se alojan los distintos repartidores de voz y datos que dan servicio a un edificio o varios edificios unidos por la red de campus. También conocidos como cuartos de repartidores.

- CPDs: Únicamente los dos existentes a día de hoy en ICM (principal y respaldo) donde están ubicados físicamente los equipos servidores de las aplicaciones que soporta ICM y no forman parte de las especificaciones de esta normativa.

Las salas de comunicaciones para ICM ejecutadas en edificaciones de nueva planta o reformas tendrán las siguientes características constructivas comunes:

- Debido a las necesidades de espacio y la geometría de los elementos a integrar, es necesario que las salas de comunicaciones tengan una distribución lo más próxima posible a la ortogonal, esto es, con forma cuadrada o rectangular.
 - Se evitará su ubicación en Plantas de Sótano para evitar los peligros de inundación.
 - En ningún caso deberán pasar por el interior de la sala tuberías o conductos que puedan originar pérdidas de agua en el interior de la sala.
 - En ningún caso deberán existir sumideros, desagües, arquetas, etc. en el suelo que puedan provocar inundaciones en la sala.
 - Por necesidades de seguridad y del mantenimiento de condiciones higrotérmicas en las salas técnicas no deben existir ventanas. En el caso de que el espacio reservado dispusiera de ellas se deberá proceder a su cerramiento para conseguir un adecuado aislamiento.
 - Es recomendable que todas las salas de comunicaciones estén dotadas de suelo técnico de 20 cm de altura. En su plenum se realizarán todas las instalaciones que se precisen: canaletas, líneas de voz+datos, cables de energía, etc.
 - El tipo de suelo técnico a instalar será el especificado en el mercado para su uso en este tipo de entornos con las adecuadas características de conductividad y resistencia mecánica para soportar pesos como los de los equipos SAI de hasta 500 kg/m².
- EQUIPO

EQUIPO SAI	DIMENSIONES DEL SAI				Armario	Bancada	DIMENSIONES DE BATERÍAS			
---------------	---------------------	--	--	--	---------	---------	-------------------------	--	--	--

kVAs	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fondo (mm)	Peso (kg)			Ancho (mm)	Alto (mm)	Fondo (mm)	Peso (kg)
15	305	1214	702	280			Incluidas en el equipo			
30	494	1684	762	300			Incluidas en el equipo			
80	519	1872	804	313	2		610	1885	798	798
150	905	1872	804	530		1	2200	1570	600	3000
250	1430	1867	800	1895		2	2200	1570	600	3000

Tabla 28 – Tabla de dimensiones y pesos de equipos SAI.

- La transición del suelo técnico con el piso exterior (rampa, escalón) se ejecutará de modo que se pierda el mínimo de superficie útil en la sala, pormenorizando para cada caso y siempre consensuado previamente la solución con ICM.
- Es recomendable, cuando exista posibilidad, la instalación de un falso techo en las salas de comunicaciones capaz de albergar una consola de techo (tipo cassette) para climatización.
- Se requiere una altura libre en la sala de, al menos, 2,50 m desde la terminación del suelo técnico hasta el techo, o falso techo si lo hubiera.

- Si no se pudiera disponer de falso techo, la evaporadora del equipo de aire acondicionado será de tipo horizontal o de pared y se situará sobre el espacio de apertura de la puerta permitiendo su mantenimiento sin inutilizar el espacio bajo el equipo y evitando la posible caída directa de condensados sobre equipamiento.
- El acceso a las salas de comunicaciones se producirá de forma directa desde una zona común de circulación, sin tener que pasar por otros cuartos o dependencias que condicionen el acceso a las mismas.
- Las puertas de acceso a las salas de comunicaciones deberán cumplir las disposiciones del Código Técnico de Edificación con una resistencia al fuego mínima EI2 60-C5, dispondrán de una anchura libre mínima de 90 cm para el paso del equipamiento de comunicaciones a su interior (Racks, Cuadros, SAI, etc.), con apertura hacia el exterior siempre que sea posible para aprovechar al máximo el espacio de la sala y dispondrán de cerradura con llave. En caso de que el espacio entre la puerta y el suelo sea de 1,5cm o superior, se instalará un burlete para evitar la entrada de polvo y la salida del aire climatizado.
- Se preverá siempre la existencia de al menos una ruta de acceso, desde el exterior del edificio hasta las salas de comunicaciones, con un paso mínimo libre de 90 cm de ancho en todo el recorrido.
- El acceso a las Salas de Comunicaciones destinadas a ICM en los Centros Públicos será restringido. Únicamente el personal de mantenimiento y/o seguridad autorizado por ICM tendrá permitido el acceso a estas salas.
- Para evitar choques eléctricos y mejorar la protección contra las perturbaciones electromagnéticas todos los equipos y estructuras metálicas deberán estar conectadas a tierra, no siendo necesario realizar un anillo equipotencial que sólo es apropiado en salas donde se prevea una gran movilidad y variedad de equipos montados en bastidores independientes, como en grandes CPDs o nodos de operadores de telecomunicaciones.

En función de su utilización se distinguen dos tipos de Salas Técnicas de Comunicaciones. Es importante diferenciar las Salas de Comunicaciones de los Armarios Repartidores. En cuanto a salas de Comunicaciones, existirán la Principal (denominada Recinto TIC o RTIC) y las Secundarias (sin nombre concreto). La Principal es donde va alojado el armario repartidor TIC (RT). En las Secundarias irán los armarios repartidores de edificio (RE) o los repartidores de planta (RP).

En los casos que estas salas técnicas no cumplan las características requeridas por ICM, e indicadas a continuación, o simplemente, no existan salas específicas de comunicaciones como tal en los centros, la solución final se deberá ajustar a las características de la sala disponible o al espacio donde ubicar los armarios de comunicaciones, cumpliendo en la medida de lo posible las prescripciones dadas en este documento para el diseño del SCE, acordando previamente con ICM la solución a adoptar en tales casos.

SALAS SECUNDARIAS DE COMUNICACIONES

Son recintos secundarios de comunicaciones todos los que no sean el RTIC y que contendrán los repartidores de cada edificio (RE) o planta (RP) y que estarán comunicados con el RT. En ciertos casos pueden existir o no, dependiendo del número de TT y sus distancias al RT o RE en cada centro.

Se deberán situar y dimensionar las salas de repartidores de plantas lo más próximas a la vertical de la sala principal de comunicaciones. Existirá un mínimo de una sala de repartidor por planta, o cada 200 puestos de trabajo o 1.800 m², con la restricción de 90 m de tirada máxima.

La superficie útil mínima para cada Sala Secundaria será la siguiente, en función del número máximo de puestos de trabajo a los que la sala técnica pueda dar servicio en un futuro, siendo la dotación estándar de 2 PCR por puesto de trabajo:

Nº puestos de trabajo (1 puesto de trabajo = 2 PCR)	Armario de bastidor (nº de "U")	Tamaño mínimo de la sala técnica (m²)
De 0 a 33	15 U	3 m ² (la sala técnica deberá tener una pared con una longitud mínima de 1,5 m)
De 34 a 67	24 U	4 m ² (la sala técnica deberá tener una pared con una longitud mínima de 1,5 m)
De 68 a 134	42 U	

Tabla 30 - Estimación de tamaño de Sala Secundaria por número de usuarios.

Los cálculos del tamaño mínimo de la sala técnica mostrados en la tabla anterior, están realizados para un único armario de bastidor por sala. En caso de existir más de un armario de bastidor en la sala técnica deberá hacerse los cálculos teniendo en cuenta los requerimientos de espacio indicados en la presente normativa técnica.

Se dispondrá de tantos RP como sea necesario para cumplir las especificaciones técnicas de cableado (90 m, como máxima distancia que pueden tener los cables, y por tanto las canalizaciones, entre el punto de conexión en el repartidor y la TT del puesto de usuario), de tal forma que se cubra toda la superficie de la planta.

Se recomienda distribuir los RP de manera estratégica para así poder llegar a cualquier punto de red de cualquier planta respetando la distancia máxima para este tipo de cableado.

AM1.7.-

Energía solar

1.- MEMORIA

1.1.- Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es diseñar la instalación de agua caliente sanitaria, mediante calentamiento por energía solar térmica, así como definir y seleccionar los equipos y materiales que configuran la instalación.

1.2.- Emplazamiento de la instalación

Coordenadas geográficas:

Latitud:	40° 33' 36"
Longitud:	3° 38' 24" O

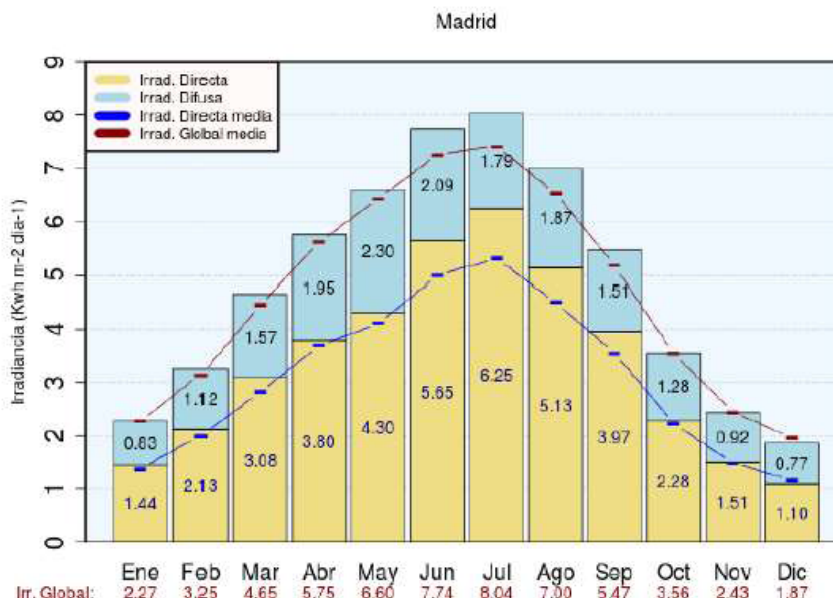
En la tabla 4.4 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Tabla 4.4. Radiación solar global media diaria anual

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Para la asignación de la zona climática de la tabla 4.4 podrán emplearse los datos de Radiación Solar Global media diaria anual que para las capitales de provincia se recogen en el documento "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT", publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología. Para aquellas localidades distintas de las capitales de provincia, a efectos de aplicación de este Documento Básico podrá emplearse el dato correspondiente a la capital de provincia, o bien otros datos oficiales de Radiación Solar Global media diaria anual aplicables a dicha localidad correspondientes al período 1983-2005.

Según datos del SAF de Clima de EUMETSAT, la radiación solar global media diaria anual para la localidad de Madrid es de 4,89 (kWh/m²), por lo que nuestro edificio se sitúa en la **zona climática IV**.



1.3.- Características de la superficie donde se instalarán los captadores. Orientación, inclinación y sombras

La orientación e inclinación de los captadores será la siguiente:

Orientación:	S(182°)
Inclinación:	45°

El campo de captadores se situará sobre la cubierta, según el plano de planta de instalación solar.

La orientación e inclinación del sistema de captación, así como las posibles sombras sobre el mismo, serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites especificados en la siguiente tabla:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

Conj. captación	Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
1	General	1.34 %	2.45 %	3.79 %

1.4.- Descripción de la instalación

Se considera una instalación independiente, con paneles solares en la cubierta del edificio y apoyo mediante caldera de gas natural.

Se dispone de una instalación que consta de los siguientes componentes:

- Campo de colectores.
- Circuito hidráulico primario.
- Circuito hidráulico secundario.
- Sistema de acumulación e intercambio.
- Sistema de regulación.
- Energía de apoyo.

Se ha previsto una instalación formada por 3 paneles solares situados en la cubierta y orientados al sur.

La regulación de la centralita solar permite la aportación de energía captada por los colectores acumulándola en el depósito acumulador. La centralita dispone de entrada para hasta seis sondas, salida para actuador (bomba circuladora) modulante o fija de 1 A de intensidad de corriente eléctrica.

La lectura de temperatura de colectores se comparará con la temperatura de acumulación, pudiendo cambiarse las temperaturas de consigna en todo momento. En el momento que la temperatura de los colectores sea 7°C mayor que la de retorno, la bomba de circulación comenzará a funcionar, para aportar la energía solar contenida en los colectores.

La centralita dispone de función de seguridad por sobretemperatura y protección anti-hielo.

La protección por sobretemperatura se realiza mediante un análisis constante de la temperatura de agua de salida de los colectores, detectando en caso de que no haya consumo una excesiva temperatura del agua del circuito primario entre los colectores y los depósitos.

Esta excesiva temperatura puede provocar los siguientes efectos:

- Excesiva temperatura en el interior del colector. Existe lo que se denomina temperatura crítica del colector, que en el caso del colector, es de 200°C, y que en ningún caso se debe sobrepasar. Esto provocaría un deterioro del propio absorbedor del colector así como un acortamiento de la vida útil del mismo.
- Excesiva presión del circuito hidráulico primario. Lo cual haría actuar a la válvula de seguridad.
- Excesiva temperatura en el momento de pasar el agua por el interior de la bomba. Esto provocaría problemas en la propia bomba ya que suelen aguantar perfectamente temperaturas hasta 120°C, por encima de esta temperatura la bomba se puede estropear.

Cuando la centralita detecta que se ha conseguido la temperatura máxima en el acumulador 65°C (modificable desde 15°C hasta 95°C), se desactiva la bomba del circuito solar.

En el caso de que la lectura de la sonda de temperatura de los colectores sea superior a 120° C (modificable desde 110°C hasta 150°C), la centralita activará de nuevo la bomba circuladora. Una parte de la energía será dispersada a través de la tubería y el resto se disipará a través del aerotermoinstalado al efecto. De esta manera se asegura la vida útil de la instalación y sobre todo del colector. También dispone de función de seguridad contra heladas.

El chequeo que realiza la centralita de manera continua de la temperatura de salida de los colectores asegura que en el momento que esta temperatura esté por debajo de los 0° C (modificable desde -1°C hasta 10°C), se active la bomba de recirculación con el fin de evitar que queden bolsas de agua sin anticongelante en la parte superior del colector o tuberías del primario, lo que podría provocar la congelación del agua.

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza de la siguiente forma:

- Por el principio de circulación utilizado, clasificamos el sistema como una instalación con circulación forzada.
- Por el sistema de transferencia de calor, clasificamos nuestro sistema como una instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar.
- Por el sistema de expansión, será un sistema cerrado.
- Por su aplicación, será una instalación para calentamiento de agua.

1.5.- Captadores. Curvas de rendimiento

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

Marca	Modelo	Disposición	Número total de captadores	Número total de baterías
"SAUNIER DUVAL"	Helioplan SRV 2.3	En paralelo	3	1 de 3 unidades

El captador seleccionado debe poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia, según lo regulado en la Orden IET/2366/2014, de 11 de diciembre, siendo de aplicación las normas UNE-EN 12975-1, ISO 9806 y UNE-EN 12976., sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Parámetros característicos del colector solar

η	0,729	0,7
K_1 (W/m ² K)	2,804	2,4
K_2 (W/m ² K ²)	0,055	0,0
Superficie Total (m ²)	2,51	2,5
Superficie Neta (m ²)	2,352	2,3

1.6.- Disposición de los captadores.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último. La entrada tendrá una pendiente ascendente del 1% en el sentido de avance del fluido caloportador.

1.7.- Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante.

Como anticongelantes podrán utilizarse productos ya preparados o mezclados con agua. En ambos casos, deben cumplir la reglamentación vigente. Además, su punto de congelación debe ser inferior a la temperatura mínima histórica (-17°C) con un margen de seguridad de 5°C.

En cualquier caso, su calor específico no será inferior a 3 KJ/kgK (equivalente a 1 Kcal/kg°C).

Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante cuando se alcanzan temperaturas muy altas. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

El sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas mediante reposición con agua de la red.

En el circuito primario se prevé la utilización de una mezcla anticongelante compuesta por 1,2- propilen glicol, agua e inhibidores de la corrosión.

La protección antihielo de la mezcla (propilen glicol al 45%), es de hasta -28 °C, superior a la temperatura mínima histórica de la zona. La densidad aproximada de esta disolución 1,032 – 1,035 g/cm³ a 20 °C.

A fin de garantizar siempre la misma concentración de anticongelante en el circuito primario, se puede instalar un sistema de rellenado automático, formado por un depósito plástico, con mezcla de agua y anticongelante, una electroválvula y una bomba, comandadas ambas por una sonda de presión en el circuito primario.

Cuando no haga falta rellenado con anticongelante se podrá instalar una válvula de llenado tarada a la presión del circuito de forma que, cuando esta presión disminuya por alguna razón, se produzca el llenado automático del circuito hasta la presión de trabajo.

1.8.- Depósito acumulador

• 1.8.1.- Volumen de acumulación

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con las especificaciones del apartado 3.3.3.1: Generalidades de la sección HE 4 DB-HE CTE.

$$50 < (V/A) < 180$$
$$50 < 500 / 7,056 = 70,86 < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

El modelo de acumulador usado se describe a continuación:

Depósito inter-acumulador solar de acero vitrificado de 500 l., con altura 1960 mm., diámetro 700 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 2,11 m² de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico.

1.8.2.- Superficie de intercambio

La superficie útil de intercambio cumple el apartado 3.3.4: Sistema de intercambio de la sección HE 4 DB-HE CTE, que prescribe que la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0.15.

El modelo de interacumulador seleccionado se describe a continuación:

Depósito inter-acumulador solar de acero vitrificado de 500 l., con altura 1960 mm., diámetro 700 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 2,11 m² de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico.

Para cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se debe instalar una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

1.8.3.- Conjuntos de captación

En la siguiente tabla pueden consultarse los volúmenes de acumulación y áreas de intercambio totales para cada conjunto de captación:

Conj. captación	Vol. acumulación (l)	Sup. captación (m ²)
1	500	7,056

1.9.- Energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica en cualquier circunstancia, la instalación de energía solar debe contar con un sistema de energía auxiliar.

Este sistema de energía auxiliar debe tener suficiente potencia térmica para proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente sanitaria, en ausencia de radiación solar. La energía auxiliar se aplicará en el circuito de consumo, nunca en el circuito primario de captadores.

El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. En el caso de que el sistema de energía auxiliar no disponga de acumulación, es decir, sea una fuente de calor instantánea, el equipo será capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente, con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

Tipo de energía auxiliar: Gas natural

1.10.- Circuito hidráulico

El caudal de fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante, según aparece en el apartado de cálculo.

- **1.10.1.- Bombas de circulación**

La bomba necesaria para el circuito primario debe tener el siguiente punto de funcionamiento:

Caudal (l/h)	Presión (Pa)
282,24	8734,1

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario son compatibles con la mezcla anticongelante.

- **1.10.2.- Tuberías**

Las tuberías utilizadas para el circuito primario tienen las siguientes características:

Material: cobre

Disposición: colocada superficialmente con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco

- **1.10.3.- Vaso de expansión**

El sistema de expansión que se emplea en el proyecto será cerrado, de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda establecer la operación automática cuando la potencia esté disponible de nuevo.

El vaso de expansión para cada conjunto de captación se ha dimensionado conforme se describe en el anexo de cálculo.

- **1.10.4.- Purgadores**

Se utilizarán purgadores automáticos, ya que no está previsto que se forme vapor en el circuito. Debe soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y, en cualquier caso, hasta 150°C.

- **1.10.5.- Sistema de llenado**

El sistema de llenado del circuito primario es manual.

1.11.- Sistema de control

El sistema de control asegura el correcto funcionamiento de la instalación, facilitando un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando el uso adecuado de la energía auxiliar. Se ha seleccionado una centralita de control para sistema de captación solar térmica, con sondas de temperatura con las siguientes funciones:

- Control de la temperatura del captador solar
- Control y regulación de la temperatura del acumulador solar
- Control y regulación de la bomba en función de la diferencia de temperaturas entre captador y acumulador.

1.12.- Diseño y ejecución de la instalación

• 1.12.1.- Montaje de los captadores

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El diseño y construcción de la estructura y sistema de fijación de los captadores debe permitir las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de la estructura y de los captadores no arrojarán sombra sobre estos últimos.

En el caso que nos ocupa, el anclaje de los captadores al edificio se realizará mediante una estructura metálica proporcionada por el fabricante. La inclinación de los captadores será de: 45°.

• 1.12.2.- Tuberías

El diámetro de las tuberías se ha dimensionado de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s y que la pérdida de carga unitaria sea inferior a 20.0 mm.c.a/m.

• 1.12.3.- Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y sus condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios siguientes:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.

Las válvulas de seguridad serán capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de intercepción.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa: fundición de hierro o de latón.
- Mecanismo: acero inoxidable.
- Flotador y asiento: acero inoxidable.
- Obturador: goma sintética.

Los purgadores automáticos serán capaces de soportar la temperatura máxima de trabajo del circuito.

- **1.12.4.- Vaso de expansión**

Se utilizarán vasos de expansión cerrados con membrana. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados. La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá el volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

El volumen de dilatación, para el cálculo, será como mínimo igual al 4,3% del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío, en el punto más alto del circuito, no sea inferior a 1.5Kg/cm², y que la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

Cuando el fluido caloportador pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionamiento especial para el volumen de expansión.

El depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, incrementado en un 10%.

- **1.12.5.- Aislamientos**

El aislamiento de los acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m² tendrá un espesor mínimo de 30 mm. Para volúmenes superiores, el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento para el intercambiador de calor en el acumulador no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior o exterior, no serán inferiores a los valores especificados en: RITE.I.T.1.2.4.2.1.1.

Es aconsejable, aunque no forme parte de la instalación solar, el aislamiento de las tuberías de distribución al consumo de ACS. De esta forma se evitan pérdidas energéticas en la distribución, que disminuyen el rendimiento de la instalación de captación solar.

- **1.12.6.- Purga de aire**

El trazado del circuito favorecerá el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil de cada botellín será superior a 100cm³.

Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar, y antes del intercambiador, un desaireador con purgador automático.

Las líneas de purga se colocarán de tal forma que no puedan helarse ni se pueda producir acumulación de agua entre líneas. Los orificios de descarga deberán estar dispuestos para que el vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad no cause ningún riesgo a personas, a materiales o al medio ambiente.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.

- **1.12.7.- Sistema de llenado**

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado, manual o automático, que permita llenar el circuito primario de fluido caloportador y mantenerlo presurizado.

En general, es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de fluido caloportador.

Para disminuir el riesgo de fallo, se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados, así como la entrada de aire (esto último incrementaría el riesgo de fallo por corrosión).

Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

- **1.12.8.- Sistema eléctrico y de control**

El sistema eléctrico y de control cumplirá el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación.

Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El rango de temperatura ambiente admisible para el funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, el siguiente: -10°C a 50°C.

Los sensores de temperatura soportarán los valores máximos previstos para la temperatura en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar, sin alteraciones superiores a 1°C, una temperatura de hasta 100°C (instalaciones de ACS).

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la zona de medición. Para conseguirlo, en el caso de sensores de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido.

Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que les rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desea controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Las sondas serán, preferentemente, de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas por contacto y la superficie metálica.

- **1.12.9.- Sistemas de protección**

- 1.12.9.1.- Protección contra sobrecalentamientos**

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que, con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar el sistema a su estado normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenaje como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan peligro alguno para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material del edificio.

Cuando las aguas sean duras, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60°C.

1.12.9.2.- Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60°C, deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para compensar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

1.12.9.3.- Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por cada material o componente.

1.12.9.4.- Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

1.12.9.5.- Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del mismo.

Como el sistema es por circulación forzada, se utiliza una válvula antirretorno para evitar flujos inversos.

2.- CÁLCULO

2.1.- Descripción del edificio

El objeto del presente proyecto es diseñar la instalación de agua caliente sanitaria, mediante calentamiento por energía solar térmica.

Ampliación de centro situado en San Sebastián zona climática IV según CTE DB HE 4.

La orientación de los captadores se describe en la tabla siguiente:

Batería	Orientación
1	S(182°)

2.2.- Circuito hidráulico

• 2.2.1.- Condiciones climáticas

Los datos de radiación solar global incidente, así como la temperatura ambiente media para cada mes se han tomado de la base de datos meteorológicos del IDAE o en su defecto de datos locales admitidos oficialmente.

Radiación horizontal media diaria:	4,3	kWh/m² día
Radiación en el captador media diaria	510,2	kWh/m² día
Temperatura media diurna anual:	15,6	°C
Temperatura mínima histórica:	-16	°C

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Radiación global horizontal (kWh/m²/día):	1,9	2,9	3,8	5,2	5,8	6,5	7,2	6,4	4,7	3,2	2,1	1,6
Radiación en el plano de captador (kWh/m²/día):	358,6	447,7	500,6	562,4	565,1	579,2	676,8	677,8	570,3	481,4	373,7	328,6
Temperatura ambiente media diaria (°C):	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7
Temperatura media agua de red (°C):	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6

2.2.2.- Condiciones de uso

El consumo diario medio de la instalación se ha obtenido a partir de la tabla 4.1 (CTE DB HE 4) con una temperatura de consumo de 60 °C.

	Demanda por persona (Litros/día-unidad)	Personas	Demanda (litros/día)
Escuela sin ducha	4	130	520
Total			520

Es recomendable que: $0,8M < V \leq M$;

$416 < 500 \leq 520$;

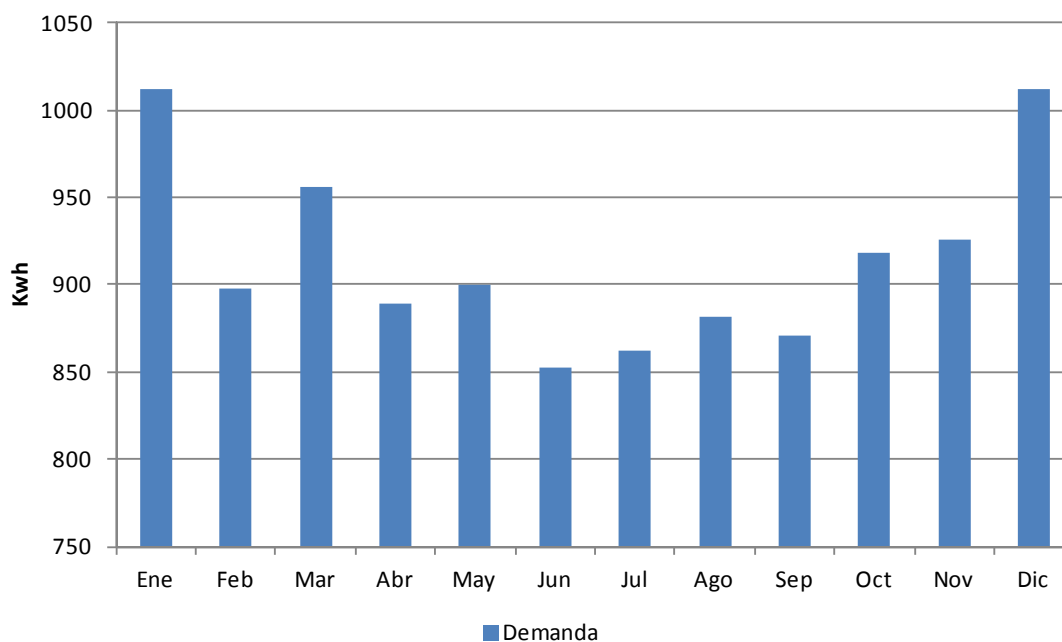
M demanda [l/día].

V volumen depósito de acumulación solar [litros]

Se elige un depósito de acumulación de **500 litros**.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA POR MESES (litros/día)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CONSUMO TOTAL ACS:	16120	14560	16120	15600	16120	15600	16120	16120	15600	16120	15600	16120
Temperatura media agua de red (°C):	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6

Demanda energética (KWh)



2.3.- Determinación de la radiación

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

Orientación:	S(182°)
Inclinación:	45°

2.4.- Dimensionamiento de la superficie de captación

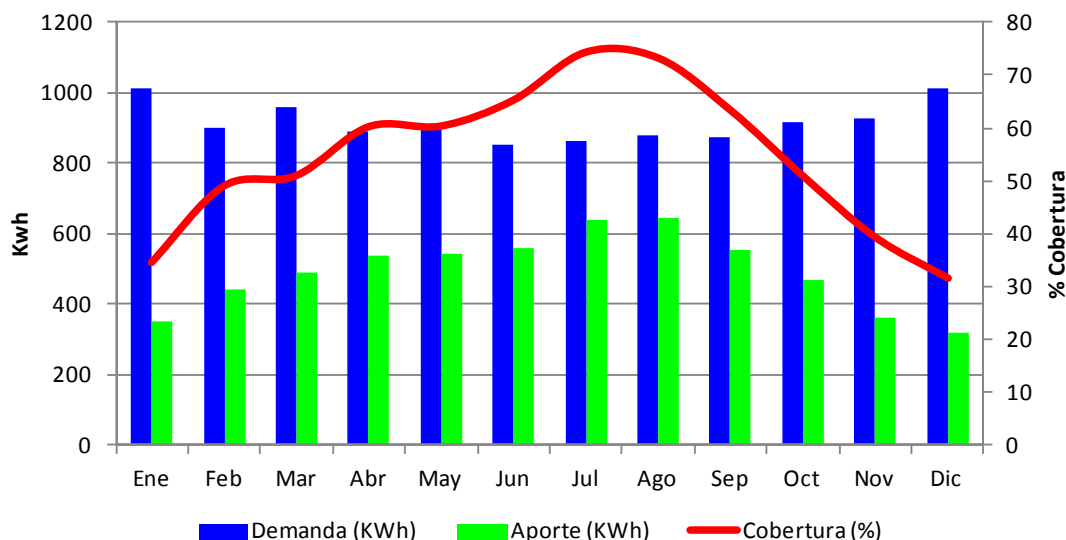
El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 50%, tal como se indica en el apartado 2.1, 'Contribución solar mínima', de la sección HE 4 DB-HE CTE.

El valor resultante para la superficie de captación es de 7,056 m², y el volumen de captación de 500 l.

Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

APORTE SOLAR A.C.S.



	Consumo (l/día)	Temperatura agua red (°C)	Demanda (kWh)	Producción solar (kWh)	Cobertura (%)
Enero	520,00	6,00	1012,42	349,35	34,5
Febrero	520,00	7,00	897,51	439,67	49,0
Marzo	520,00	9,00	956,17	487,44	51,0
Abril	520,00	11,00	889,04	535,53	60,2
Mayo	520,00	12,00	899,93	543,23	60,4
Junio	520,00	13,00	852,75	556,72	65,3
Julio	520,00	14,00	862,43	641,39	74,4

Agosto	520,00	13,00	881,18	645,33	73,2
Septiembre	520,00	12,00	870,90	551,33	63,3
Octubre	520,00	11,00	918,67	467,10	50,8
Noviembre	520,00	9,00	925,33	363,07	39,2
Diciembre	520,00	6,00	1012,42	319,22	31,5
Total			10978,73	5899,4	53,7

2.5.- Cálculo de la cobertura solar

La instalación cumple la normativa vigente, ya que la energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.

La cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 53,7%.

2.6.- Selección de la configuración básica

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación con una superficie total de captación de 7 m² y de un interacumulador colectivo. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

2.7.- Selección del fluido caloportador

La temperatura histórica en la zona es de -17°C.

La protección antihielo de la mezcla (propilén glicol al 45%), es de hasta -28 °C, superior a la temperatura mínima histórica de la zona. La densidad aproximada de esta disolución 1,032 – 1,035 g/cm³ a 20 °C.

2.8.- Diseño del sistema de captación

El sistema de captación estará formado por elementos del tipo Helioplan SRV 2.3 ("SAUNIER DUVAL"), cuya curva de rendimiento INTA es:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left(\frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

siendo

η_0 : Factor óptico (0.80).

a_1 : Coeficiente de pérdida (2.44).

t^e : Temperatura media (°C).

t^a : Temperatura ambiente (°C).

I : Irradiación solar (W/m²).

La superficie de apertura de cada captador es de 2.33 m².

La disposición del sistema de captación queda completamente definida en los planos del proyecto.

2.9.- Diseño del sistema intercambiador-acumulador

Volumen necesario del intercambiador-acumulador donde se produce el aporte de los captadores

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con las especificaciones del HE 4 DB-HE CTE.

$$50 < (V/A) < 180$$
$$50 < 500 / 7,056 = 70,86 < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Se ha utilizado el siguiente interacumulador:

Depósito inter-acumulador solar de acero vitrificado de 500 l., con altura 1960 mm., diámetro 700 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 2,11 m² de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico.

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

Volumen necesario del intercambiador-acumulador donde se produce el aporte de caldera

Pasamos a calcular el volumen necesario del intercambiador-acumulador donde se produce el aporte de caldera. La producción de ACS está determinada por el binomio "potencia/capacidad de acumulación". Cuanto mayor sea el volumen de acumulación, menor potencia instantánea se requerirá para la caldera. Nos referimos con sistemas de acumulación a aquellos capaces de cubrir la demanda completa de la hora punta, mientras que nos referimos a sistemas de semiacumulación cuando sólo se cubre un % de dicha demanda.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración, para lo que no existen datos oficiales publicados ni normas de referencia. Como hipótesis muy conservadora, se suele considerar el volumen de hora punta entre el 50% y el 30% del consumo medio diario.

Para nuestro cálculo vamos a suponer 2 picos diarios, cada uno con un consumo en hora punta del 40% del volumen medio diario de ACS calculado anteriormente:

Consumo en hora punta = 500 * 0,40 = 200 litros.

Sería suficiente un volumen de acumulación de ACS de **200 litros**.

Se elige un depósito interacumulador solar de acero vitrificado de 200 l., con altura 1472 mm., diámetro 540 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 0,95 m² de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico.

Cálculo de aporte del sistema de apoyo convencional

El sistema de apoyo convencional se diseña como si no existiera la instalación de energía solar. Para poder realizar una valoración de la potencia mínima de la caldera capaz de cubrir la producción de ACS, es necesario tener en cuenta el volumen de acumulación y el tiempo de preparación de dicho volumen.

Continuando con hipótesis muy conservadoras y suponiendo 2 picos diarios (según el cálculo del apartado anterior, cada pico con un 40% del volumen de acumulación) y una utilización diaria del centro de 12 horas, el tiempo mínimo de preparación sería de 6 horas.

Tomamos una caldera con eficiencia de un 85 % y admitimos unas pérdidas por día en el acumulador de 10 kWh.

Trabajando con una temperatura de 60 °C, y con una temperatura del agua de red la más baja posible (8°C según la norma UNE 94002) y sin ninguna aportación de los paneles solares, y considerando que el volumen mínimo a preparar será de 200 litros (depósito de apoyo):

- Energía demandada: $E_d = V \cdot \Delta T$
- Energía producida por la caldera: $E_c = \text{Pot} \cdot \eta_c \cdot t_i$
- Energía pérdida en el acumulador: E_p
- Porcentaje de energía perdida por distribución e intercambiador : 5%

- Balance energético: $E_d = E_c - E_p$

Dependiendo del tiempo en el que queramos dar la energía obtendremos una potencia u otra según la fórmula:

- $Pot = (V \cdot \Delta T + E_p) / (\eta_c \cdot t_i)$
- $C_e = 1 \text{ Cal}/(g \cdot ^\circ\text{C})$

Por lo tanto obtenemos una aportación de la caldera de una potencia de:

$$Pot = (200 \cdot (60 - 8) \cdot 1 + 8.600) \cdot 1,05 / (0,85) = 23.471 \text{ Kcal} = 27,3 \text{ kWh}$$

Con un tiempo máximo de respuesta de seis horas se obtiene una potencia de 4,6 kW. Para el cálculo de la caldera se estima una potencia de **10 kW**. (La elección de la caldera final se incluye en el apartado 5.4.4. Cálculo de la Instalación de Calefacción).

2.10.- Diseño del circuito hidráulico

• 2.10.1.- Cálculo del diámetro de las tuberías

Para el circuito primario de la instalación se utilizarán tuberías de cobre.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 20.00 mm.c.a/m.

• 2.10.2.- Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Deben determinarse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores
- Tuberías (montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- Intercambiador

FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, utilizaremos la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

siendo

ΔP : Pérdida de carga (m.c.a).

λ : Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). Esta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En este caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds.

Cálculo del número de Reynolds: (R_e)

$$R_e = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

siendo

R_e : Valor del número de Reynolds (adimensional).

ρ : 1000 Kg/m³

v : Velocidad del fluido (m/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

μ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20°C).

Cálculo del coeficiente de fricción (λ) para un valor de R_e comprendido entre 3000 y 10^5 (éste es el caso más frecuente para instalaciones de captación solar):

$$\lambda = \frac{0,32}{R_e^{0,25}}$$

Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 60°C y con una viscosidad de 4.004000 mPa s, los valores de la pérdida de carga se multiplican por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

• 2.10.3.- Bomba de circulación

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se debe dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación tiene un valor de 282,24 l/h.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_T = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N+1)}{4}$$

siendo

ΔP_T : Pérdida de presión en el conjunto de captación.

ΔP : Pérdida de presión para un captador

N : Número total de captadores

Por tanto, los valores para la pérdida de presión total en el circuito primario y para la potencia de la bomba de circulación, de cada conjunto de captación, son los siguientes:

Conj. captación	Pérdida de presión total (Pa)	Potencia de la bomba de circulación (kW)
1	8748	0.07

La potencia de cada bomba de circulación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = C \cdot \Delta p$$

siendo

P: Potencia eléctrica (kW)

C: Caudal (l/s)

Δp : Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

Según el apartado 3.4.4 'Bombas de circulación' de la sección HE 4 DB-HE CTE, la potencia eléctrica parásita para la bomba de circulación no deberá superar los valores siguientes:

Tipo de sistema	Potencia eléctrica de la bomba de circulación
Sistemas pequeños	50 W o 2 % de la potencia calorífica máxima que pueda suministrar el grupo de captadores.
Sistemas grandes	1% de la potencia calorífica máxima que pueda suministrar el grupo de captadores.

• 2.10.4.- Vaso de expansión

Se debe instalar un Vaso de Expansión cerrado, adecuado para el uso con mezcla anticongelante de las siguientes características.

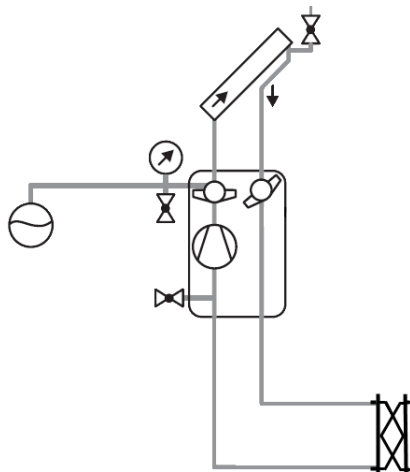
- Capacidad:	100	l
- Presión máxima	6,0	bar
- Presión del gas	1,50	bar
- Presión de llenado	2,00	bar

Para proteger la membrana de temperaturas excesivas así como de la entrada de fluido caloportador en fase vapor se debe de instalar un vaso amortiguador de temperatura en serie con el vaso de expansión.

- Capacidad	80	l
-------------	----	---

Se debe hacer uso además de válvula de seguridad tarada a 6 bares, purgador en el punto más alto de la instalación y en la salida de cada batería de captadores, así como manómetro de presión del circuito solar.

Ejemplo:



• **2.10.5.- Purgadores y desaireadores**

El sistema de purga está situado en la batería de captadores. Por tanto, se asume un volumen total de 100.0 cm³.

2.13.- Aislamiento

El aislamiento de las tuberías será el marcado a continuación en las tablas siguientes:

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$140 < D$	45	50	60

2.13.- Plan de vigilancia

Tabla 5.1 Plan de vigilancia

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas
CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
CIRCUITO SECUNDARIO	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

IV: inspección visual

2.14.- Plan de mantenimiento

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

Tabla 5.2 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original
Cristales	6	IV diferencias entre <i>captadores</i>
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de <i>captadores</i>

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.2.2 párrafo 2. IV: inspección visual

Tabla 5.3 Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación de desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

IV: inspección visual

Tabla 5.4 Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

CF: control de funcionamiento

AM1.8.-

Gas

1. Cálculo

PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS	
Zona climática	D
Coeficiente corrector en función de la zona climática	1.12
Tipo de gas suministrado	Gas natural
Poder calorífico superior	9460 kcal/m ³
Poder calorífico inferior	8514 kcal/m ³
Densidad relativa	0.60
Densidad corregida	0.60
Presión de salida en el conjunto de regulación	20.0 mbar
Presión mínima en llave de aparato	17.0 mbar
Velocidad máxima en un montante individual	20.0 m/s
Velocidad máxima en la instalación interior	20.0 m/s
Coeficiente de mayoración de la longitud en conducciones	1.2

Se utiliza la acometida existente del centro. No se modifica la misma.

Línea de suministro desde el punto de conexión con la instalación existente hasta la llave de corte previa al cuarto de calderas enterrada. Se ejecutará en tubo de polietileno de alta densidad, SDR 11, de 4 bar de presión nominal, según UNE-EN 1555.

Llave de corte a la entrada del cuarto de calderas alojada en arqueta de PVC.

A partir de este punto la instalación pasará a ser vista de cobre estirado en frío, según UNE-EN 1057. Estará protegida con camisa de acero en toda la instalación exterior al cuarto de calderas y estará provista en su recorrido por un sistema de corte automático de suministro mediante electroválvula de presión de servicio, estará comandada por una centralita electrónica de detección de fugas y sonda de detección, según UNE 60670.

CONEXIÓN CON INSTALACIÓN EXISTENTE														
Tramo	L (m)	L eq. (m)	h (m)	Qt (m ³ /h)	N	Fs	Qc (m ³ /h)	v (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	ΔP (mbar)	ΔP acum. (mbar)	DN
1 - 2	29.76	35.71	-0.50	8.50	1	1.00	8.50	2.88	20.00	18.78	18.75	1.25	1.25	PE 40
Abreviaturas utilizadas														
L	Longitud real							v	Velocidad					
L eq.	Longitud equivalente							P in.	Presión de entrada (inicial)					
h	Longitud vertical acumulada							P f.	Presión de salida (final)					
Qt	Caudal total							P fc.	Presión de salida corregida (final)					
N	Número de abonados							ΔP	Pérdida de presión					
Fs	Factor de simultaneidad							ΔP acum.	Caída de presión acumulada					
Qc	Caudal calculado							DN	Diámetro nominal					

INSTALACIÓN INTERIOR												
Tramo		L (m)	L eq. (m)	h (m)	Q (m³/h)	v (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	ΔP (mbar)	ΔP acum. (mbar)	DN
Montante		1.04	1.24	0.00	8.50	3.01	18.75	18.70	18.70	0.05	0.05	Cu 32/35
Caldera a gas para calefacción y ACS		8.28	9.94	2.00	8.50	3.01	18.70	18.32	18.43	0.27	0.32	Cu 32/35
Abreviaturas utilizadas												
L	Longitud real					P f.	Presión de salida (final)					
L eq.	Longitud equivalente					P fc.	Presión de salida corregida (final)					
h	Longitud vertical acumulada					ΔP	Pérdida de presión					
Q	Caudal					ΔP acum.	Caída de presión acumulada					
v	Velocidad					DN	Diámetro nominal					
P in.	Presión de entrada (inicial)											

2. Normas de ejecución del montaje

Acometida

No se modifica la acometida existente.

Red de Distribución

Tuberías

Serán de acero o polietileno. Las primeras serán de acero estirado sin soldadura o acero soldado longitudinalmente o helicoidalmente.

Para el cálculo de los espesores de la tubería se estará a lo dispuesto en la Norma UNE-EN- 12007-3. y en lo referente a la fabricación, prueba y control de las mismas, se seguirán las especificaciones establecidas en las normas UNE, ISO EN u otra de reconocido prestigio (API, DIN).

En las de polietileno, para la determinación del polímero, así como para el cálculo de los espesores de los tubos y para la fabricación, prueba y control de las mismas, se seguirán las especificaciones establecidas en la Norma UNE-EN ISO 12162, según especifica la Norma UNE 60311:2001, u otra norma de reconocido prestigio (ISO, ANSI, B 31.8, ASTM D 2.513).

Dadas las características es este material

- No debe emplearse el polietileno a la intemperie. La temperatura de operación no debe ser inferior a -20°C ni superar los 40 °C.
- Debe vigilarse especialmente que los tubos no reciban, con ocasión de su transporte o de su tendido, golpes contra cuerpos con aristas vivas.
- Debe almacenarse protegiéndolo e los rayos solares, cuando en su composición no contengan algún producto que lo proteja de los efectos perjudiciales de los mismos.
- Los requisitos técnicos de las canalizaciones de polietileno estarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 12007-2. 1.2.2.

Accesorios y elementos auxiliares

Los accesorios (piezas de forma, bridas u otros) elementos auxiliares (válvulas, filtros, sifones, dispositivos de limitación de presión u otros) de las canalizaciones, deberán cumplir las normas UNE, ISO u otras de reconocido prestigio o deberán haber sido convenientemente ensayados por la Empresa suministradora o por Entidad de reconocida competencia. En todos los casos, los ensayos mencionados deberán garantizar la seguridad operativa de los accesorios y de los elementos auxiliares. La determinación del polímero, clasificación y designación se deber realizar de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 12162.

Los materiales y componentes de polietileno deben ser conformes con la Norma UNE o EN de aplicación, o en su ausencia, con especificaciones técnicas e las que se describan la calidad y propiedades de los compuestos y resinas de base, el proceso, equipos e instalaciones de fabricación de los tubos, las tolerancias dimensionales, los defectos admisibles y los ensayos, pruebas y controles, así como las certificaciones y condiciones de recepción y marcado.

Construcción

La vigilancia y control de la colocación de los tubos, la realización de las uniones y los ensayos y pruebas a ejecutar los hará el propio distribuidor de gas o una Empresa especialista designada por el mismo.

La Empresa que ejecute la instalación de los elementos que constituyen la canalización deberán disponer del equipo y el personal especializado por la correcta realización de los trabajos.

Debe comprobarse en obra, después del transporte y antes de su colocación, el buen estado de los tubos, de su revestimiento, de los accesorios y de los elementos de unión, así como la ausencia de cuerpos extraños.

El fondo de la zanja se preparará de forma que el tubo tenga un soporte firme, continuo y exento de materiales que puedan dañar la tubería o su protección.

Durante la instalación de la canalización se tomarán precauciones especiales para no perturbar el buen funcionamiento de las redes de drenaje o de cualquier otra instalación subterránea cercana a la canalización de gas.

En caso de gas húmedo, la canalización deberá tener una pendiente de 5 mm/m, al objeto de permitir la recogida de eventuales condensados en las zonas bajas de la misma.

En la colocación en la zanja de la tubería de polietileno se tomarán las debidas precauciones que permitan la absorción de las dilataciones, a fin de evitar sobretensiones perjudiciales por variaciones térmicas.

Las uniones de los tubos de las canalizaciones entre sí, y entre estos y sus accesorios, deberán hacerse de acuerdo con los materiales en contacto, mediante bridas, piezas especialmente diseñadas para ello o empleando la correspondiente técnica de soldadura en frío o en caliente. En las uniones con elementos auxiliares se podrán utilizar además de los tipos de unión anteriormente especificados, las uniones roscadas. En todo caso debe asegurarse la estanqueidad de las uniones no soldadas mediante juntas comprensibles o deformables de materias no atacables por el gas.

Las uniones deben ser realizadas únicamente por personal cualificado y la realización de las soldaduras, en las canalizaciones de acero, deberán confiarse a soldadores calificados por el CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas) o por una Entidad colaboradora para la aplicación de la Reglamentación técnica de distribución y utilización de combustibles gaseoso y sus instrucciones técnicas complementarias (Decreto 919/2006 de 28 de Julio), tras superar las correspondientes pruebas de capacitación según norma UNE 14042 u otra de reconocido prestigio.

Las uniones de los tubos de polietileno entre sí se harán normalmente por fusión, y las de estos accesorios, a elementos auxiliares o a tubos metálicos se harán mediante soldadura o sistemas apropiados. Las soldaduras de polietileno deberán ser realizadas por soldadores de polietileno cualificados de acuerdo con la legislación vigente.

Para las transiciones de polietileno con accesorios de otros materiales, y excepcionalmente en la reparación de conducciones existentes, se pueden utilizar enlaces mecánicos. No se deben usar uniones roscadas.

En las canalizaciones de polietileno, las válvulas deberán inmovilizarse a fin de evitar que se transmitan a los tubos los esfuerzos producidos al maniobrarlas.

Todas las partes accesibles de la canalización deberán ser resistentes a la manipulación por personal ajeno a la Compañía operadora y, en su defecto, deberán disponer de la correspondiente protección.

Madrid, enero de 2018

El Arquitecto



Fdo.: Dña. Noemí Gállego Fernández