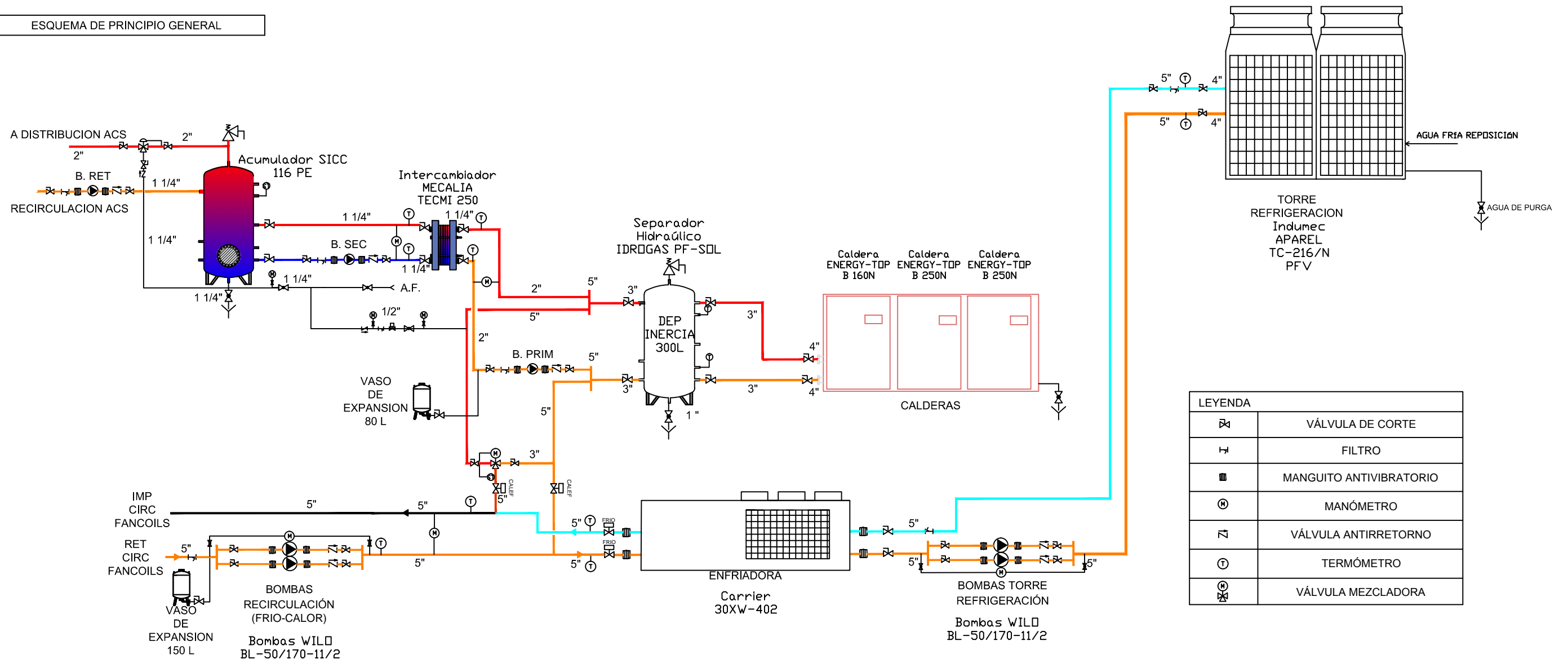




ESQUEMA DE PRINCIPIO GENERAL



PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

PLANO: Esquema de principio general.

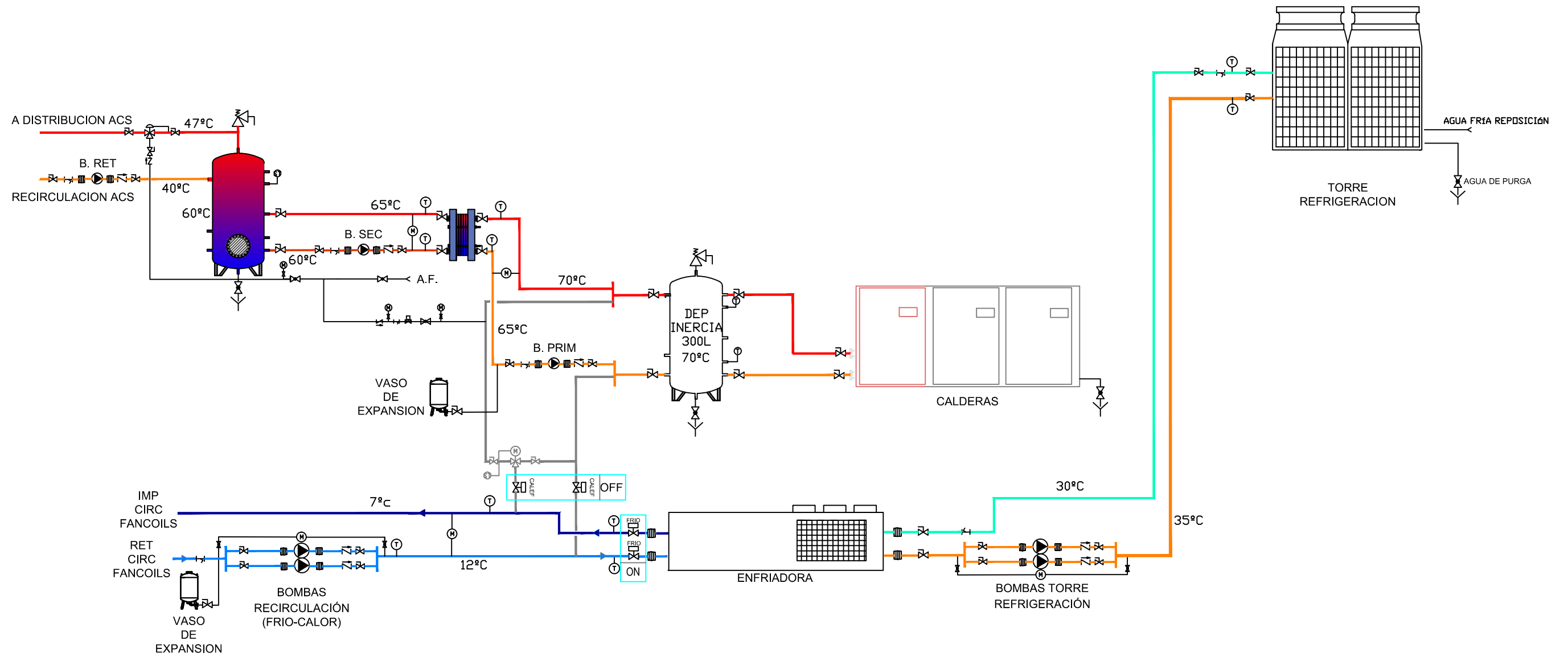
Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
06/2015

Nº **2** /10

# MODO VERANO



PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

PLANO: Esquema de principio modo verano.

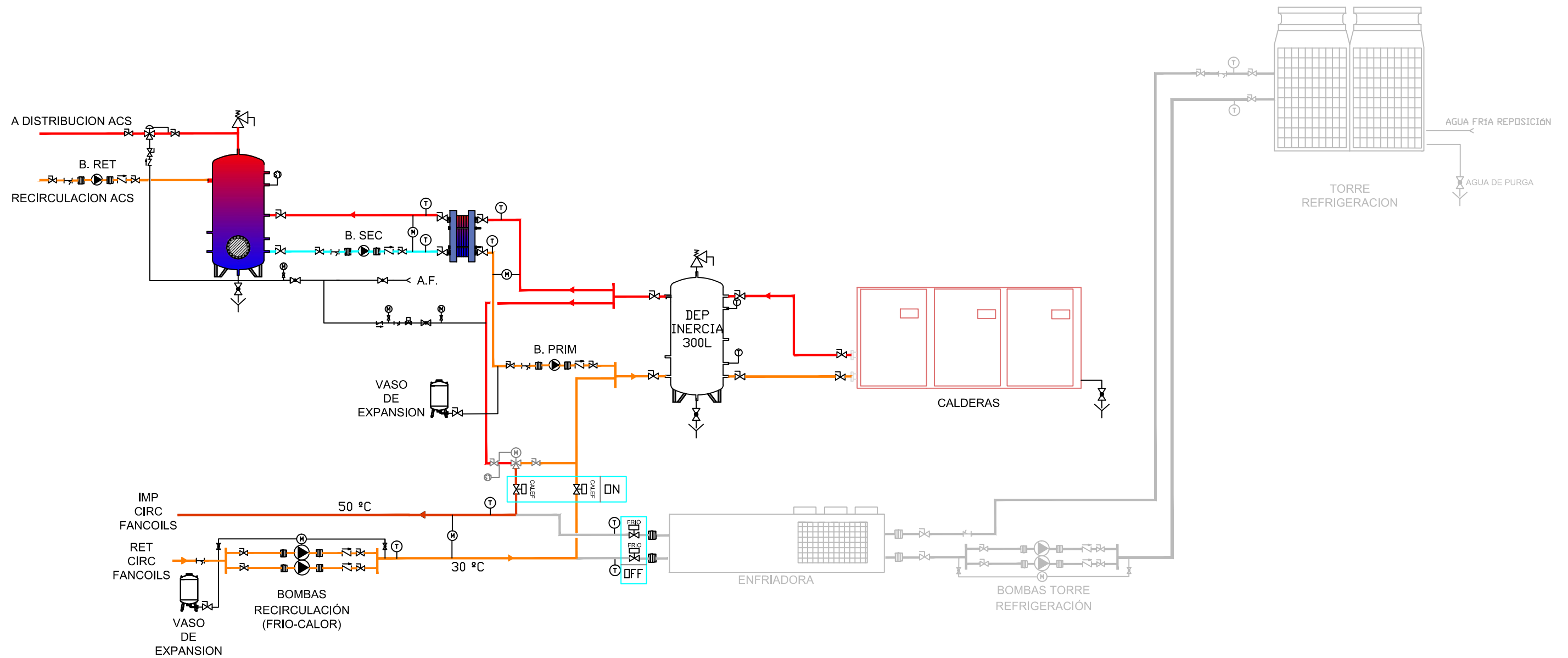
Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
06/2015

Nº  
**3** /10

# MODO INVIERNO



PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

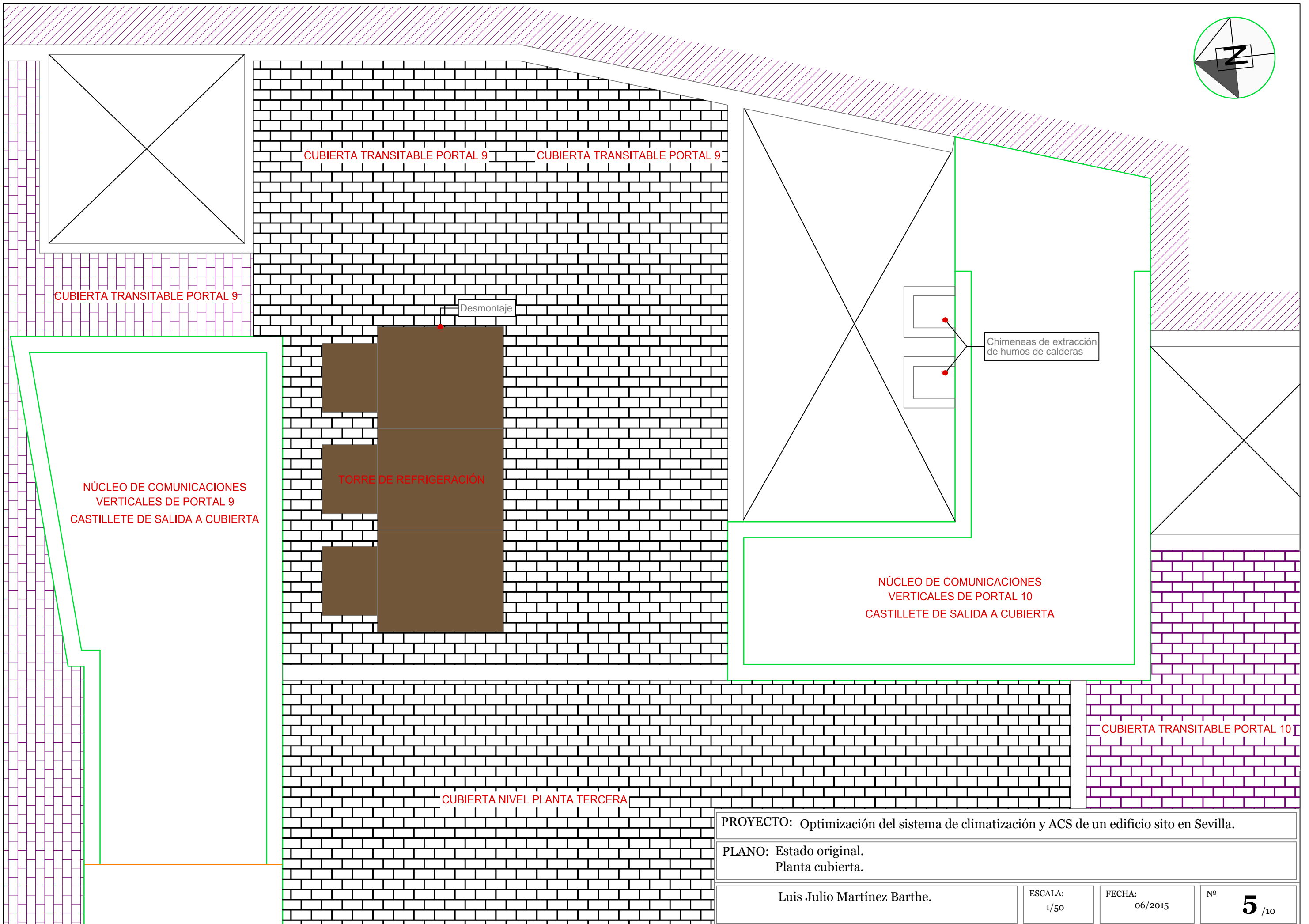
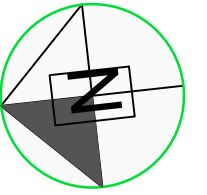
PLANO: Esquema de principio modo invierno.

Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
06/2015

Nº  
**4** /10



CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 9

CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 9

CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 9

Desmontaje

Chimeneas de extracción de humos de calderas

NÚCLEO DE COMUNICACIONES VERTICALES DE PORTAL 9  
CASTILLETE DE SALIDA A CUBIERTA

TORRE DE REFRIGERACIÓN

NÚCLEO DE COMUNICACIONES VERTICALES DE PORTAL 10  
CASTILLETE DE SALIDA A CUBIERTA

CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 10

CUBIERTA NIVEL PLANTA TERCERA

PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

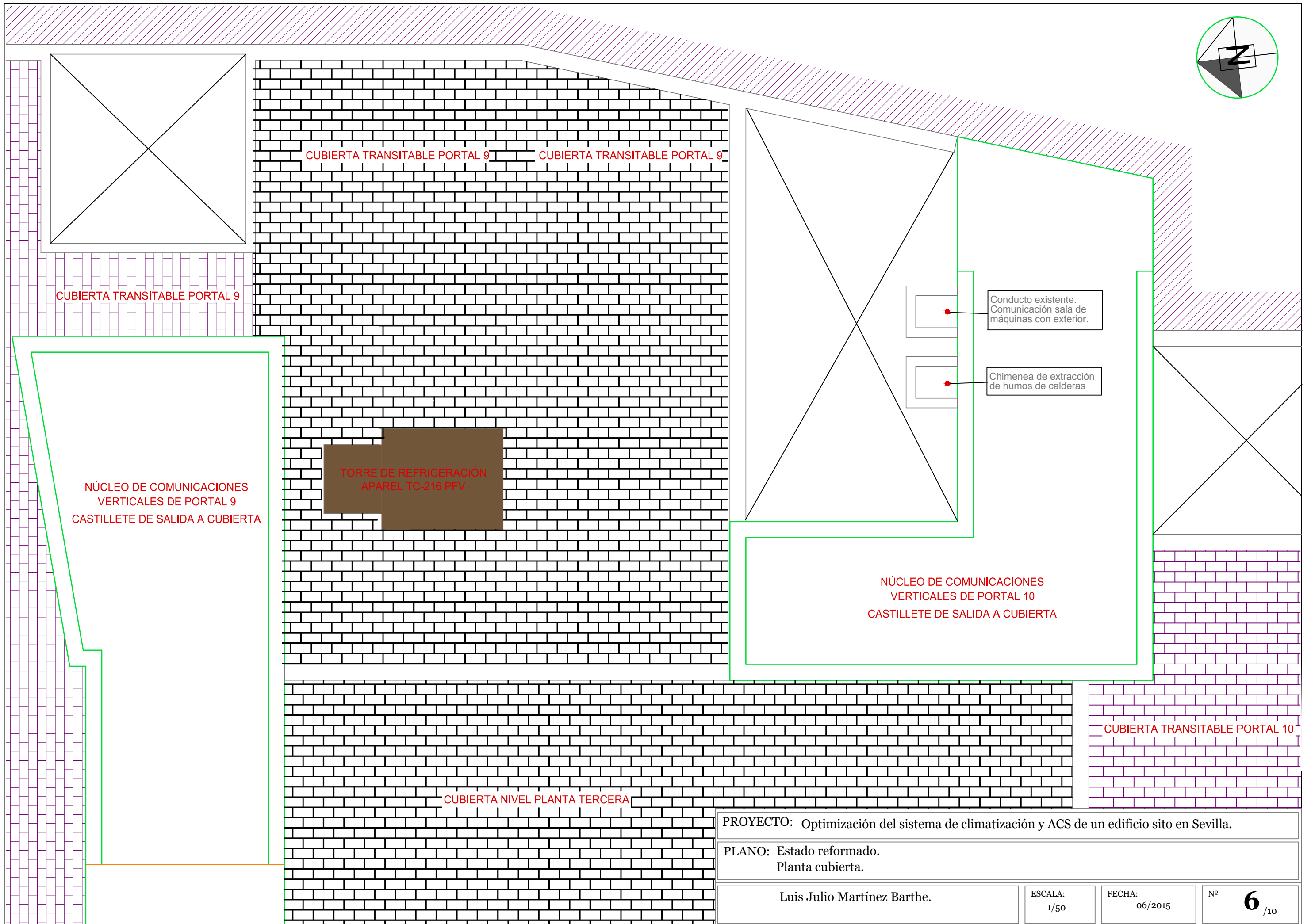
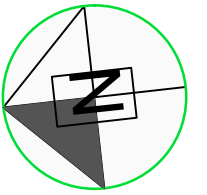
PLANO: Estado original.  
Planta cubierta.

Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA:  
1/50

FECHA:  
06/2015

Nº  
5 /10



CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 9

CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 9

CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 9

NÚCLEO DE COMUNICACIONES  
VERTICALES DE PORTAL 9  
CASTILLETE DE SALIDA A CUBIERTA

TORRE DE REFRIGERACIÓN  
APAREL TC-216 PFV

NÚCLEO DE COMUNICACIONES  
VERTICALES DE PORTAL 10  
CASTILLETE DE SALIDA A CUBIERTA

Conducto existente.  
Comunicación sala de  
máquinas con exterior.

Chimenea de extracción  
de humos de calderas

CUBIERTA TRANSITABLE PORTAL 10

CUBIERTA NIVEL PLANTA TERCERA

PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

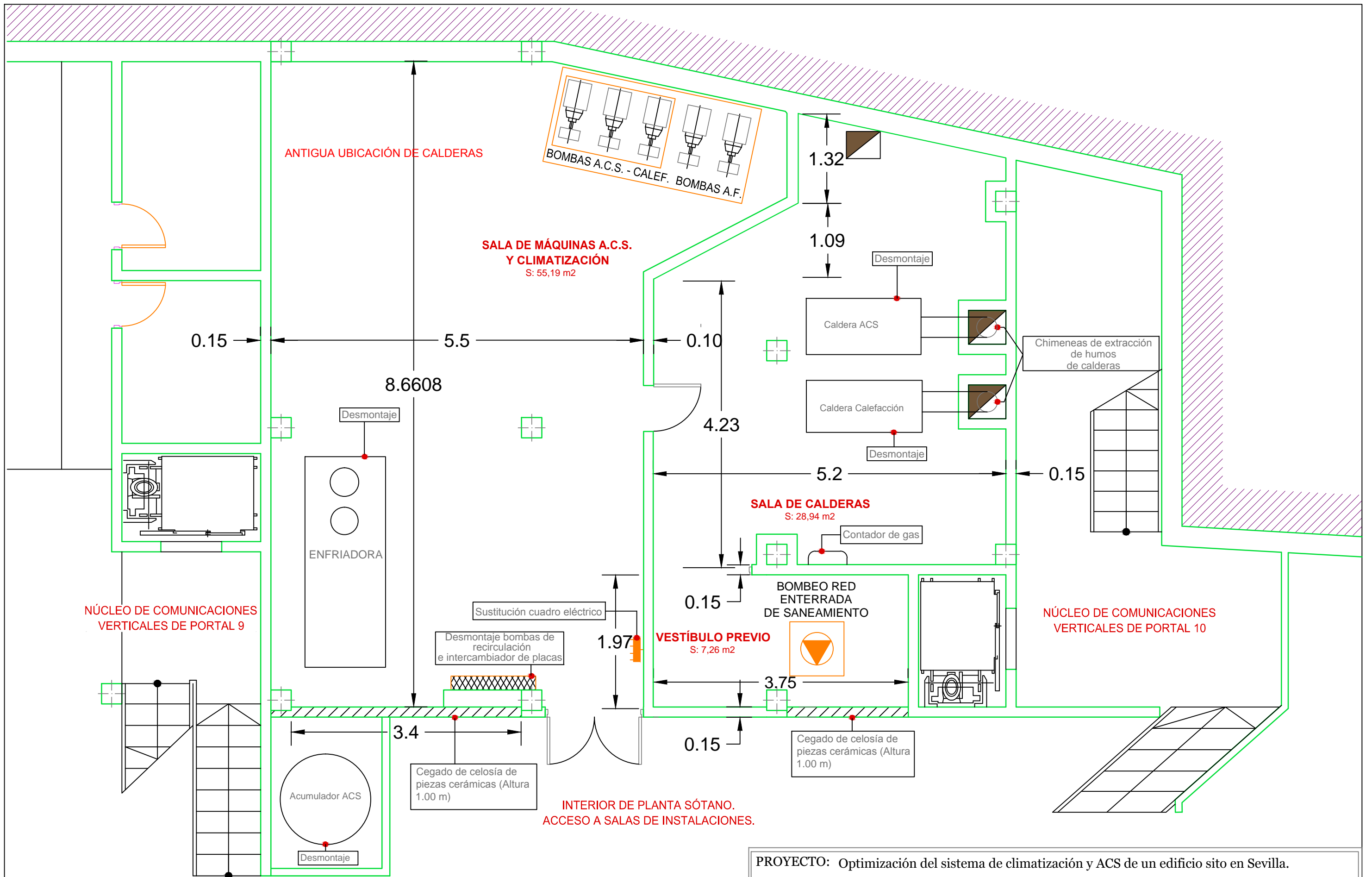
PLANO: Estado reformado.  
Planta cubierta.

Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA:  
1/50

FECHA:  
06/2015

Nº  
6 /10

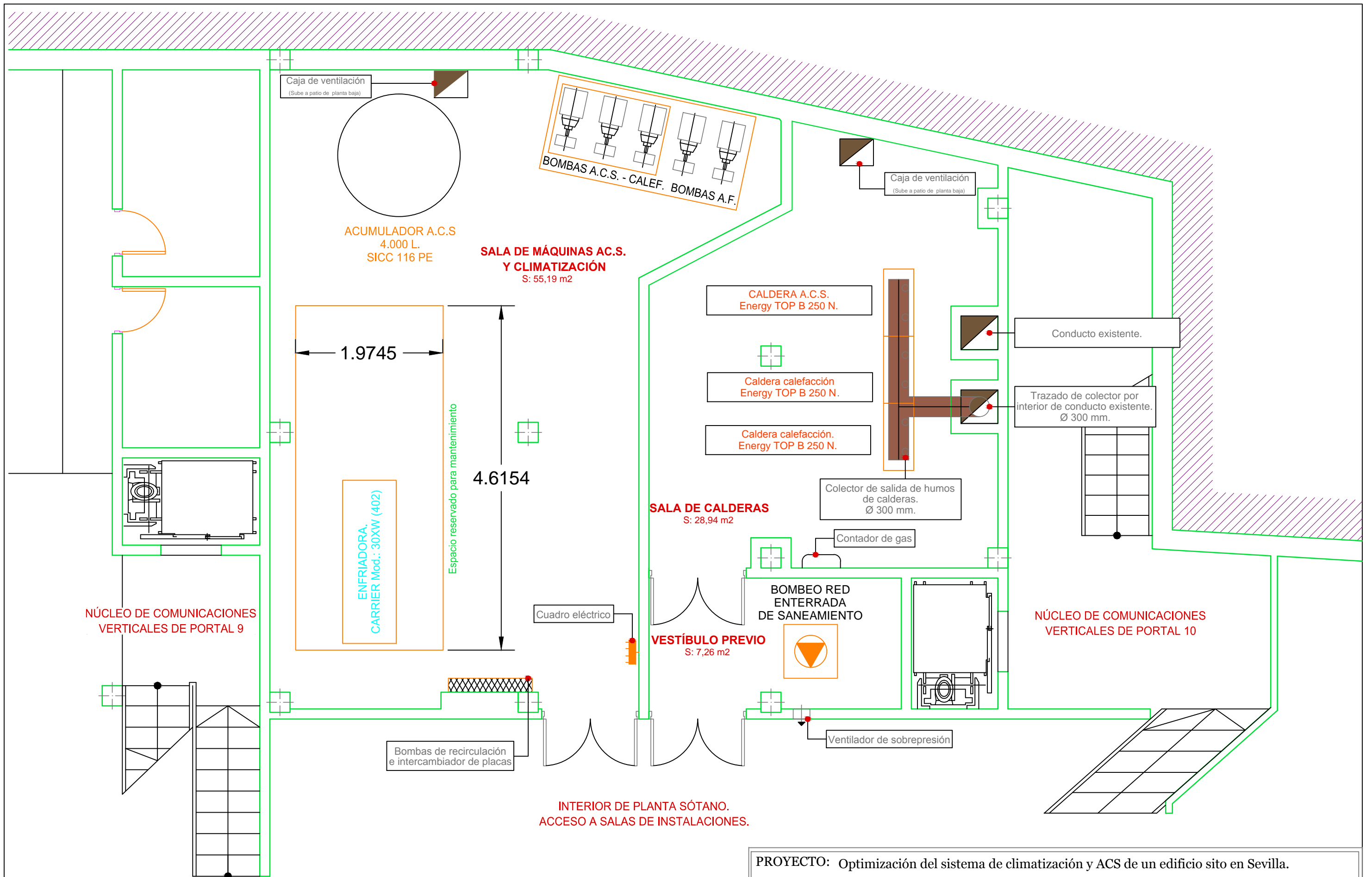


INTERIOR DE PLANTA SÓTANO.  
ACCESO A SALAS DE INSTALACIONES.

PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

PLANO: Estado original.  
Planta sótano.

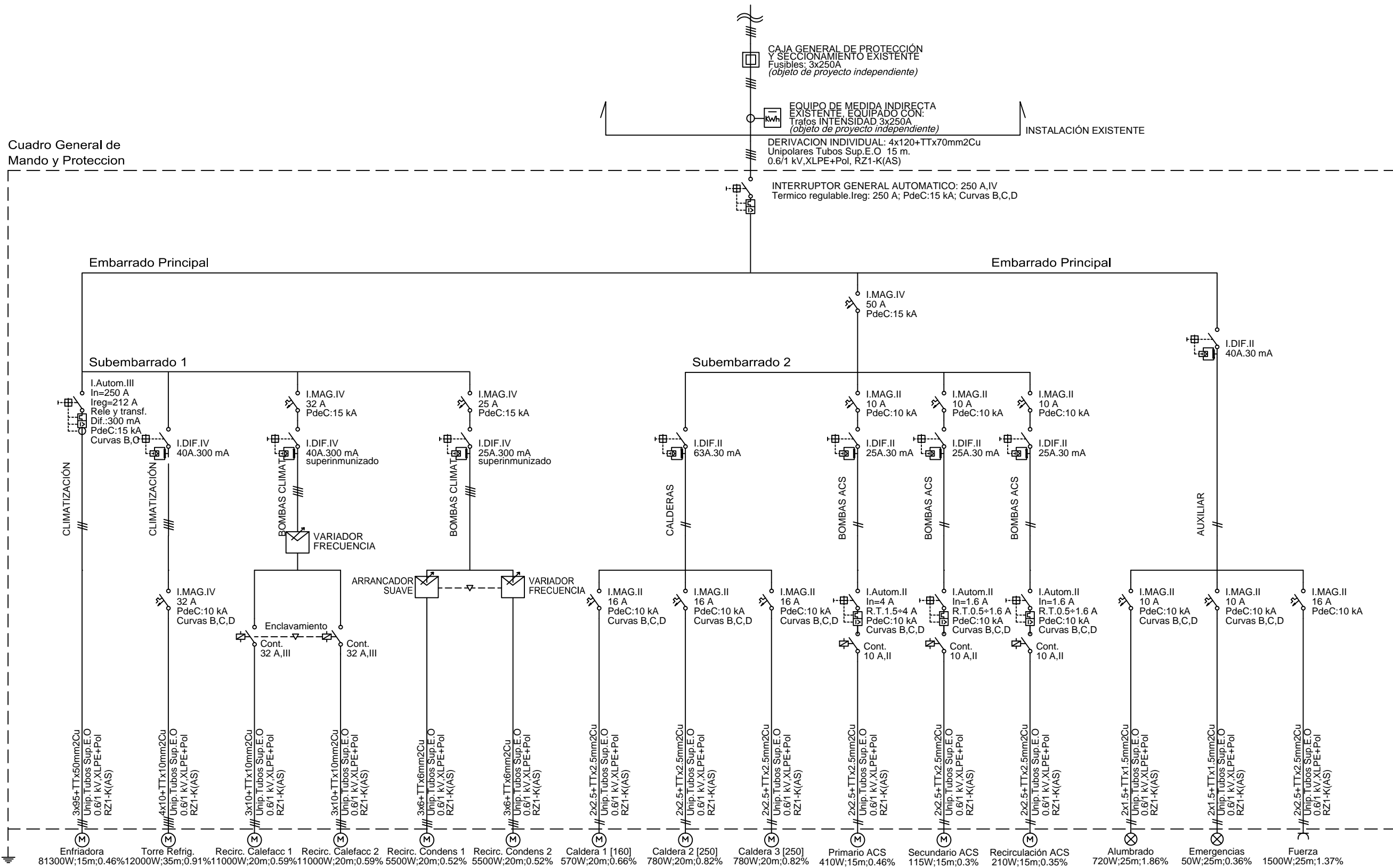
Luis Julio Martínez Barthe.	ESCALA: 1/50	FECHA: 06/2015	Nº 7 /10
-----------------------------	-----------------	-------------------	-------------



PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.			
PLANO: Estado reformado. Planta sótano.			
Luis Julio Martínez Barthe.	ESCALA: 1/50	FECHA: 06/2015	Nº <b>8</b> /10



Cuadro General de Mando y Protección



PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

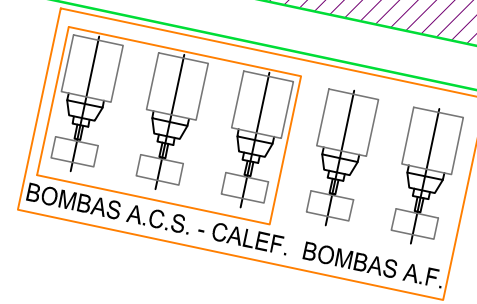
PLANO: Esquema unifilar.

Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
06/2015

Nº  
9 /10



Forjado de Hormigón Armado (existente) REI-90

Forjado de Hormigón Armado (existente) REI-90

Pilar de Hormigón R-240

Aplicación de pintura intumescente en cara inferior de forjado hasta conseguir REI-180

**SALA DE MÁQUINAS A.C.S. Y CLIMATIZACIÓN**  
Riesgo especial bajo

Recorrido de evacuación 8,60 m

Central de detección de gas de sala de calderas

**SALA DE CALDERAS**  
Riesgo especial alto

BOMBEO RED ENTERRADA DE SANEAMIENTO

Puerta EL: 30-C5

Puerta EL: 45-C5

Puerta EL: 30-C5

NÚCLEO DE COMUNICACIONES VERTICALES DE PORTAL 9

NÚCLEO DE COMUNICACIONES VERTICALES DE PORTAL 10

LEYENDA	
	EXTINTOR MANUAL DE POLVO. 21A-113B
	EXTINTOR MANUAL DE CO2.
	LUZ DE EMERGENCIA CON RÓTULO DE "SALIDA". 250 lum.
	LUZ DE EMERGENCIA ESTANCA Y ANTIFLAGRANTE CON RÓTULO DE "SALIDA". 250 lum.
	LUZ DE EMERGENCIA. 250 lum.
	LUZ DE EMERGENCIA ESTANCA Y ANTIFLAGRANTE. 250 lum.

PROYECTO: Optimización del sistema de climatización y ACS de un edificio sito en Sevilla.

PLANO: Seguridad contra incendios.

Luis Julio Martínez Barthe.

ESCALA: 1/50

FECHA: 06/2015

Nº 10/10

Trabajo Fin de Grado  
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

Optimización del sistema de climatización y ACS  
en un edificio de viviendas sito en Sevilla

Autor: Luis Julio Martínez Barthe

Tutor: Sandra Redondo Martínez

Dep. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de  
Ingeniería  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2015





Trabajo Fin de Grado  
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

# **Optimización del sistema de climatización y ACS en un edificio de viviendas sito en Sevilla**

Autor:

Luis Julio Martínez Barthe

Tutor:

Sandra Redondo Martínez

Profesor asociado

Dep. de Ingeniería de Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2015

Trabajo Fin de grado: Optimización del sistema de climatización y ACS en un edificio de viviendas sito en Sevilla.

Autor: Luis Julio Martínez Barthe

Tutor: Sandra Redondo Martínez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2015

El Secretario del Tribunal

## Resumen

---

El presente documento mostrará la manera en que se ha mejorado la instalación de climatización y ACS de un edificio de viviendas situado en la ciudad de Sevilla. Se estudiarán y analizarán diversas opciones exponiendo con detalle cada uno de los equipos que se escogerán para la sustitución del sistema.



## Introducción

---

La necesidad de mejorar las instalaciones surge debido al estado de obsolescencia que tienen muchos de los equipos que se encargan de suministrar agua caliente y fría a las viviendas del edificio, no llegando a cumplir la normativa vigente. Para dicha mejora se dispone de toda la información relacionada con los equipos que constituían en un principio los sistemas de climatización y ACS situados en la sala de máquinas, ya que las instalaciones de las viviendas se mantendrán intactas, además de un esquema de principio de la instalación. En apartados posteriores se expondrán estos documentos y se explicará con detalle la instalación original.

A continuación se estudiarán varias opciones de mejora, contemplando fabricantes y catálogos y escogiendo los equipos que más se adapten a las exigencias del edificio.

Al final de este documento se podrá apreciar la importancia de ir renovando este tipo de instalaciones con el paso del tiempo, ya que de no hacerlo se pueden llegar asumir riesgos contra la salud de los habitantes de las viviendas debido a la aparición de la Legionella en las torres de refrigeración y depósitos de agua caliente, además de una elevación innecesaria del importe de las facturas de gas y electricidad.

## Índice general

---

<b>Resumen</b>	4
<b>Introducción</b>	5
<b>Índice</b>	6
<b>Lista de ilustraciones y tablas</b>	7
<b>1. Descripción del sistema original</b>	9
1.1 <i>Uso, ocupación y horarios</i>	9
1.2 <i>Fuentes energéticas requeridas</i>	9
1.3 <i>Condiciones funcionamiento</i>	9
1.4 <i>Sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS)</i>	9
1.5 <i>Sistema de climatización</i>	12
1.6 <i>Estado de las instalaciones originales</i>	16
<b>2. Diseño y selección de los nuevos equipos</b>	18
2.1 <i>Diseño del nuevo sistema de ACS</i>	18
2.1.1. <i>Diseño de la caldera</i>	18
2.1.2. <i>Selección intercambiador</i>	22
2.1.3. <i>Selección depósito</i>	23
2.1.4. <i>Depósito de inercia</i>	26
2.2 <i>Selección de equipos para calefacción</i>	27
2.2.1. <i>Caldera</i>	27
2.2.2. <i>Selección de vasos de expansión</i>	33
2.3 <i>Selección de equipos para refrigeración</i>	34
2.3.1. <i>Enfriadora</i>	34
2.3.2. <i>Torre de refrigeración</i>	38
2.3.3. <i>Selección de bombas del circuito de torre y de recirculación</i>	40
2.4 <i>Reforma de la sala de máquinas según Norma UNE 60601:2013</i>	42
<b>3. Contabilidad energética</b>	48
3.1. <i>Consumo de gas en instalaciones originales</i>	48
3.2. <i>Consumo de electricidad en instalaciones originales</i>	49
3.3. <i>Comparativa de rendimientos</i>	50
<b>4. Anexos</b>	51
A. <i>Integración de un sistema de calefacción con uno de ACS</i>	51
B. <i>El problema de la Legionelosis</i>	53
C. <i>Cálculos necesarios para el diseño de la caldera de ACS</i>	54
D. <i>Comparativa de calderas de condensación y de baja temperatura</i>	56
E. <i>RITE y Real Decreto 865/2003; Revisión, limpieza y desinfección de depósitos de ACS y mantenimiento de torres de refrigeración</i>	59
F. <i>Estimación de ahorro anual según rendimientos</i>	65
E. <i>Estudios con entidad propia: Estudio básico de Seguridad y Salud</i>	67
<b>5. Planos</b>	117
<b>6. Pliego de condiciones</b>	118
<b>7. Mediciones y presupuesto</b>	213
<b>8. Normas y referencias</b>	222
<b>9. Bibliografía</b>	225

## Lista de ilustraciones y tablas

---

<b>1. Descripción del sistema original</b>	
1.1 Esquema ACS	10
1.2 Caldera ACS	10
1.3 Intercambiador ACS	11
1.4 Bomba primario	11
1.5 Bomba Secundario	11
1.6 Deposito acumulación	12
1.7 Bomba retorno	12
1.8 Funcionamiento de una enfriadora	13
1.9 Esquema refrigeración	13
1.10 Esquema de calefacción	14
1.11 Caldera de calefacción	14
1.12 Bombas recirculación	14
1.13 Enfriadora refrigeración	15
1.14 Torre de refrigeración	15
1.15 Bombas de condensado	15
<b>2. Diseño y selección de los nuevos equipos</b>	
2.1 Calderas en cascada configuración contrapuesta	19
2.2 Calderas en cascada configuración en línea	19
2.3 Catálogo caldera ACS	20
2.4 Dimensiones caldera	21
2.5 Circuito hidráulico Energy TOP B 160	21
2.6 Vista general Energy TOP B 160	21
2.7 Catálogo intercambiadores	22
2.8 Dimensiones intercambiador Mecalía	22
2.9 Dimensiones deposito ACS	25
2.10 Depósito de inercia para instalación de ACS y calefacción	26
2.11 Catálogo caldera de calefacción	27
2.12 Cascada en línea	28
2.13 Conexión de un módulo a la red	29
2.14 Conexión en línea de varios módulos	29
2.15 Combinaciones de módulos para calderas	30
2.16 Dimensionamiento de las chimeneas	31
2.17 Colectores para chimenea	31
2.18 Ejemplo disposición de colectores	32
2.19 Chimenea	32
2.20 Elementos del kit de la chimenea	32
2.21 Catálogo vasos de expansión	33
2.22 Catálogo enfriadora	36
2.23 Medidas enfriadora	37
2.24 Caudal de agua en el condensador	38

2.25	Catálogo torre	39
2.26	Dimensiones de la torre	40
2.27	Dimensiones bomba	41
2.28	Tabla de condiciones norma UNE	44
2.29	Caja de ventilación sala calderas	45
2.30	Diferencia db en enfriadora y torre	47
<b>3.</b>	<b>Contabilidad energética</b>	
3.1	Consumo de gas	48
3.2	Consumo de electricidad	49
3.3	Comparativa de rendimientos	50
<b>4.</b>	<b>Anexos</b>	
B.1	Legionella	53
C.1	Demanda ACS según CTE	54
D.1	Comparativa entre caldera de condensación y baja temperatura	56
D.2	Caldera Baja temperatura	57

# 1 Descripción del sistema original

---

Para la elaboración del presente documento se han facilitado las características del sistema original junto con su esquema de principio (se puede encontrar en el apartado de planos) además de una lista completa y detallada de todos los equipos que componen dicha instalación. Para ayudar a su comprensión, en el Anexo A se describe la integración entre un sistema de ACS y calefacción. A continuación se procede con la explicación de las características generales del sistema, de cada instalación por separado y del funcionamiento del sistema en su conjunto.

## 1.1 Uso, ocupación y horarios

Al tratarse de un edificio de viviendas no podemos predecir la ocupación exacta del edificio ni su horario de ocupación. Sin embargo, si podemos estimar que su ocupación será menor en los meses de Julio y Agosto. El número de viviendas es de 75. Para el desarrollo del presente proyecto se tendrá en cuenta todo lo referente al CTE H4.

## 1.2 Fuentes energéticas requeridas

Para la instalación de refrigeración se requiere únicamente electricidad, que alimenta a la enfriadora, torre de refrigeración y bombas del circuito.

Para la instalación de calefacción se dispone de una caldera alimentada con gas natural, al igual que la instalación de ACS. Las bombas de ambos circuitos consumirán electricidad.

Por tanto las fuentes de energía requeridas son electricidad para el sistema de refrigeración y gas natural y electricidad para los sistemas de calefacción y ACS.

## 1.3 Condiciones de funcionamiento

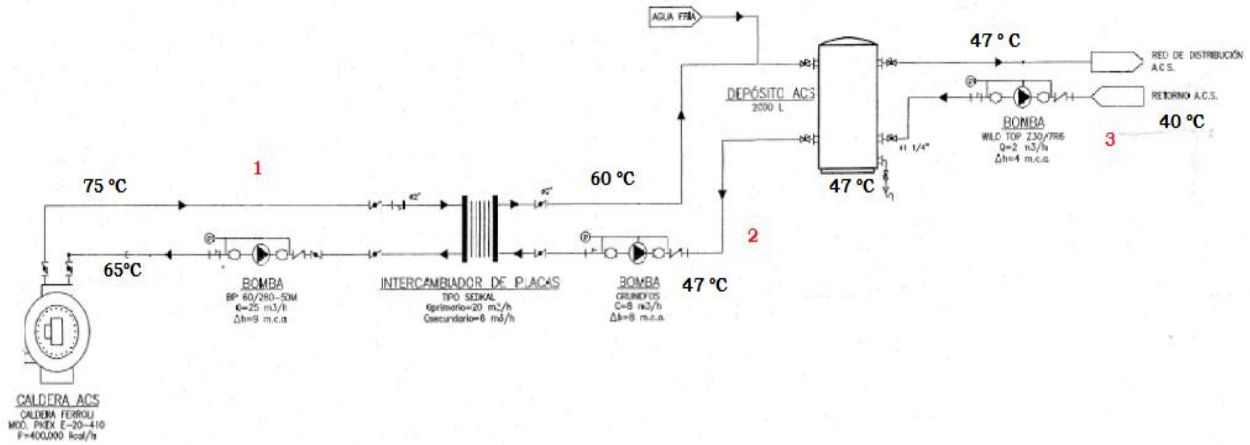
Las instalaciones de climatización se ponen en marcha a partir de las 13:00 horas si se cumplen las siguientes condiciones:

- Refrigeración: si la temperatura exterior es mayor a 28°C.
- Calefacción: si la temperatura exterior es inferior a 18°C.

Observando estas condiciones, se puede estimar que la instalación de refrigeración funcionará los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre y que la de calefacción funcionará los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. De esta forma, en los meses de Abril, Mayo y Octubre sólo se consumiría ACS. El sistema es mensual.

## 1.4 Sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

Para proporcionar ACS, el edificio posee con una caldera de 400.000 Kcal/h y un depósito de almacenamiento con una capacidad de 2000 l. A su vez cuenta con un intercambiador de placas, ya que el agua que sale de la caldera no puede ir directamente al depósito por falta de potabilidad.



### 1.1 Esquema ACS

Este sistema se descompone en primario (1), secundario (2) y de retorno (3). El primero corresponde al recorrido de ida y vuelta que efectúa el agua desde la caldera hasta el intercambiador. Se realizaron medidas de temperatura de forma que cuando el agua sale de la caldera se encuentra aproximadamente a unos 75 °C y cuando vuelve está aproximadamente a unos 65 °C. El secundario corresponde al recorrido que realiza el agua desde el intercambiador hasta el depósito de acumulación, que almacena el agua a unos 47 °C. El de retorno es el recorrido de ida y vuelta que realiza el agua a través de las viviendas volviendo al depósito a una temperatura aproximada de 40 °C. El sistema también incluye un panel de control con selección de temperatura de almacenamiento de agua y elementos de control automático para las bombas.

A continuación se ilustran los equipos mencionados anteriormente y se especifican sus características:

#### Caldera:



1.2 Caldera ACS

Caldera	
Marca	Ferroli
Modelo	PREX E20-400
Unidades	1
Potencia útil	400.000 kcal/h
Potencia nominal	454.940 kcal/h
Rendimiento	80%
Presión de timbre	4 kg/cm <sup>2</sup>
Año de fabricación	1987

Quemador de gas	
Marca	Brociatori Sole
Modelo	GN-60
Potencia nominal	30-70 Kcal/h

*Intercambiador de placas:*



1.3 Intercambiador ACS

Intercambiador de placas	
Marca	Sedical
Modelo	UF12/C-21
Unidades	1
Año de fabricación	1993
Potencia	451 KW
Producción	10.000 l/h
Temperatura circuito primario	90-70 °C
Temperatura circuito secundario	10-50 °C
Presión máxima de trabajo	16 bar
Distancia entre placas	71,4 mm
Caudal circuito primario	20.000 l/h
Caudal circuito secundario	6.000 l/h

*Bomba del circuito primario:*



1.4 Bomba Primario

Bomba primario	
Marca	DAB
Modelo	BP60/280-50M
Unidades	1
Caudal	25.000 l/h

RPM	I(A)	P(W)
2.830	2,92	630
2.660	2,80	600
2.150	2,65	510

*Bomba del circuito secundario:*



1.5 Bomba Secundario

Bomba secundario	
Marca	Grundfos
Modelo	UPS 32-80 B 180
Unidades	1
Caudal	8.000 l/h
Altura	8 mca

I(A)	P(W)
0,65	145
0,95	220
1,05	245

*Depósito de acumulación:*



Depósito de acumulación	
Marca	Iquem
Presión de timbre	10 kg/cm <sup>2</sup>
Unidades	1
Capacidad	2000 litros
Año de fabricación	1999

1.6 Depósito acumulación

*Bomba del circuito de retorno:*



Bomba del circuito de retorno	
Marca	Wilo
Modelo	TOP Z30/7RG
Unidades	1
Caudal	2000 l/h
Altura	4 mca

1.7 Bomba retorno

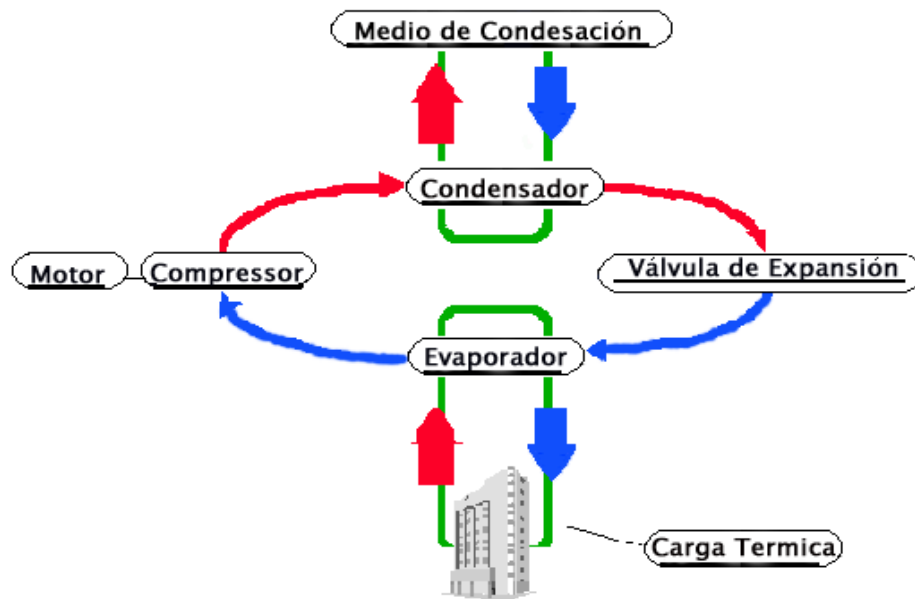
I(A)	P(W)
0,80	165
0,72	145
0,56	110

1.5 Sistema de climatización

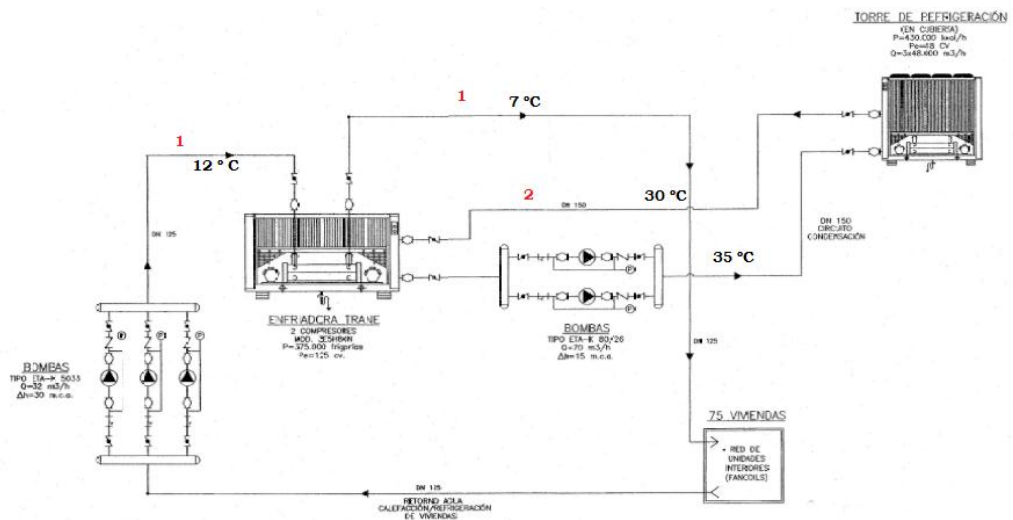
El edificio cuenta con un sistema de climatización centralizado agua-agua, por lo que el fluido caloportador es el agua.

Para el sistema de refrigeración existe una enfriadora de 358000 frig/h, encargada de enfriar el agua mediante la evaporación de un refrigerante, en concreto R22. El ciclo termodinámico por el que se rigen estos equipos impone que haya un medio de condensación del refrigerante, en este caso agua, que se vuelve a enfriar por medio de una torre de refrigeración ( circuito 2 en el esquema). Para entender mejor este concepto se facilita el siguiente gráfico:





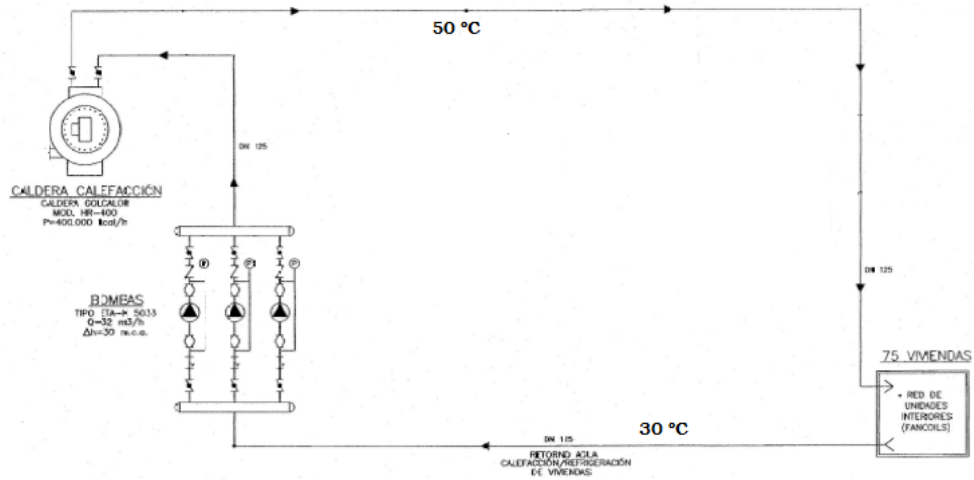
1.8 Funcionamiento de una enfriadora



1.9 Esquema refrigeración

El agua llega a las viviendas a una temperatura aproximada de 7 °C (1) y vuelve a la enfriadora a 12 °C.

Para el sistema de calefacción se dispone de una caldera de 400000 Kcal/h, encargada de calentar el agua que llega a las viviendas. El agua sale de la caldera a unos 50 °C y tras su paso por los fancoils de las viviendas, regresa en torno a unos 30 °C.



### 1.10 Esquema de calefacción

El sistema de distribución de agua es a dos tubos por lo que refrigeración y calefacción comparten el sistema de bombeo y de tuberías. Este hecho impide que ambos sistemas trabajen simultáneamente.

A continuación se ilustran los equipos de ambos sistemas y se especifican sus características:

*Caldera del sistema de calefacción:*



#### Caldera calefacción

Marca	Gold Calor
Modelo	HR-400
Unidades	1
Potencia útil	400.000 kcal/h
Presión de timbre	4 bar
Año de fabricación	1981

### 1.11 Caldera calefacción

*Bombas de recirculación:*



#### Quemador de gas

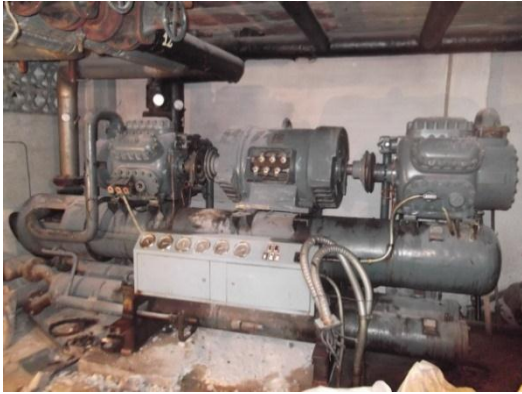
Marca	FBR
Modelo	XP60/2CE
Potencia nominal	200-400 Mcal/h (232/522 kW/h)

#### Bombas recirculación

Marca	Siemens
Modelo	1LA3130-4AA20
Unidades	3
Caudal	1450 l/min
Potencia	5,5 Kw
Cos φ	0,85

### 1.12 Bombas recirculación

*Enfriadora sistema de refrigeración:*



1.13 Enfriadora refrigeración

Enfriadora	
Marca	Klimatsar
Modelo	RA/H-1202
Unidades	1
Nº compresores	2
Modelo compresor	Trane 3E5H50N
Potencia frigorífica	358.000 frig/h
Potencia absorbida	125 Kw
Tipo de condensación	Por agua
Refrigerante	R22
Carga	102 Kg
Peso	3.100 Kg

*Torre de refrigeración:*



1.14 Torre de refrigeración

Torre de refrigeración	
Marca	Aparel
Modelo	T-3170
Unidades	1
Potencia nominal	444.000 kcal/h
Tª Entrada Agua	36°C
Tª Salida Agua	31°C
Caudal Recirculación	88.800 l/h
Potencia absorbida	9 cv
Peso de servicio	5.700 Kg

*Bombas de condensados:*



1.15 Bombas de condensados

Bombas de condensados	
Marca	Siemens
Modelo	1LA3130-4AA20
Unidades	3
Caudal	1450 l/min
Potencia	5,5 Kw
Cos φ	0,85

Además de lo mencionado anteriormente, el sistema posee varias características en su conjunto que merece la pena comentar. La primera de ellas es que tanto la caldera de ACS como la de calefacción están conectadas mediante un bypass, de forma que si una de ellas se avería, la otra pueda suministrar agua caliente al edificio (tanto sanitaria como de calefacción). Para alternar entre calefacción y refrigeración (ya que, cómo se ha explicado anteriormente, ambos sistemas no pueden trabajar a la vez), se dispone de un sistema de válvulas, de forma que en verano las del circuito de calefacción permanecen cerradas y en invierno las que permanecen cerradas son las del circuito de refrigeración. Todo ello se puede apreciar en el esquema de principio situado en planos.

#### 1.6 Estado de las instalaciones originales

Una vez explicadas las instalaciones, se pasa a describir el estado en que se encuentran las mismas:

- El cuadro eléctrico que da servicio al sistema se encuentra en un avanzado estado de obsolescencia, dándose casos de arranques espontáneos de equipos y no teniendo ningún tipo de inspección, lo que implica un peligro para personas y equipos que se encuentren junto a él.
- La torre de refrigeración presenta dificultades para su mantenimiento según la normativa del Real Decreto 865/2003 para el control y prevención de la Legionelosis (en el Anexo B se explica brevemente esta enfermedad), por lo que la empresa mantenedora ha dado su negativa a prorrogar el contrato de mantenimiento. Además, el equipo está tan anticuado que hace subir enormemente el importe de las facturas de electricidad debido a su bajo rendimiento.
- El refrigerante que utiliza la enfriadora, R22, ahora está prohibido según el reglamento (CE) nº 1005/2009 del parlamento europeo y del consejo de 16 de septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (versión refundida) (D.O.U.E. L 286 del 31/10/2009). A esto se añade la antigüedad del equipo (35 años), por lo que se considera acabada de sobra su vida útil y se estima necesaria su sustitución, evitando de esta forma sobrecostes de mantenimiento y posibles reparaciones.
- Los quemadores de las calderas se renovaron hace poco tiempo, utilizando los actuales gas natural en vez de gasoil. Aún así, como se comprobará más adelante, una de las calderas está sobredimensionada y ambas han sobrepasado de sobra su vida útil.
- El depósito de agua caliente no cumple con la normativa vigente, al no disponer de boca de hombre como establece el Real Decreto 865/2003, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención de Legionelosis.

- Los equipos de bombeo, tanto de los circuitos de recirculación cómo de condensación, se encuentran deteriorados como se puede apreciar en las imágenes, debidos al uso y antigüedad de los mismos, por lo que se hace necesaria su sustitución.
- El intercambiador de calor de la instalación de ACS también ha sobrepasado su vida útil, por lo que se deberá proceder a su sustitución.

## 2 Diseño y selección de los nuevos equipos

---

Como se ha explicado en apartados anteriores, es necesaria la sustitución de los equipos ya que algunos no cumplen la normativa vigente, otros están estropeados y la mayoría supera su período de vida útil. Con la renovación de estos equipos se cumplirá la normativa y se producirá una disminución de los costes de operación y mantenimiento.

En este apartado se procederá al diseño de los nuevos sistemas de ACS, calefacción y refrigeración. No es objeto de este proyecto sustituir los fancoil de cada una de las viviendas, lo que implica la falta de información necesaria para el redimensionamiento de los equipos calefacción y refrigeración, por lo que se considerará que el dimensionamiento de los equipos originales es correcto, de modo que se procederá a su sustitución intentando mantener en la medida de lo posible las especificaciones originales. Para ello se contemplarán diversos fabricantes eligiendo la mejor opción para cada equipo. Para la parte de ACS si que se dispone de información para rediseñar la caldera, ya que la demanda de ACS la estima el CTE DB HE-4. Se conservarán las tuberías de la instalación original.

### 2.1 Diseño del nuevo sistema de ACS

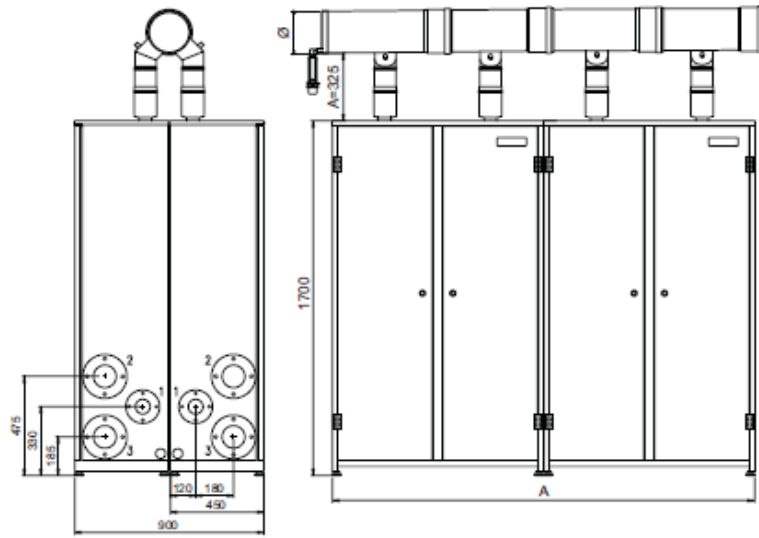
#### 2.1.1 Diseño de la caldera

Para el diseño del nuevo sistema de ACS se comenzará con un estudio de las diferentes posibilidades que se pueden contemplar a la hora de seleccionar la caldera, una vez dimensionada la potencia que necesitará para abastecer al edificio. En el anexo D se explican brevemente las características de las calderas de condensación y de baja temperatura que son los dos tipos de calderas que previsiblemente pueden tener un buen comportamiento en nuestra instalación. Tras dicha comparativa, se selecciona la caldera de condensación, ya que es la más eficiente hoy en día. Cabe adelantar que tanto la caldera de calefacción como de agua caliente adoptarán una configuración en cascada por los siguientes motivos:

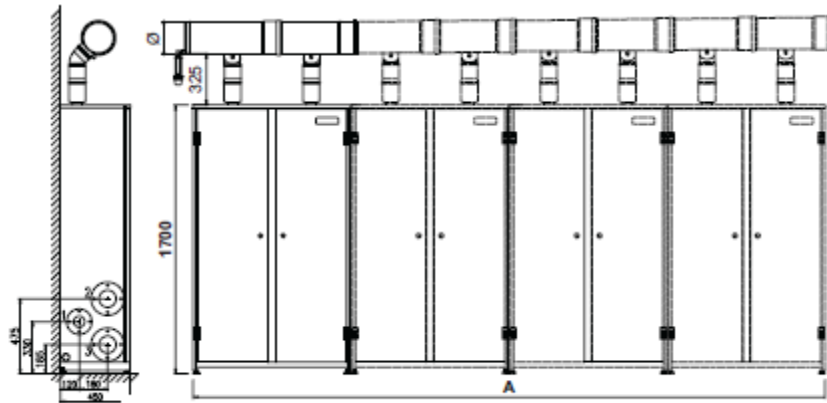
- Para el número óptimo de calderas, aumenta la fiabilidad.
- Menor urgencia de las averías, aunque aumenta la probabilidad de que las haya.
- Mínima ocupación de espacio.
- La potencia obtenida se aproxima mucho a la demandada en cada momento.

En dicha configuración hay una caldera maestra, la cual dicta las órdenes a las demás en función de la demanda. Dicha caldera maestra no tiene por qué estar funcionando todo el tiempo.

Hay varios tipos de disposiciones a la hora de colocar varias calderas en cascada. En las siguientes imágenes se puede observar la disposición en línea y contrapuesta:



2.1 Calderas en cascada configuración contrapuesta.



2.2 Calderas en cascada configuración en línea.

En el Anexo C se detalla el procedimiento seguido para dimensionar la caldera. Tras estos cálculos, se obtiene una potencia necesaria de 145,13Kw.

Una vez que se sabe potencia y tipo de caldera, el siguiente paso es seleccionar fabricante y catálogo. Finalmente la marca elegida ha sido Ferroli, y el modelo escogido el ENERGY TOP B 160, que como se puede apreciar en la siguiente tabla, es el que más se ajusta a nuestra potencia.

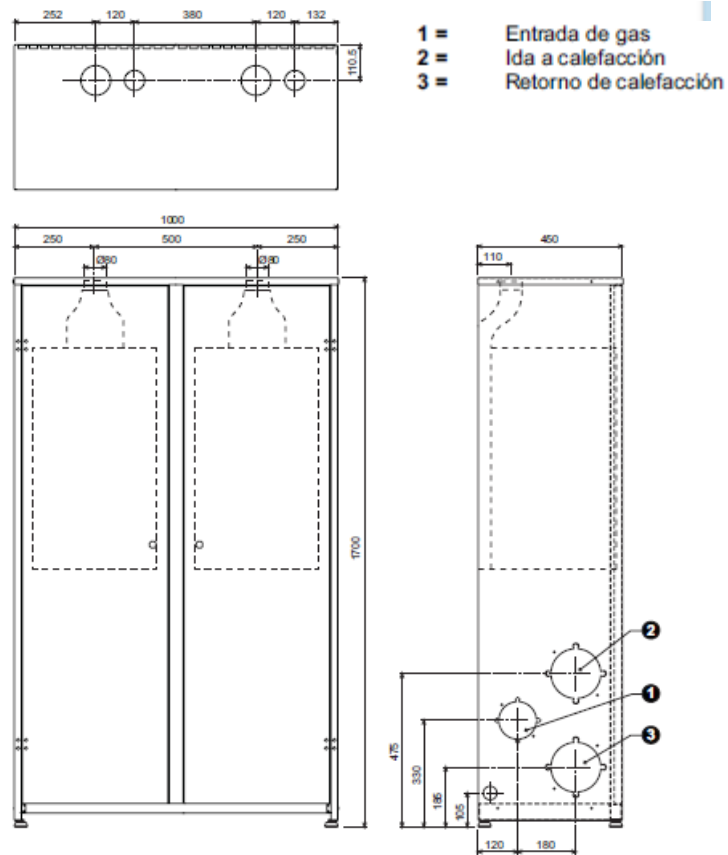
Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

Dato	Unidad	ENERGY TOP B 80	ENERGY TOP B 125	ENERGY TOP B 160	ENERGY TOP B 250	
Capacidad térmica máx. calefacción	kW	75,0	116,0	150,0	232,0	(Q)
Capacidad térmica mín. calefacción	kW	17,0	25,0	17,0	25,0	(Q)
Potencia térmica máx. en calefacción (80/60 °C)	kW	73,5	113,7	147,0	227,4	(P)
Potencia térmica mín. en calefacción (80/60 °C)	kW	16,7	24,6	16,7	24,6	(P)
Potencia térmica máx. en calefacción (50/30 °C)	kW	79,5	123,0	159,0	246,0	
Potencia térmica mín. en calefacción (50/30 °C)	kW	18,3	26,9	18,3	26,9	
Rendimiento Pmáx (80-60 °C)	%	98,0	98,0	98,0	98,0	
Rendimiento Pmín (80-60 °C)	%	98,5	98,5	98,5	98,5	
Rendimiento Pmáx (50-30 °C)	%	106	106	106	106	
Rendimiento Pmín (50-30 °C)	%	107,5	107,5	107,5	107,5	
Rendimiento 30%	%	109	109	109	109	
Presión del gas de alimentación G20	mbar	20	20	20	20	
Caudal máximo de gas G20	m <sup>3</sup> /h	7,94	12,38	15,88	24,76	
Caudal mínimo de gas G20	m <sup>3</sup> /h	1,8	2,65	1,8	2,65	
Presión del gas de alimentación G31	mbar	37	37	37	37	
Caudal máximo de gas G31	kg/h	5,87	9,08	11,74	18,16	
Caudal mínimo de gas G31	kg/h	1,33	1,96	1,33	1,96	
Clase de eficiencia según directiva 92/42 CE	-	★★★★				
Clase de emisión NOx	-	5	5	5	5	(NOx)
Presión máxima de funcionamiento en calefacción	bar	6	6	6	6	(PMS)
Presión mínima de funcionamiento en calefacción	bar	0,8	0,8	0,8	0,8	
Temperatura máxima agua calefacción	°C	95	95	95	95	(Tmáx)
Contenido del circuito de calefacción	litros	13	15	26	30	
Grado de protección	IP	X5D	X5D	X5D	X5D	
Tensión de alimentación	V/Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	
Potencia eléctrica absorbida	W	285	390	570	780	
Peso sin carga	kg	110	115	190	210	
Tipo de aparato		B23				
PIN CE		0461BS0879				

### 2.3 Catálogo caldera de ACS

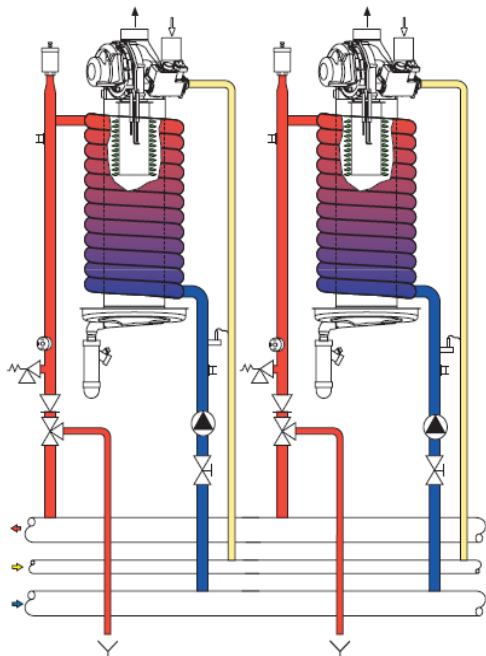
En las siguientes imágenes se muestra el esquema hidráulico de la caldera, además de su aspecto exterior y dimensiones.



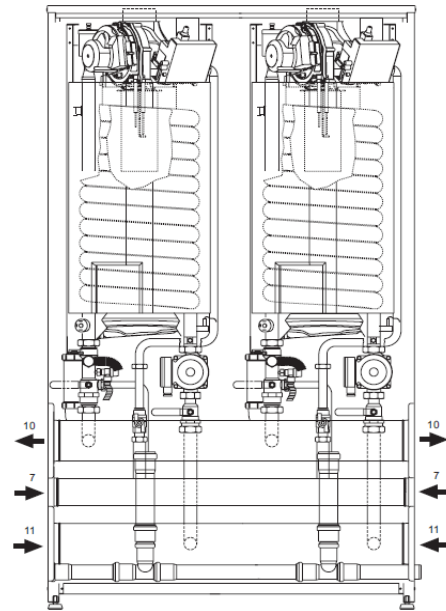


2.4 Dimensiones caldera

Modelo ENERGY TOP B 160 - 250



2.5 Circuito hidráulico Energy TOP B 160



2.6 Vista general Energy TOP B 160

Cuando se escoja la caldera de calefacción se explicarán cómo irán distribuidas las chimeneas y el tipo de configuración en cascada escogido para las calderas.

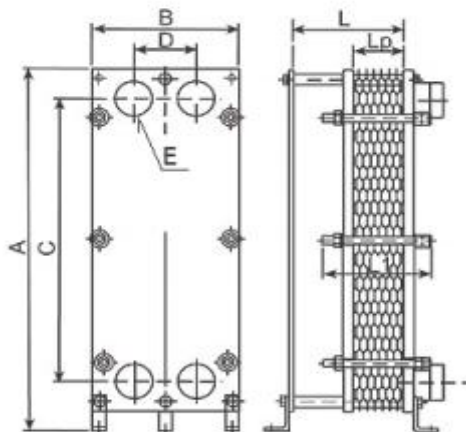
### 2.1.2 Selección intercambiador

Cabe empezar este apartado recordando de nuevo que cómo indica el I.D.A.E, el agua que circula por las calderas y la red de distribución de ACS no conserva las características de potabilidad, por lo que no se puede utilizar para el aseo personal. Por este motivo, para producir el ACS, la instalación dispone de intercambiadores de calor que calientan esta agua sin mezclarla con la de las calderas.

Debido a la antigüedad del intercambiador también se ha decidido sustituirlo por otro con aproximadamente las mismas especificaciones pero más moderno, de forma que debido al avance tecnológico que han sufrido este tipo de equipos, podamos obtener uno nuevo con una eficiencia mucho mayor. El tipo de intercambiador que se ha escogido ha vuelto a ser de placas, ya que para este tipo de instalaciones es el más adecuado por su compacidad. Después de observar varios catálogos se ha optado por el fabricante Mecalía, modelo Tecmi-250 de 21 placas.

Modelo/ Model	Nº de placas/ Nº of plates	Dimensiones/ Dimensions (mm)						Potencia/Power		Caudal / Flow(L/h)		Pérdida de carga/ Loss of load (m c a)		Peso/ Weight (kg)	
		A	B	C	D	E	L	Lp	kW	kcal/h	Primario/ Primary	Secundario/ Secondary	Primario/ Primary		Secundario/ Secondary
TECMI-250	13	773	310	603	124	2-1/2"	630	44,2	225	193.500	9,688	5,536	0,94	0,34	100
TECMI-250	15							51,0	280	240.800	12,056	6,889	1,07	0,38	
TECMI-250	17							57,8	327	281.220	14,079	8,046	1,13	0,40	
TECMI-250	19							64,6	390	335.400	16,791	9,596	1,28	0,46	
TECMI-250	21							71,4	436	374.960	18,772	10,728	1,32	0,47	
TECMI-250	23							78,2	500	430.000	21,527	12,302	1,45	0,52	
TECMI-250	25							85,0	555	477.300	23,895	13,656	1,53	0,54	
TECMI-250	27							91,8	611	525.460	26,307	15,034	1,61	0,57	
TECMI-250	29							98,6	667	573.620	28,718	16,411	1,69	0,60	
TECMI-250	31							105,4	723	621.780	31,129	17,789	1,77	0,62	

### 2.7 Catálogo intercambiadores



### 2.8 Dimensiones intercambiador Mecalía

### 2.1.3 Selección del depósito

En primer lugar se exponen una serie de factores a evitar cuando hablamos de acumuladores de ACS:

- Inaccesibilidad al interior para su limpieza y desinfección. Los acumuladores deben ser accesibles para su limpieza. En el caso de instalaciones centralizadas los acumuladores estarán provistos de una boca de hombre de dimensión suficiente para acceder a su limpieza interior y evitar la acumulación de óxidos y lodos.
- Materiales no resistentes a aguas agresivas y a la adición de productos químicos para su limpieza y desinfección. Intercambiador de calor interno que dificulta su limpieza (esta es la razón por la que se ha elegido un acumulador independiente del intercambiador).
- Estratificación de temperaturas en acumuladores horizontales. Preferible un acumulador vertical.
- Temperatura de almacenamiento del agua inferior a 60°C. Debe controlarse que la temperatura no baje de ese valor.

Para evitar todos estos problemas, se deberá comprobar la existencia y puesta en práctica de los siguientes requisitos:

- Existencia de un programa de mantenimiento periódico, incluyendo las mejoras estructurales y funcionales de las instalaciones de ACS así como el control de la calidad microbiológica y físico-química del agua, con el fin de que no presenten un riesgo para la salud pública.
- Registro por escrito de las operaciones y programas de mantenimiento, incluyendo plano señalizado de la instalación de ACS actualizado.
- Existencia de registro escrito y aplicación de programa de limpieza y desinfección, así como de registro escrito de mantenimiento de la instalación de ACS según lo establecido en el artículo 8 del Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis (B.O.E 18/07/03)

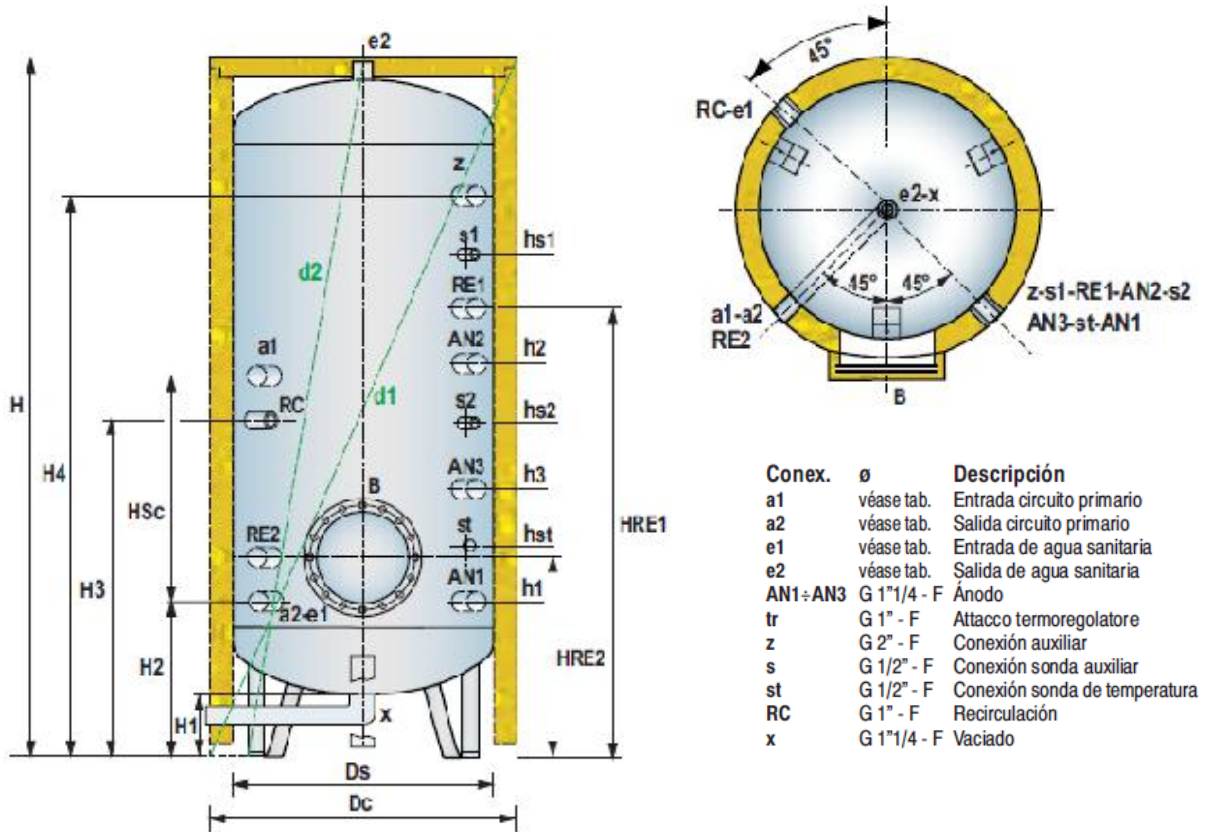
En el Anexo E se describen todas las operaciones transcritas del Real Decreto 865/2003 que deberán ser realizadas por personal suficientemente cualificado para la revisión, limpieza y desinfección de los depósitos de ACS y agua fría destinada al consumo humano.

Por tanto, a la hora de escoger el depósito, habrá que tener en cuenta lo siguiente:

- Evitar temperaturas entre 20 y 50 °C, lo que implica la incorporación de un aislamiento térmico.
- Se intentará alcanzar una temperatura homogénea mayor o igual a 60 °C en los depósitos finales.
- Estará fabricado con materiales resistentes a la desinfección por cloración y por choque térmico, rugosos, resistentes a la corrosión y que no favorezcan la formación de biocapas.
- Debe poder vaciarse.
- Debe incorporar una boca de registro (boca de hombre), para facilitar la inspección, la limpieza y desinfección y la toma de muestras.

El depósito que se ha escogido cumple todos los condicionamientos anteriores y también cumple con el Real Decreto 865/2003 sobre el control y prevención de la Legionelosis, como se podrá apreciar en los siguientes párrafos.

Se ha optado por la instalación de un depósito de 4000 l, debido a que este volumen es la mitad de la demanda total aproximada diaria de ACS y se estima suficiente para hacerle frente. Existen muchos fabricantes de depósitos de ACS, entre ellos Mecalia y SICC. Finalmente se escogió SICC porque poseía mayor variedad. El modelo elegido ha sido el 116 PE, ya que como se puede apreciar en la siguiente imagen, va recubierto de un aislamiento térmico, en concreto poliuretano blando, con conductividad térmica  $\lambda = 0.037$  W/mk, espesor 50 mm y PVC acoplado. También dispone de tratamiento interno anticorrosivo VITROFLEX idóneo para el uso de agua alimentaria según las normas CE.



Dimensiones 116 PE - 116 Z

Capacidad [litros]	[mm]														Peso [kg]			
	Ds	Dc 116PE	H	H1	H2	H3	H4	HRE1	HRE2	HSc	Sondas			Ánodos			116PE	116Z
											hst	hs1	hs2	h1	h2	h3		
300	550	650	1580	165	390	930	-	980	880	525	1280	-	-	-	700	1613	55	62
500	650	750	1880	155	410	1050	-	1190	940	540	1500	-	-	-	720	1917	84	93
750	790	890	1930	145	430	1170	-	1170	940	585	1520	-	-	-	920	1981	106	120
1000	790	890	2180	145	445	1170	-	1570	940	655	1720	-	420	1170	-	2225	125	140
1500	950	1050	2535	185	485	1310	2135	675	940	710	1960	1150	460	1510	-	2589	202	225
2000	1100	1200	2570	170	495	1320	2145	685	940	720	1970	1205	470	1520	-	2639	245	270
3000	1250	1350	2840	150	520	1345	2370	805	940	745	2245	1230	495	1745	-	2919	303	334
4000	1400	1500	2915	155	560	1385	2410	925	940	785	2285	1270	535	1785	-	3010	477	525
5000	1600	1700	2970	130	575	1400	2425	865	940	800	2300	1285	550	1800	-	3089	560	620

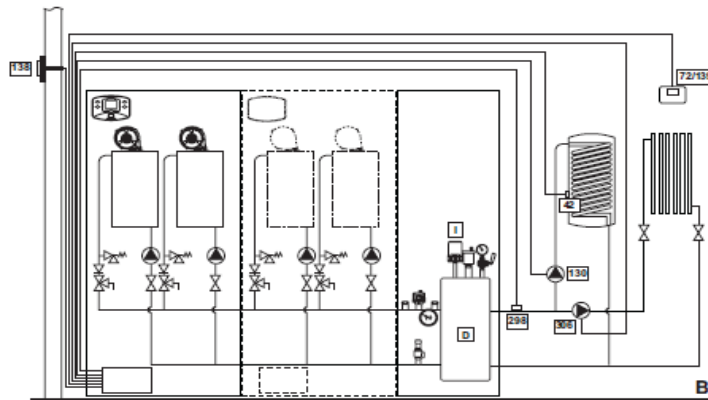
## 2.9 Dimensiones depósito ACS

Este tipo de depósito soporta una presión máxima de 8 bar y una temperatura máxima de 99°C, por lo que para este proyecto es totalmente válido.

### 2.1.4 Depósito de inercia

Este equipo estará conectado tanto a los circuitos de ACS como de calefacción, ya que su funcionamiento estará ligado sólo a las calderas. La utilidad del depósito de inercia radica en que; si en los momentos que no hay demanda las calderas se dedican a calentar el agua contenida en él, éste proveerá a la instalación de una cantidad de agua caliente suplementaria que será suficiente para atender pequeñas demandas puntuales, evitando así los continuos arranques y paradas de los generadores de energía térmica, lo que al final se verá reflejado en un ahorro económico mensual. Para calefacción se podrá utilizar directamente el agua del depósito y para ACS dicha agua del depósito se utilizará para calentar el agua del circuito secundario a través del intercambiador. Al contrario que las calderas, la enfriadora no necesitará este tipo de equipos ya que trabajará en un circuito independiente (las calderas trabajan en el circuito de ACS y calefacción, siendo las temperaturas del agua diferentes en cada uno de ellos y por tanto, más probables los continuos arranques y paradas).

El fabricante Ferroli ofrece como componente adicional este depósito de inercia, de forma que ya viene incorporado con las calderas como indica el siguiente esquema:



- 42 Sensor de temperatura ACS (no suministrado)
- 72 Termostato de ambiente (no suministrado)
- 72b Termostato de ambiente (no suministrado)
- 95 Válvula desviadora (no suministrada)
- A = Fase calefacción
- B = Fase agua sanitaria
- C = Neutro
- NOTA:** Para válvulas de 2 conductores con resorte de retorno, utilizar las conexiones B y C.
- 130 Bomba de circulación de ACS (no suministrada)
- 138 Sonda exterior (no suministrada)
- 139 Reloj programador a distancia (no suministrado)
- 298 Sensor de temperatura para cascada (no suministrado)
- 299 Entrada 0-10 Vcc
- 300 Contacto para quemador encendido (libre de tensión)
- 301 Contacto de anomalía (libre de tensión)
- 302 Entrada para rearme a distancia (230 V)
- 306 Bomba de circulación para calefacción (no suministrada)
- 307 Segunda bomba de circulación para calefacción (no suministrada)

### 2.10 depósito de inercia para instalación de ACS y calefacción

Para este tipo de instalaciones se suelen usar depósitos de inercia con una capacidad adecuada dependiendo de su aplicación, su volumen debe ser suficiente para que las calderas puedan funcionar con un caudal estable.

Mencionar que aunque dicho depósito se encuentre dentro del habitáculo de la caldera, en los esquemas de principio se ha situado fuera para recalcar su existencia.

## 2.2 Selección de equipos para calefacción

### 2.2.1 Caldera

La caldera del sistema de calefacción ya ha sobrepasado de sobra su vida útil, por lo que se evidencia la necesidad de cambiarla. La potencia de este equipo es de 464,44 Kw, lo que hace necesaria la incorporación de dos calderas ENERGY TOP B 250:

Dato	Unidad	ENERGY TOP B 80	ENERGY TOP B 125	ENERGY TOP B 160	ENERGY TOP B 250	
Capacidad térmica máx. calefacción	kW	75,0	116,0	150,0	232,0	(Q)
Capacidad térmica mín. calefacción	kW	17,0	25,0	17,0	25,0	(Q)
Potencia térmica máx. en calefacción (80/60 °C)	kW	73,5	113,7	147,0	227,4	(P)
Potencia térmica mín. en calefacción (80/60 °C)	kW	16,7	24,6	16,7	24,6	(P)
Potencia térmica máx. en calefacción (50/30 °C)	kW	79,5	123,0	159,0	246,0	
Potencia térmica mín. en calefacción (50/30 °C)	kW	18,3	26,9	18,3	26,9	
Rendimiento Pmáx (80-60 °C)	%	98,0	98,0	98,0	98,0	
Rendimiento Pmín (80-60 °C)	%	98,5	98,5	98,5	98,5	
Rendimiento Pmáx (50-30 °C)	%	106	106	106	106	
Rendimiento Pmín (50-30 °C)	%	107,5	107,5	107,5	107,5	
Rendimiento 30%	%	109	109	109	109	
Presión del gas de alimentación G20	mbar	20	20	20	20	
Caudal máximo de gas G20	m³/h	7,94	12,38	15,88	24,76	
Caudal mínimo de gas G20	m³/h	1,8	2,65	1,8	2,65	
Presión del gas de alimentación G31	mbar	37	37	37	37	
Caudal máximo de gas G31	kg/h	5,87	9,08	11,74	18,16	
Caudal mínimo de gas G31	kg/h	1,33	1,96	1,33	1,96	
Clase de eficiencia según directiva 92/42 CE	-	★★★★				
Clase de emisión NOx	-	5	5	5	5	(NOx)
Presión máxima de funcionamiento en calefacción	bar	6	6	6	6	(PMS)
Presión mínima de funcionamiento en calefacción	bar	0,8	0,8	0,8	0,8	
Temperatura máxima agua calefacción	°C	95	95	95	95	(l máx)
Contenido del circuito de calefacción	litros	13	15	26	30	
Grado de protección	IP	X5D	X5D	X5D	X5D	
Tensión de alimentación	V/Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	
Potencia eléctrica absorbida	W	285	390	570	780	
Peso sin carga	kg	110	115	190	210	
Tipo de aparato		B23				
PIN CE		0461BS0879				

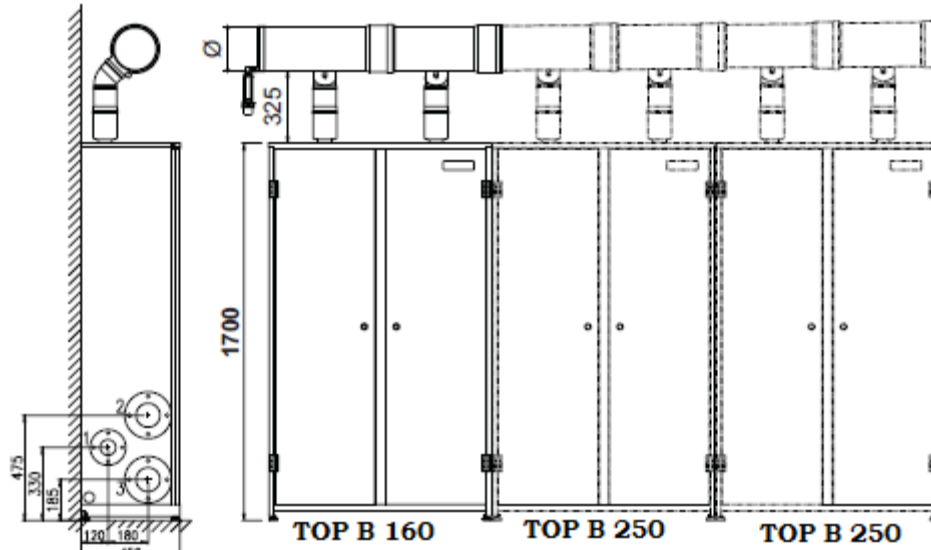
### 2.11 Catálogo caldera de calefacción

Como se puede observar con dos calderas del tipo seleccionado se obtienen 454,8 Kw, valor muy próximo a los 464,44 Kw requeridos. En el caso poco probable de que hagan falta los 464,44 Kw, siempre quedará la opción de utilizar la caldera de ACS para aportar esos 10 kw restantes, ya que las calderas estarán conectadas en cascada.

El esquema interior de la caldera es muy similar al de la TOP B 160, por lo que no se volverá a repetir aquí.

*Disposición de las calderas de calefacción y ACS:*

Se escogerá un tipo de configuración en cascada y en línea debido a la configuración de la sala dónde irán alojadas las calderas, por lo que se tendrá algo parecido a lo siguiente:

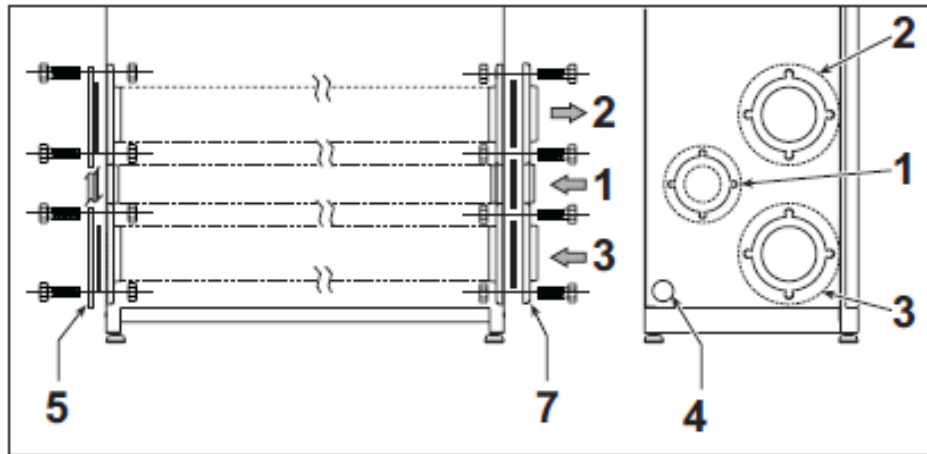


2.12 cascada en línea

Para la conexión de los módulos en línea se establecerá el siguiente procedimiento:

- Conectar el primer módulo a los tubos de la instalación pero sin montar las bridas ciegas en el lado opuesto al de conexión.
- Montar en este lado el segundo módulo, alineando las bridas y el tubo de descarga de condensados. Colocar entre las bridas de los dos módulos las juntas que se incluyen en el kit.
- Colocar los pernos del kit en las bridas desde el interior del primer módulo y hacerlos salir por las bridas en el interior del segundo módulo. Apretar ligeramente las tuercas de los pernos desde el interior del segundo módulo.
- Antes de apretar las tuercas, comprobar que las juntas estén bien ubicadas y empalmar entre sí los tubos de descarga de condensados de los dos módulos.
- Bloquear las tuercas y repetir las operaciones de conexión para los módulos sucesivos.





- 1 Entrada gas
- 2 Ida instalación
- 3 Retorno instalación
- 4 Drenaje condensados
- 5 Bridas ciegas - kit 042027X0 (opcional)
- 7 Bridas perforadas - kit 042027X0 (opcional)

### 2.13 Conexión de un módulo a la red

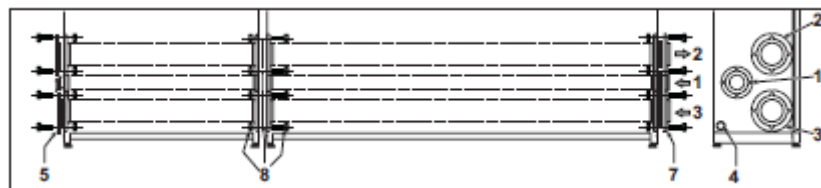


fig. 20

- 1 Entrada gas
- 2 Ida instalación
- 3 Retorno instalación
- 4 Drenaje condensados
- 5 Bridas ciegas - kit 042027X0 (opcional)
- 7 Bridas perforadas - kit 042027X0 (opcional)
- 8 Juntas y tornillos (de serie)

### 2.14 Conexión en línea de varios módulos.

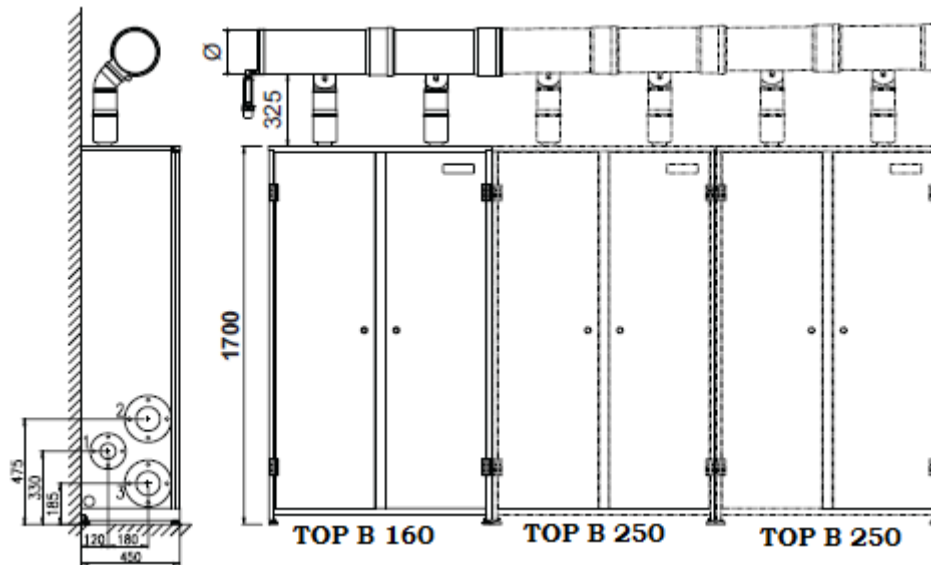
Una vez definida la disposición de las calderas, se procede al diseño de las chimeneas. Las chimeneas deben tener un buen aislamiento térmico para evitar el enfriamiento de los humos manteniendo el tiro correcto, y además deben estar construidas con materiales que soporten las condensaciones, ya que en caso contrario sería necesario evacuar los humos a temperaturas más altas, disminuyendo el rendimiento de la producción de calor. Las más adecuadas son las de doble pared de acero inoxidable, material del que estarán fabricadas las de nuestra instalación.

Para diseñar la chimeneas seguiremos el procedimiento que indica el fabricante. Dicho fabricante facilita en el catálogo una tabla de posibles combinaciones, en la cual seleccionamos la nuestra:

Capacidad térmica	Combinaciones					Ø	A
	Modelo Módulo 1	Modelo Módulo 2	Modelo Módulo 3	Modelo Módulo 4	Modelo Módulo 5		
75	80	/	/	/	/	/	500
116	125	/	/	/	/	/	500
150	160		/	/	/	200	1000
232	250		/	/	/	200	1000
225	160	80	/	/	/	200	1500
266	160	125	/	/	/	200	1500
307	250	80	/	/	/	200	1500
348	250	125	/	/	/	200	1500
300	160	160	/	/	/	200	2000
382	250	160	/	/	/	200	2000
464	250	250	/	/	/	200	2000
375	160	160	80	/	/	200	2500
416	160	160	125	/	/	200	2500
457	250	160	80	/	/	200	2500
498	250	160	125	/	/	300	2500
539	250	250	80	/	/	300	2500
580	250	250	125	/	/	300	2500
450	160	160	160	/	/	300	3000
532	250	160	160	/	/	300	3000
614	250	250	160	/	/	300	3000
696	250	250	250	/	/	300	3000
525	160	160	160	80	/	300	3500
566	160	160	160	125	/	300	3500
607	250	160	160	80	/	300	3500
648	250	160	160	125	/	300	3500
689	250	250	160	80	/	300	3500
730	250	250	160	125	/	300	3500
771	250	250	250	80	/	300	3500
812	250	250	250	125	/	300	3500

### 2.15 Combinaciones de módulos para calderas.

Por tanto, mirando de nuevo la anterior tabla, ya tenemos definidos los valores de Ø y A, siendo A la suma del largo de los tres módulos: 300 y 3000 mm respectivamente.



2.16 Dimensionamiento de las chimeneas

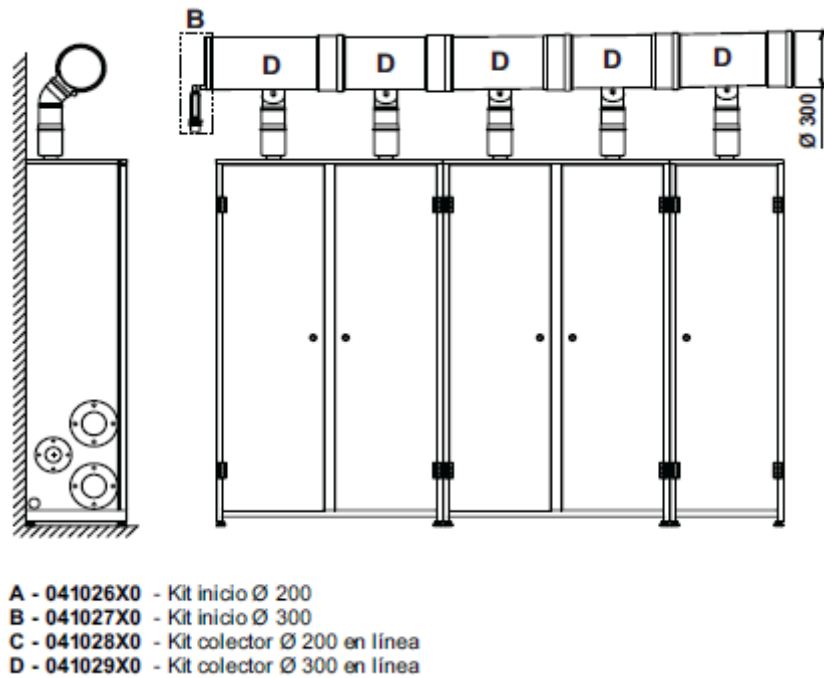
El aparato está dotado de dos conexiones para chimenea independientes para los dos grupos quemador - intercambiador. Los circuitos de combustión de ambos grupos son completamente independientes. Para hacer confluir ambas salidas de humo en una única chimenea o colector se instalará una válvula antirretorno en cada salida para evitar anomalías de funcionamiento o situaciones de peligro.

Para conectar los módulos en batería a una sola chimenea, se utilizarán los colectores indicados en la siguiente tabla. El diámetro se elegirá en función de la potencia total de la batería, respetando los valores indicados en la tabla. Se utilizará un kit de inicio para cada batería (con sifón y tapón colector) y dos colectores por cada módulo. Para la conexión a la chimenea se utilizarán codos de 90° y alargadores del colector si hiciese falta.

Capacidad térmica batería	Diámetro colector		Kit de inicio	Kit colector L=500	Alargador colector M/H L=1000	Codo de 90° colector
Hasta 500 kW	200 mm	en línea	041026XD	C 041028XD	041019XD	041016XD
		contrapuesto		E 041030XD		
Hasta 1000 kW	300 mm	en línea	041027XD	D 041029XD	041036XD	041035XD
		contrapuesto		F 041031XD		

2.17 colectores para chimenea

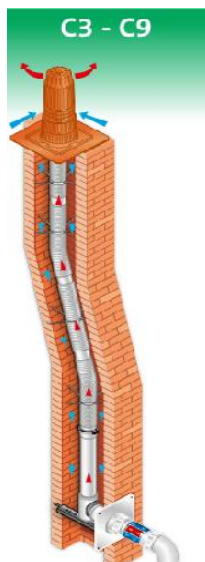
Como se puede apreciar en la tabla el diámetro de los colectores será de 300 mm, al igual que se había reflejado en la tabla anterior.



### 2.18 Ejemplo disposición de colectores.

La figura anterior no es exactamente como nuestra batería pero se aproxima bastante, y sirve para hacerse una idea de cómo irá distribuido el sistema de colectores.

La comunicación de los colectores con el exterior se realizará a través de una chimenea perteneciente al fabricante Ubbink del tipo C3-C9, como se aprecia en la siguiente ilustración:



2.19 Chimenea

Este tipo de chimenea incluye en el kit el conducto flexible necesario para ajustarse al largo del conducto, además de todos los accesorios necesarios para el empalme con los colectores, motivo por el que se ha escogido este modelo:



2.20 Elementos del kit de la chimenea

### 2.2.2 Selección de vasos de expansión

Un vaso de expansión se utiliza en circuitos de calefacción y refrigeración para contrarrestar al aumento de volumen que se produce al expandirse, por calentamiento, el agua que contiene el circuito. También ayuda a reducir los golpes de ariete cuando se abren y cierran las válvulas. Para este proyecto se ha decidido poner 2 de ellos, uno para cada ramal que llega al depósito de inercia en la caldera, de forma que no haya subidas ni bajadas de presión inesperadas a la entrada de dicho depósito por culpa del aumento o disminución del volumen del agua. El volumen de cada uno de estos vasos se calcula en función del volumen de las tuberías por donde circulará el agua y éstos deberán ser capaces de recoger en su interior el volumen de dilatación del fluido hasta las máximas temperaturas de funcionamiento y deberán tener un volumen de reserva que cubrirá una posible contracción del líquido en caso de heladas. Teniendo en cuenta estos aspectos, El primero tendrá 150 l y el segundo 80 l.

El fabricante escogido ha sido Potermic, modelos UR 080 371 para el de 80 l y UR 150 471 para el de 150 l:

UR 035 231	35	525	320	3/4" M	5 bar	36
UR 035 236	35	525	320	3/4" M	5 bar	45
UR 050 276	50	620	380	3/4" M	6 bar	25
UR 060 371	60	670	380	1" M	6 bar	20
UR 080 371	80	660	450	1" M	6 bar	20
UR 100 371	100	730	450	1" M	6 bar	15
UR 150 471	150	810	554	1½" M	6 bar	8
UR 200 471	200	988	554	1½" M	6 bar	8
UR 250 471	250	1006	624	1½" M	6 bar	6
UR 300 471	300	1160	624	1½" M	6 bar	6
UR 400 471	400	1520	624	1½" M	6 bar	6
UR 500 471	500	1250	775	1½" M	6 bar	1
UR 600 471	600	1525	775	1½" M	6 bar	1
UR 700 471	700	1635	775	1½" M	6 bar	1
URN10H71	1000	1913	930	2" M	6 bar	1

### 2.21 Catálogo vasos de expansión

## 2.3 Selección de equipos para refrigeración

### 2.3.1 Enfriadora

La enfriadora es uno de los equipos de más urgente sustitución, ya que está averiada y no puede funcionar. Se escogerá una enfriadora con una potencia equivalente a la original (416,27 Kw), pero con una eficiencia mucho mayor.

Existe un amplio abanico de posibilidades para este tipo de equipos, atendiendo al tipo de compresor que tiene incorporado (tipo scroll, de tornillo, alternativo...) o al tipo de condensación (por aire o por agua). La elección del tipo de condensación es evidente que influirá de manera directa en la elección de la torre de refrigeración o el aerocondensador, por lo que a continuación se muestran una serie de propuestas para la sustitución de estos equipos, indicando ventajas e inconvenientes que nos guiarán a lo largo de nuestra elección.

- Opción nº1: Sustitución de enfriadora existente por enfriadora de potencia equivalente y circuito de condensación por agua con torre de refrigeración.
- Opción nº2: Sustitución de enfriadora existente por enfriadora de potencia equivalente y circuito de condensación por aire con condensador en cubierta.
- Opción nº3: Sustitución de enfriadora existente por enfriadora de potencia equivalente de tipo ``compacta``.

Ventajas opción nº1:

- Las enfriadoras con circuito de condensación refrigerado por agua (torres de refrigeración) consumen entre un 33% y 40% menos de energía que las refrigeradas por agua (Guía Técnica de Torres de Refrigeración de I.D.A.E).
- Elevados rendimientos de la instalación. Índices de eficiencia  $EER \geq 5$ , muy superiores a los valores de la instalación actual.
- Opción más económica.

Inconvenientes opción nº1:

- Requiere mantenimiento por parte de personal especializado para evitar el riesgo de aparición de la Legionella.

Ventajas opción nº2:

- Mayor simplicidad de mantenimiento, ya que no existe riesgo de aparición de Legionella.

Inconvenientes opción nº2:

- Opción técnicamente más compleja, ya que la instalación requiere un condensador remoto

- Pérdidas de energía en el circuito de condensación, al tener que transportar el refrigerante hasta el condensador remoto.
- No todos los fabricantes producen enfriadores con condensador remoto.
- Debe analizarse con especial cuidado las condiciones de emisión acústica de la maquinaria ubicada en cubierta y los límites de inmisión en los espacios habitados próximos, según la normativa en vigor de materia de ruidos.
- Las enfriadoras con circuito de condensación refrigerado por agua (torres de refrigeración) consumen entre un 33% y 40% menos de energía que las refrigeradas por agua (Guía Técnica de Torres de Refrigeración de I.D.A.E).

Venatajas opción nº3:

- Mayor simplicidad de mantenimiento, ya que no existe riesgo de aparición de Legionella.
- Solución técnicamente más sencilla y que no requeriría obligatoriamente retirar la enfriadora actual, ya que todo el equipo estaría situado en cubierta.
- Los índices de rendimiento oscilan entre EER 2,5 y 3, muy superiores a los de la instalación actual.
- Se reducen las pérdidas de energía en el circuito de condensación, al tratarse de una unidad compacta refrigerada por aire

Inconvenientes opción nº3:

- Requiere la comprobación de la resistencia del forjado de la cubierta del edificio dónde irá situado el equipo.
- Las enfriadoras con circuito de condensación refrigerado por agua (torres de refrigeración) consumen entre un 33% y 40% menos de energía que las refrigeradas por agua (Guía Técnica de Torres de Refrigeración de I.D.A.E).

A la vista de todas estas ventajas e inconvenientes, se ha optado por la primera opción, debido a que es la más económica y eficiente, aunque habrá que seguir minuciosamente todas las tareas de mantenimiento que las torres de refrigeración requieren. En el Anexo E se detallan las operaciones de mantenimiento que recoge el Real Decreto 865/2003 para torres de refrigeración.

Después de contemplar varios fabricantes el escogido ha sido Carrier, modelo 30XW-402, por ser el que más se adapta a la potencia requerida (416,27 Kw) y utilizar el refrigerante R-134a:

## Capacidades frigoríficas según EN14511-3: 2011

### Unidad de eficiencia estándar 30XW-- con opción 150

30XW-- Opt. 150	LWT °C	Temperatura del agua de entrada del condensador, °C																							
		25				30				35				40				45				50			
		Qc kW	EER kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/kW	q l/s	Δp kPa
254	5	270	5,23	12,9	29	262	4,66	12,5	27	253	4,13	12,1	25	244	3,64	11,7	23	235	3,20	11,2	22	225	2,80	10,7	20
304		300	5,24	14,3	24	291	4,64	13,9	22	281	4,09	13,4	21	271	3,60	12,9	19	260	3,15	12,4	18	248	2,75	11,9	16
354		338	5,18	16,1	29	327	4,58	15,6	27	316	4,04	15,1	25	304	3,55	14,5	23	292	3,11	13,9	21	279	2,71	13,3	20
402		409	4,74	19,5	30	389	4,21	18,6	27	368	3,71	17,6	24	347	3,24	16,6	22	325	2,82	15,5	19	303	2,42	14,4	17
452		439	5,04	21,0	33	417	4,48	19,9	30	395	3,96	18,8	27	372	3,46	17,8	24	348	3,01	16,6	21	324	2,59	15,5	19
552		489	4,96	23,4	41	465	4,41	22,2	37	440	3,89	21,0	33	414	3,41	19,8	30	388	2,96	18,5	26	360	2,54	17,2	23
602		501	5,10	23,9	43	484	4,55	23,1	40	467	4,03	22,3	37	450	3,55	21,5	35	431	3,12	20,6	32	412	2,71	19,7	29
652		624	4,97	29,8	39	593	4,46	28,3	36	561	3,94	26,8	32	528	3,45	25,2	29	493	2,99	23,6	25	458	2,56	21,9	22
702		688	5,01	32,9	47	654	4,48	31,2	43	618	3,96	29,5	39	581	3,46	27,8	35	544	2,99	26,0	31	505	2,56	24,1	27
802		719	4,90	34,4	52	685	4,42	32,7	48	647	3,92	30,9	43	610	3,44	29,2	38	571	2,97	27,3	34	496	2,23	23,7	26
852		790	5,16	37,8	57	768	4,64	36,7	54	744	4,12	35,6	51	718	3,63	34,3	48	689	3,16	32,9	45	657	2,74	31,4	41
1002		964	5,15	46,1	67	916	4,60	43,8	61	866	4,07	41,4	55	815	3,57	39,0	49	763	3,10	36,4	44	709	2,67	33,9	38
1052		1017	5,08	48,7	73	966	4,54	46,2	67	914	4,01	43,7	61	860	3,52	41,1	54	804	3,06	38,4	48	747	2,63	35,7	42
1154		1092	5,21	52,2	68	1054	4,65	50,4	64	1014	4,13	48,5	60	973	3,63	46,5	56	930	3,18	44,5	51	886	2,76	42,3	47
1252		1233	5,51	59,0	66	1153	4,90	55,1	58	1081	4,31	51,6	51	1035	3,82	49,5	47	971	3,33	46,4	42	902	2,86	43,1	36
1352		1292	5,15	61,8	71	1227	4,62	58,7	64	1160	4,10	55,4	57	1092	3,60	52,2	51	1023	3,12	48,9	45	951	2,69	45,4	39
1452		1394	5,11	66,7	83	1324	4,59	63,4	75	1251	4,06	59,9	67	1176	3,56	56,2	60	1100	3,08	52,6	52	1023	2,65	48,9	46
1552		1490	5,07	71,4	99	1419	4,61	67,9	90	1330	4,09	63,7	79	1263	3,61	60,5	72	1181	3,13	56,5	63	1097	2,68	52,5	55
1652		1604	5,40	76,7	56	1558	4,85	74,4	53	1507	4,32	72,0	50	1451	3,81	69,3	46	1391	3,33	66,5	42	1328	2,89	63,4	38
1702		1659	5,38	79,3	62	1613	4,84	77,1	58	1562	4,32	74,6	55	1505	3,81	71,9	51	1443	3,33	68,9	46	1376	2,89	65,7	42
254	7	288	5,42	13,8	32	279	4,83	13,3	30	270	4,28	12,9	28	260	3,78	12,4	26	250	3,32	11,9	24	239	2,91	11,4	22
304		319	5,40	15,3	27	309	4,80	14,8	25	299	4,24	14,3	24	288	3,73	13,8	22	276	3,27	13,2	20	264	2,85	12,6	18
354		360	5,36	17,2	32	348	4,75	16,7	30	336	4,18	16,1	28	323	3,68	15,5	26	310	3,22	14,8	24	296	2,81	14,1	22
402		440	4,94	21,0	34	418	4,40	20,0	31	396	3,89	18,9	28	373	3,41	17,8	25	350	2,97	16,7	22	326	2,56	15,6	19
452		471	5,25	22,5	38	448	4,68	21,4	34	424	4,14	20,3	31	400	3,64	19,1	27	375	3,17	17,9	24	350	2,73	16,7	21
552		524	5,14	25,1	46	499	4,59	23,9	42	472	4,07	22,6	38	445	3,57	21,3	34	417	3,11	19,9	30	388	2,68	18,5	26
602		534	5,29	25,6	48	516	4,72	24,7	45	498	4,19	23,8	42	479	3,70	22,9	39	459	3,24	22,0	36	438	2,82	21,0	33

Leyenda:  
LWT Temperatura del agua de salida, °C  
Qc Capacidad frigorífica, kW  
EER Índice de eficiencia energética, kW/kW  
q Caudal de agua del evaporador, l/s  
Δp Caída de presión del evaporador, kPa

Datos de aplicación:  
Unidades estándar, refrigerante: R-134a  
Diferencia de temperatura del agua de entrada/salida del evaporador y condensador: 5 K  
Fluido del evaporador y condensador: agua  
Factor de ensuciamiento: 0,18 x 10<sup>-4</sup> (m<sup>2</sup> K)/W

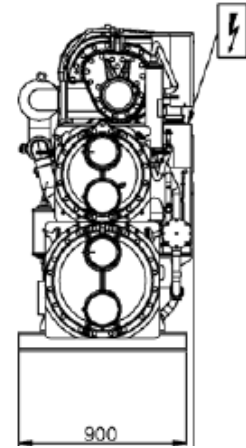
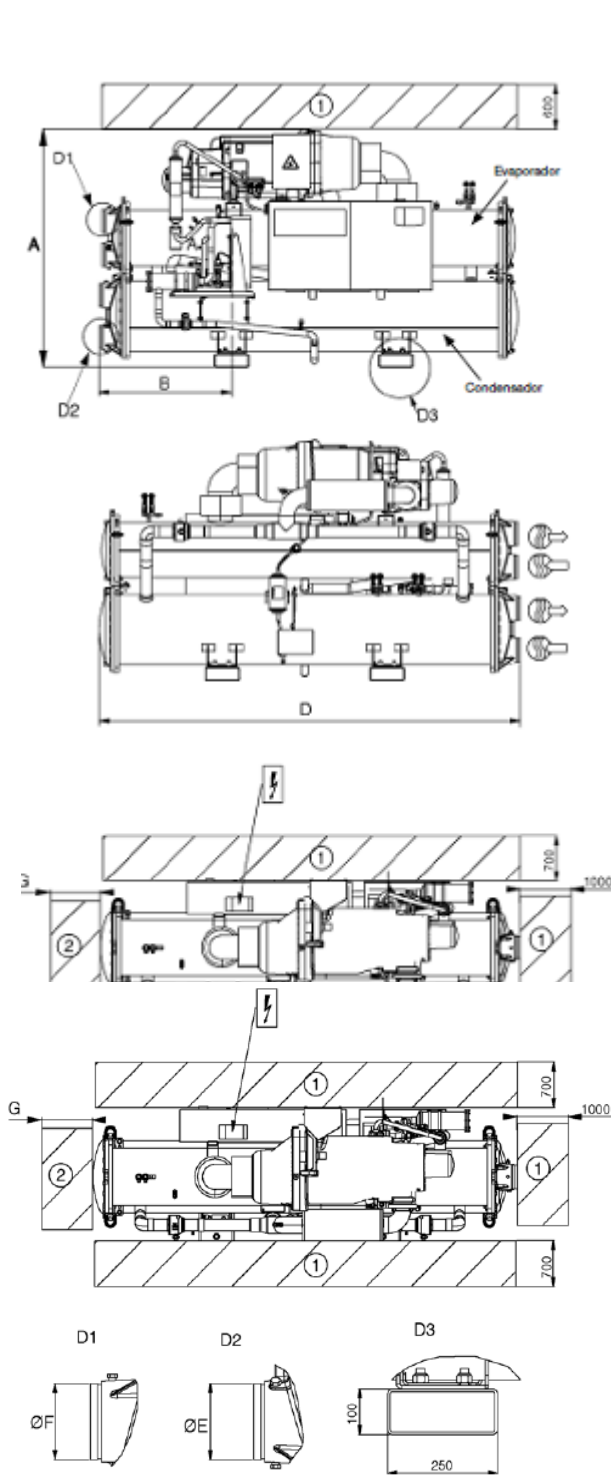
Rendimientos conforme a la norma EN 14511-3: 2011.

### 2.22 Catálogo enfriadora

En la tabla se puede apreciar que esta enfriadora ya impone las temperaturas de entrada y salida del condensador, por lo que tendremos que tener en cuenta estas temperaturas a la hora de escoger la torre de refrigeración.

A continuación se muestran alzado, vista inferior, planta y perfil de la enfriadora con las medidas representativas de la misma:





Cotas en mm

	A	B	C	D	E	F	G
<b>Unidad de eficiencia estándar 30XW-~/30XWH-</b>							
254	1567	800	928	2724	141,3	141,3	2600
304	1567	800	928	2724	141,3	141,3	2600
354	1567	800	928	2724	141,3	141,3	2600
402	1693	810	936	2742	141,3	141,3	2600
452	1693	810	936	2742	141,3	141,3	2600
552	1693	810	936	2742	141,3	141,3	2600
602	1693	810	936	2742	141,3	141,3	2600
652	1848	968	1044	3059	168,3	168,3	2800
702	1848	968	1044	3059	168,3	168,3	2800
802	1848	968	1044	3059	168,3	168,3	2800
852	1898	828	1044	2780	219,1	168,3	2600
<b>Unidad de alta eficiencia 30XW-P/30XWHP</b>							
512	1743	968	936	3059	168,3	168,3	2800
562	1743	968	936	3059	168,3	168,3	2800
712	1950	1083	1065	3290	219,1	219,1	3100
812	1950	1083	1070	3290	219,1	219,1	3100
862	1950	1083	1070	3290	219,1	219,1	3100
<b>Unidad de eficiencia estándar 30XW-~/30XWH- (con opción 150)</b>							
254	1567	800	928	2724	141,3	141,3	2600
304	1567	800	928	2724	141,3	141,3	2600
354	1567	800	928	2724	141,3	141,3	2600
402	1693	810	936	2742	141,3	141,3	2600
452	1693	810	936	2742	141,3	141,3	2600

- Leyenda:**  
Todas las cotas se dan en mm.
- ① Holguras necesarias para el mantenimiento y el caudal de aire
  - ② Espacio recomendado para el desmontaje del tubo
  - ↻ Entrada de agua
  - ↻ Salida de agua
  - ⚡ Entrada de alimentación

### 2.23 Medidas enfriadora

Resulta necesario mencionar, que al igual que las calderas y la mayoría de los equipos de la instalación, la potencia de 416,27 Kw sólo se alcanzará en la situación más desfavorable, es decir, en caso de que todas las viviendas demanden aire frío al mismo tiempo. Una vez se arranque, la enfriadora entrará en régimen estacionario y necesitará menos potencia.

### 2.3.2 Torre de refrigeración

Una vez seleccionada la enfriadora, lo que sigue es la elección de la torre de refrigeración. Para ello hace falta saber la potencia de enfriamiento que necesitará. Como fabricante se ha escogido Indumec, el cual nos ofrece el siguiente método para calcular la potencia necesaria de la torre:

$$Calor a disipar (kW) = 4,186 \times Q \times (T2 - T1) / 3600$$

Q = Caudal de agua en circulación (litros / hora)

T2 = Temperatura del agua de entrada en °C.

T1 = Temperatura del agua de salida en °C una vez enfriada. Debe ser como mínimo 2°C superior a la del termómetro húmedo del lugar de la instalación.

La enfriadora nos da el caudal del condensador a una temperatura de entrada del agua al evaporador de 8°C (que se aproxima bastante al nuestro de 7°C) y la temperatura de entrada y salida del agua del condensador (30 y 35°C respectivamente):

## Capacidades caloríficas según EN14511-3: 2011

Unidad de eficiencia estándar 30XWH- con opción 150

30XWH- Opt. 150	LWT °C	Temperatura del agua de entrada del evaporador, °C															
		8				10				15				18			
		Qh kW	COP kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qh kW	COP kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qh kW	COP kW/kW	q l/s	Δp kPa	Qh kW	COP kW/kW	q l/s	Δp kPa
254	30	317	5,92	15,2	37	336	6,07	16,1	41	387	6,37	18,5	52	416	6,51	19,9	59
304		353	5,95	16,9	44	374	6,08	17,9	49	431	6,37	20,6	62	469	6,54	22,4	72
354		399	5,89	19,1	54	422	6,03	20,2	60	487	6,34	23,3	77	530	6,48	25,3	89
402		488	5,48	23,4	40	521	5,65	24,9	44	611	6,02	29,2	58	670	6,21	32,0	68
452		518	5,75	24,8	44	553	5,91	26,5	49	649	6,27	31,0	64	712	6,45	34,0	75
552		579	5,63	27,7	53	617	5,78	29,5	59	724	6,09	34,6	77	794	6,24	37,9	90
602		593	5,77	28,4	55	629	5,91	30,1	61	727	6,23	34,7	78	793	6,39	37,8	90
652		737	5,67	35,3	54	786	5,80	37,6	61	915	6,08	43,7	78	999	6,21	47,7	91
702		812	5,67	38,8	64	865	5,79	41,3	72	1007	6,04	48,1	92	1080	6,12	50,6	101
802		852	5,55	40,8	70	907	5,66	43,3	78	1054	5,90	50,3	101	1055	5,92	50,4	101
852		930	5,78	44,5	42	982	5,90	47,0	47	1120	6,14	53,6	61	1144	6,18	54,7	63
1002		1132	5,72	54,2	56	1209	5,86	57,8	64	1420	6,12	67,8	87	1535	6,22	73,3	102
1052		1198	5,64	57,3	62	1279	5,76	61,2	71	1503	6,00	71,7	97	1631	6,09	77,8	114
1154		1280	5,77	61,2	73	1359	5,90	64,9	82	1575	6,15	75,2	106	1689	6,25	80,5	120
1252		1433	6,02	68,6	44	1531	6,14	73,3	50	1793	6,36	85,8	65	1965	6,43	94,0	77
1352		1519	5,69	72,7	49	1621	5,80	77,6	54	1892	5,99	90,5	71	2068	6,06	98,8	82
1452		1639	5,60	78,4	56	1748	5,70	83,6	62	2039	5,86	97,5	81	2090	5,89	99,9	85
1552		1752	5,50	83,9	65	1867	5,58	89,3	72	2159	5,69	103,2	93	2168	5,71	103,6	93
1652		1870	5,95	89,5	51	1978	6,06	94,7	57	2213	6,24	105,8	70	2172	6,24	103,9	68
1702		1935	5,91	92,7	55	2046	6,01	97,9	61	2307	6,18	110,3	77	2285	6,19	109,3	76
254	35	313	5,40	15,0	35	331	5,54	15,9	39	380	5,84	18,2	50	407	5,97	19,5	56
304		349	5,40	16,7	42	369	5,53	17,7	46	424	5,81	20,3	59	461	5,98	22,0	68
354		383	5,34	18,9	52	416	5,48	19,9	57	479	5,78	22,9	73	520	5,93	24,9	85
402		473	4,99	22,7	37	505	5,16	24,2	41	591	5,54	28,3	53	648	5,74	31,0	62
452		502	5,24	24,1	41	535	5,41	25,6	46	627	5,78	30,0	60	687	5,97	32,9	69
552		561	5,15	26,9	49	598	5,29	28,6	55	700	5,62	33,5	71	767	5,79	36,7	83
602		584	5,27	28,0	53	618	5,41	29,6	58	713	5,73	34,1	74	775	5,90	37,1	85
652		713	5,20	34,2	50	760	5,34	36,4	56	885	5,63	42,3	72	965	5,77	46,2	84
702		785	5,20	37,6	60	836	5,33	40,1	66	972	5,59	46,5	85	1021	5,68	48,8	92
802		825	5,13	39,5	65	875	5,24	41,9	72	1015	5,50	48,6	92	1074	5,59	51,4	101
852		920	5,32	44,1	40	971	5,43	46,6	45	1106	5,68	53,0	58	1174	5,78	56,3	65

**Leyenda:**  
LWT Temperatura del agua de salida, °C  
Qh Capacidad calorífica, kW  
COP Coeficiente de rendimiento, kW/kW  
q Caudal de agua del condensador, l/s  
Δp Caída de presión del condensador, kPa

**Datos de aplicación:**  
Unidades estándar, refrigerante: R-134a  
Diferencia de temperatura del agua de entrada/salida del evaporador: 3 K  
Diferencia de temperatura del agua de entrada/salida del condensador: 5 K por LWT <55°C,  
8 K por LWT = 55°C, 10 K por LWT >55°C  
Fluido del evaporador/condensador: agua  
Factor de ensuciamiento: 0,18 x 10<sup>-4</sup> (m<sup>2</sup> K)/W

Rendimientos conforme a la norma EN 14511-3:2011.

### 2.24 Caudal de agua en el condensador

Por lo que como se puede apreciar  $Q = 22,7 \text{ l/s}$ , resultando el calor a disipar  $Q_c = 475,11 \text{ Kw}$ . Con este dato se ha escogido el modelo TC/216 PFV:

## CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO EN KW

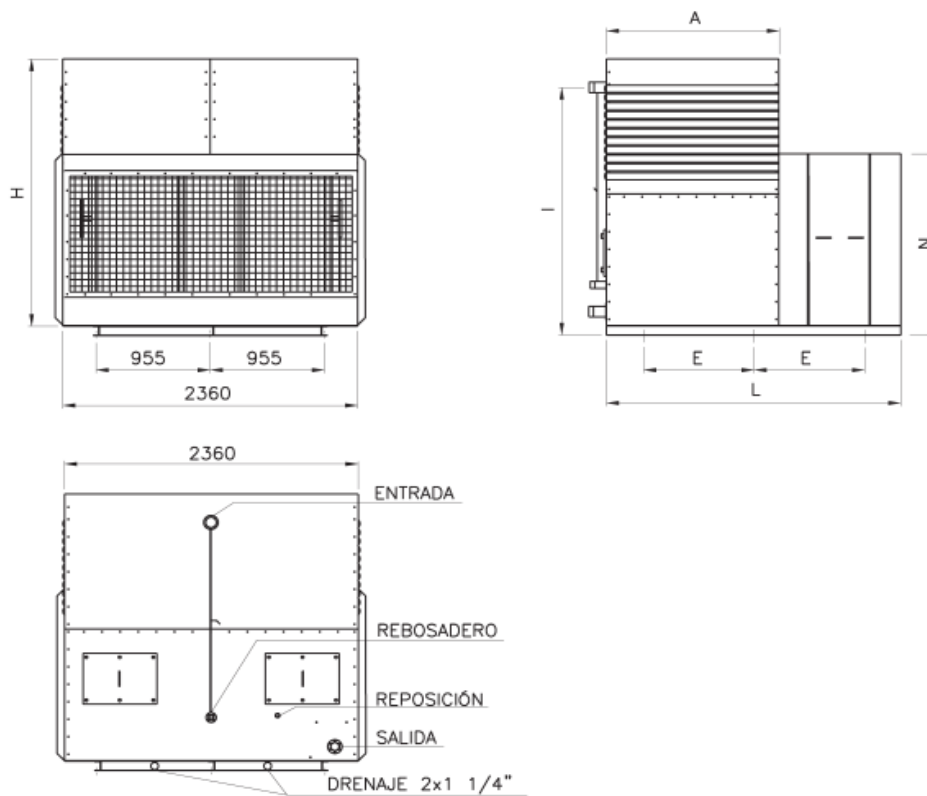
TEMPERATURA DEBULBO HÚMEDO EN °C	22			23			24		
	34,5-29	33,5-28	31,5-26	35,5-30	34,5-29	33,5-28	35,5-30	34,5-29	33,5-28
TC-012	30	26	18	32	28	24	29	25	21
TC-020	44	37	26	46	38	30	42	34	28
TC-021	51	44	29	54	46	38	49	40	33
TC-022	59	51	36	62	54	46	58	48	40
TC-023	68	59	42	71	62	53	65	56	47
TC-024	76	66	47	80	70	60	73	63	52
TC-030	86	73	49	91	77	64	82	68	55
TC-031	103	89	64	108	94	80	98	84	70
TC-032	115	101	72	122	108	91	111	96	80
TC-035	124	109	81	120	114	100	120	104	89
IC-040	135	115	//	143	121	101	128	107	88
TC-041	145	126	90	152	132	113	139	119	99
TC-042	154	134	95	162	140	120	148	126	106
TC-043	175	152	109	184	160	139	180	144	120
TC-045	187	165	128	181	172	150	181	157	134
TC-100	150	134	90	168	142	119	151	125	101
TC-101	219	199	138	230	200	171	210	179	150
TC-102	234	203	145	245	213	182	224	192	160
TC-105	250	229	164	241	230	200	241	210	179
TC-110	210	178	119	222	188	155	199	165	133
TC-111	258	224	160	271	235	201	248	212	177
TC-112	281	244	174	295	255	219	289	230	182
IC-115	300	264	197	314	275	240	289	252	215
IC-116	334	294	219	322	308	268	322	280	240
TC-120	284	249	190	300	254	211	289	223	180
TC-121	332	288	200	348	303	259	319	273	228
TC-122	371	322	230	390	339	289	368	304	254
TC-125	375	331	246	398	348	301	382	315	270
TC-126	414	368	274	429	385	335	423	351	300
TC-130	333	282	188	352	298	247	315	262	211
TC-131	440	382	272	462	401	343	422	361	302
TC-134	413	364	271	433	381	332	399	347	297
TC-135	459	405	301	481	423	368	443	386	330
TC-136	501	442	329	483	462	402	484	421	360
TC-140	436	369	246	461	399	324	413	343	276
IC-141	545	474	338	574	498	425	524	448	374
TC-142	505	409	303	515	435	357	503	401	322
TC-144	565	408	371	592	522	454	548	475	406
TC-145	629	552	411	644	578	503	605	526	450
TC-146	669	588	437	684	615	535	644	560	479
TC-150	569	475	317	598	509	417	531	441	366
TC-151	724	629	449	761	661	565	695	594	496
TC-152	781	678	484	821	713	609	750	641	536
TC-154	647	570	424	677	597	519	625	544	465
TC-155	741	653	486	778	684	595	716	623	532
TC-156	814	717	534	805	750	653	786	683	584
TC-161	799	694	496	840	739	623	767	656	548
TC-165	854	753	560	894	785	665	825	717	613
TC-210	429	356	238	444	377	312	399	331	267
TC-211	515	448	329	542	471	402	495	423	354
TC-212	561	487	343	580	512	438	530	460	385
TC-215	599	528	399	629	553	481	579	504	430
TC-216	687	608	438	724	645	575	664	590	479

### 2.25 Catálogo torre

Se ha escogido este modelo para la situación más desfavorable, es decir, para una temperatura de bulbo húmedo de 24 °C dentro de la torre. Como se puede apreciar, para esta situación la torre disipa 479 Kw de calor con unas temperaturas aproximadas a las de diseño (35-30°C).

En el último apartado de este capítulo se realizará un análisis del nivel sonoro que tendrá cada uno de los equipos de forma que se pueda comprobar que se mantienen dentro de la normativa, pero aquí se adelanta que la torre ya viene incorporada con una caja sonora de forma que reduce el número de decibelios, debido a que este equipo es uno de los más ruidosos que habrá en la instalación.

A continuación se muestran alzado, planta y perfil de la torre, con sus respectivas medidas en mm:



TORRE TIPO	A	E	I	N	L	H	Motor Ventilador	Peso en Vacío	Peso en Carga	Conexiones				Puntos de Apoyo
							kW	kg	kg	Entrada	Salida	Rebosadero	Reposición	
TC-210 TC-210 PFV	1.210	800	1.395	1.310	2.200	1.640	2*3	760 690	1.770 1.700	4"	4"	2"	1"	9
TC-211 TC-211 PFV	1.210	800	1.695	1.310	2.200	1.940	2*3	830 760	1.840 1.770	4"	4"	2"	1"	9
TC-212 TC-212 PFV	1.210	800	1.695	1.310	2.200	1.940	2*4	840 760	1.850 1.770	4"	4"	2"	1"	9
TC-215 TC-215 PFV	1.210	800	1.995	1.310	2.200	2.240	2*4	930 850	1.940 1.860	4"	4"	2"	1"	9
TC-216 TC-216 PFV	1.210	800	1.995	1.310	2.200	2.240	2*5,5	960 870	1.970 1.880	4"	4"	2"	1"	9

2.26 Dimensiones de la torre

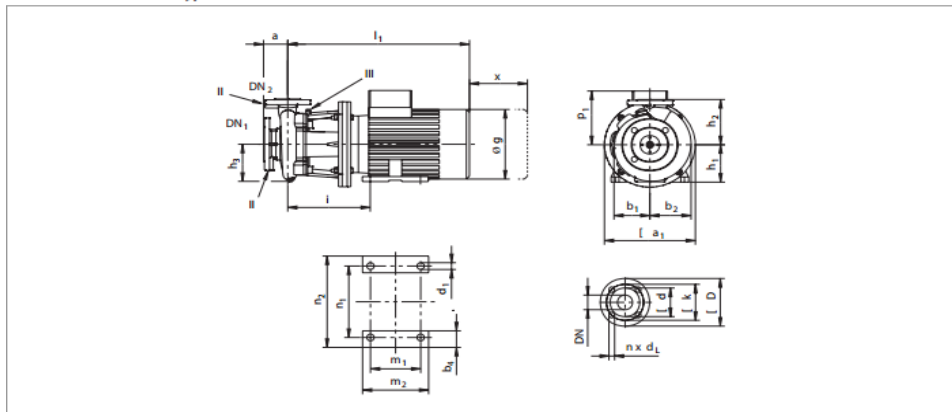
### 2.3.3 Selección de bombas del circuito de torre y circuito de recirculación del sistema de climatización.

Para seleccionar las bombas utilizaremos los datos que poseían las bombas originales, ya que las tuberías permanecen intactas al estar en buen estado. Las especificaciones de las bombas de condensado y de recirculación eran las siguientes:

Bombas recirculación	
Marca	Siemens
Modelo	1LA3130-4AA20
Unidades	3
Caudal	1450 l/min
Potencia	5,5 Kw
Cos $\varphi$	0,85

El fabricante escogido ha sido Wilo, modelo BL-50/170-11/2, con alzados planta y perfil mostrados a continuación con sus respectivas medidas en mm:

From 5.5 kW with motor type B35



II Pressure measuring connection  $R^{1/8}$   
III Ventilation  $R^{1/8}$

Dimensions, weights (Motor power from 5.5 kW, 2.900 rpm)

	DN2	DN1	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>	d <sub>1</sub>	$\phi$ g	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	$\sim$ l <sub>1</sub>	i	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	p <sub>1</sub>	x	Weight
	[mm]																			
BL 32/170-5.5/2	50	32	80	113	129	53	12	266	132	160	122	645	285	140	180	216	256	167	95	78
BL 32/210-7.5/2	50	32	80	145	149	53	12	266	132	180	145	638	292	140	180	216	256	167	100	92
BL 32/220-11/2	50	32	80	145	149	60	15	319	160	180	145	761	352	210	256	254	300	197	100	123
BL 40/160-5.5/2	65	40	80	120	135	53	12	266	132	160	132	646	285	140	180	216	256	167	100	83
BL 40/170-5.5/2	65	40	80	120	135	53	12	266	132	160	132	646	285	140	180	216	256	167	100	84
BL 40/170-7.5/2	65	40	80	120	135	53	12	266	132	160	132	646	285	140	180	216	256	167	100	93
BL 40/180-7.5/2	65	40	100	145	151	53	12	266	132	180	145	645	299	140	180	216	256	167	100	94
BL 40/210-11/2	65	40	100	145	151	60	15	319	160	180	145	768	359	210	256	254	300	197	100	125
BL 40/220-11/2	65	40	100	145	151	60	15	319	160	180	145	768	359	210	256	254	300	197	100	125
BL 40/220-15/2	65	40	100	145	151	60	15	319	160	180	145	768	359	210	256	254	300	197	100	136
BL 40/250-22/2	65	40	100	174	178	70	15	363	180	225	160	882	373	279	325	279	339	305	110	191
BL 40/270-22/2	65	40	100	174	178	70	15	363	180	225	160	927	402	305	355	318	403	305	110	239
BL 40/270-30/2	65	40	100	174	178	83	19	402	200	225	160	959	402	305	355	318	403	305	110	239
BL 50/130-5.5/2	65	50	100	111	133	53	12	266	132	160	124	657	296	140	180	216	256	167	110	77
BL 50/140-5.5/2	65	50	100	111	133	53	12	266	132	160	124	657	296	140	180	216	256	167	110	85
BL 50/140-7.5/2	65	50	100	111	133	53	12	266	132	160	124	657	296	140	180	216	256	167	110	85
BL 50/150-5.5/2	65	50	100	127	147	53	12	266	132	180	152	654	293	140	180	216	256	167	120	85
BL 50/150-7.5/2	65	50	100	127	147	53	12	266	132	180	152	654	293	140	180	216	256	167	120	95
BL 50/170-11/2	65	50	100	127	147	60	15	308	160	180	152	814	362	210	256	254	300	197	120	117

## 2.27 Dimensiones bombas

Se ha escogido este modelo porque está diseñado para trabajar con 1450 l/min y 5,5 Kw, como las bombas originales.

Con la selección de las bombas concluye la elección de los componentes de la instalación. Si algún lector de este documento necesita más información de alguno de los equipos aquí expuestos, en el apartado de bibliografía se encuentran referenciados todos los catálogos comerciales de cada uno de los componentes de la instalación escogidos. La conexión de cada uno de los equipos con las tuberías originales está detallada en el esquema de principio de la instalación ya mejorada en el apartado de planos.

Una vez realizadas todas las sustituciones y reformas en la instalación se volvieron a realizar mediciones de temperatura del agua en cada uno de los circuitos, obteniéndose resultados bastante similares a los del capítulo 2.

#### 2.4 Reforma de la sala de máquinas según norma UNE 60601:2013

Para concluir el capítulo 3 es necesario mencionar una serie de reformas que se deberán llevar a cabo en la sala de máquinas según la norma UNE 60601:2013, que establece textualmente *“los requisitos exigibles a los locales o recintos que alberguen, generadores destinados a la producción de calor o frío mediante fluido caloportador, cuya potencia útil nominal conjunta sea superior a 70 kW”*. En el capítulo de planos se encuentra una vista en planta de la sala de máquinas original, que se tomará como referencia para las reformas. Al mismo tiempo también se encuentra la vista en planta del sótano reformado, que contendrá todas las reformas aquí expuestas. A continuación se enumeran todos los aspectos a reformar:

- Especificaciones dimensionales. La norma establece textualmente en el apartado 5.2.4: *“En todos los casos y para cualquier tipo de generador la longitud desde el generador hasta el paramento vertical más próximo, debe ser como mínimo de 1 m. Entre generadores, así como entre los generadores extremos y los muros laterales, debe existir un espacio libre de al menos 0,5 m. En el caso de que los generadores a instalar sean del tipo mural y/o modular formando una batería de generadores, o cuando las paredes laterales de los generadores a instalar no precisen acceso, puede reducirse la distancia entre ellos, de acuerdo con las instrucciones indicadas por el fabricante. Sobre el generador siempre ha de respetarse una altura mínima libre de tuberías y obstáculos de 0,5 m”*. Éstas especificaciones habrá que tenerlas en cuenta a la hora de instalar los nuevos equipos. En concreto, el fabricante de calderas Ferrolí están homologadas para que no haya que dejar espacio mínimo entre muros y equipos.
- Cada salida de las salas debe estar señalizada por medio de un aparato autónomo de emergencia, los cuáles habrá que incorporar, ya que la original no las poseía.
- La distancia máxima a la salida de la sala desde cualquier punto de ésta no debe ser mayor a 15m, estando indicado el sentido de evacuación con rótulo “salida 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 urgencia y dispositivo de corte rápido.
  - el nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.
  - la dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.
  - indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.
  - plano con esquema de principio de la instalación.
  
- La sala de máquinas original no poseía ventilación normalizada. La norma establece que: *“En los locales o recintos destinados a la instalación de generadores, debe preverse una adecuada entrada de aire para la perfecta combustión del gas en los quemadores y para la ventilación general del local o recinto. Dicha entrada de aire, así como la ventilación, se puede conseguir por medio de orificios en contacto con el aire libre o a través de conductos, que deben estar protegidos para evitar la entrada de cuerpos extraños que puedan obstruirlos o inundarlos, debiendo ser de dimensiones tales que permitan el paso del caudal de aire necesario. Cuando la entrada directa del aire necesario no quede asegurada por medio de ventilación natural, bien por no ser ésta posible, bien por ser insuficiente, debe disponerse de un sistema de ventilación forzada que suministre el mismo”*. En concreto, expone una tabla en la cual está especificada la ventilación que tiene que tener el local según sus características:

Factores que condicionan la posibilidad de ubicación de una sala de máquinas y los sistemas de ventilación y seguridad a emplear				Emplazamiento permitido	Sistemas de ventilación y de seguridad a emplear
Tipo de edificio	Tipo de gas	Emplazamiento	Superficie de baja resistencia		
Nueva construcción	Menos denso que el aire	Sobre primer sótano	SÍ	SÍ	(A o B) + D
			NO	NO	*
		En primer sótano	SÍ	NO	*
			NO	NO	*
		Bajo primer sótano	SÍ	NO	*
			NO	NO	*
	Más denso que el aire	Sobre primer sótano	SÍ	SÍ	(A o B) + D + E **
			NO	NO	*
		En primer sótano	SÍ	NO	*
			NO	NO	*
		Bajo primer sótano	SÍ	NO	*
			NO	NO	*
Edificio existente	Menos denso que el aire	Sobre primer sótano	SÍ	SÍ	(A o B) + D
			NO	SÍ	C + D
		En primer sótano	SÍ	SÍ	B + D
			NO	SÍ	C + D
		Bajo primer sótano	SI	NO	*
			NO	NO	
	Más denso que el aire	Sobre primer sótano	SÍ	SÍ	(A o B) + D + E **
			NO	SÍ	C + D + E
		En primer sótano	SÍ	SÍ	B + D + E
			NO	SÍ	C + D + E
		Bajo primer sótano	SI	NO	*
			NO	NO	*

SISTEMAS:  
A Ventilación natural (apartados 7.1.1 y 7.1.2 de esta norma).  
B Ventilación forzada (impulsión), caudal normal (apartado 7.1.3 de esta norma).  
C Ventilación forzada (impulsión), caudal aumentado (apartado 7.1.3 de esta norma).  
D Sistema de detección y sistema de corte (apartado 8.1 de esta norma) asociado, este último, a la impulsión y/o a la detección.  
E Extracción (apartado 8.2 de esta norma).  
\* En las condiciones indicadas, el emplazamiento de la sala de máquinas no está permitido, con independencia del sistema de ventilación y de seguridad a emplear.  
\*\* El sistema de extracción solo es exigible cuando la sala de máquinas no disponga de un orificio o conducto inferior para evacuación de eventuales fugas de gas al exterior de sección mínima de acuerdo a lo establecido en los apartados 7.1.1 y 7.1.2, respectivamente.

2.28 Tabla de condiciones norma UNE

Como se puede observar, nuestro local no posee zona de baja resistencia mecánica y le pertenece ventilación forzada con caudal aumentado (C) junto a un sistema de detección y de corte de suministro de gas asociado a la impulsión y/o a la detección (D). La fórmula del caudal aumentado es la siguiente:

$$q = 20 \times A + 2 \times \Sigma Qn$$

donde  $q$  es el caudal de aire en m<sup>3</sup>/h,  $A$  es la superficie en planta de la sala de máquinas en m<sup>2</sup> y  $\Sigma Qn$  es la suma de los consumos caloríficos nominales, expresados en kW, de los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala, en este caso de calderas:



Se ha decidido instalar una caja de ventilación que suministre aire del patio de la planta baja, ya que no hay contacto directo de la sala de máquinas con el patio del residencial, debiendo manejar un caudal como el que sigue:

$$q = 20 \times 28,94 + 2 \times 601 = 1780,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Conociendo este dato ya se puede seleccionar una caja de ventilación de algún catálogo comercial. Se ha escogido el fabricante Salvador Escoda modelo CVB-240/180N RE 200W , ya que es capaz de impulsar 1980 m<sup>3</sup>/h. Aunque sea un caudal un poco mayor al requerido, es de los modelos que más se acercaba:



Serie CVB  
con aspiración e impulsión  
circular

Código	Artículo	Caudal m <sup>3</sup> /h
VE 23 130	CVB-180/180N RE 72W	1.410
VE 23 131	CVB/4-180/180N RE 147W	1.560
VE 23 132	CVB-240/180N RE 200W	1.980
VE 23 133	CVB-240/180N RE 245W	2.280
VE 23 134	CVB-240/240N RE 200W	2.520
VE 23 135	CVB-240/240N RE 245W	2.830
VE 23 136	CVB/4-240/240N 373W	2.870
VE 23 137	CVB-270/200N 245W	2.850
VE 23 138	CVB-270/200N 373W	3.380
VE 23 139	CVB/4-270/200N 373W	2.590
VE 23 140	CVB-270/270N 245W	3.120
VE 23 141	CVB-270/270N 373W	3.830
VE 23 142	CVB/4-270/270N 550W	3.610
VE 23 143	CVB-320/240N 550W	4.890
VE 23 144	CVB-320/320N 550W	5.830
VE 23 145	CVT-320/240N 1100W Trifásica	5.650
VE 23 146	CVT-320/320N 1100W Trifásica	7.600

## 2.29 Caja de ventilación sala calderas

También se ha dispuesto cómo ventilación por conducto la antigua chimenea que poseía la caldera de ACS, ya que al estar las nuevas calderas dispuestas en cascada, sólo utilizan uno de los conductos de chimenea que ya había construidos la cuál puede renovar el aire interior por medio de tiro natural.

Para la sala de equipos de ACS y climatización el caudal resultante será:

$$q = 20 \times 55,19 + 2 \times 416,27 = 1936,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Siendo el  $\Sigma Qn = Qenf$ , ya que es el único generador térmico de esta sala.

Este caudal es muy parecido al que posee la caja seleccionada para la caja de calderas, por lo que la caja seleccionada será la misma en ambas salas.

- Respecto al sistema de detección y corte de gas la norma establece que: “Se debe instalar un sistema de detección por cada  $25 m^2$  o fracción de superficie del local, con un mínimo de dos, ubicados en las proximidades de los aparatos alimentados con gas y en zonas donde se presume pueda acumularse gas. El sistema de corte debe consistir en una válvula automática de corte del tipo todo o nada instalada en la línea de alimentación de gas a la sala de máquinas y ubicada en el exterior del recinto. Debe ser del tipo normalmente cerrada de forma que ante una falta de energía auxiliar de accionamiento se interrumpa el suministro de gas”. Por tanto, se deberán instalar dos sistemas de detección ya que nuestra sala de calderas es de  $28,94 m^2$
  
- “La puerta de acceso a la sala de máquinas debe comunicar directamente al exterior o a través de un vestíbulo que independice la sala del resto del edificio”. Para cumplir este requisito se ha debido hacer obra en la sala de forma que se obtenga dicho vestíbulo. En los planos 7 y 8 se muestran el estado original y final de la sala de máquinas respectivamente.
  
- La nueva sala de máquinas también cumplirá con la normativa vigente contra incendios CTE DB SI apartado 4, cómo muestra el plano 10. Se han debido instalar de acuerdo a dicha norma los siguiente elementos:
  - 2 extintores de polvo con eficacia 21A-113B, uno en cada sala.
  - 1 extintor de anhídrido carbónico en la sala de maquinaria de la enfriadora y el depósito de ACS.
  - Luces de emergencia autónomas con rótulos de entrada y salida en sala de riesgo especial bajo (enfriadora y depósito de ACS). Autónomas, estancas y antideflagrantes en zona de riesgo especial alto (sala de calderas). No es necesaria la instalación de boca de incendio ya que el combustible usado en las calderas no es sólido.
  - Instalación de puertas EL2 45-C5 para sala de riesgo especial bajo y EL2 30-C5 para sala de riesgo especial alto.
  
- Para cumplir con el CTE DB HR se han debido instalar accesorios en la enfriadora y en la torre de refrigeración, ya que son los elementos más ruidosos de la instalación. En el caso de la enfriadora, ésta se ha encapsulado y en el caso de la torre, el accesorio ha sido una caja sonora:

Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

30XW temperaturas de condensación elevadas (con opción 150)								30XW temperaturas de condensación elevadas (con opción 150) y nivel de ruido muy bajo (accesorio)											
Unidad de eficiencia estándar	Bandas de octava, Hz						Nivel de potencia sonora	Unidad de eficiencia estándar	Bandas de octava, Hz						Nivel de potencia sonora				
	125	250	500	1k	2k	4k			125	250	500	1k	2k	4k					
254	dB	55	80	89	92	88	77	dB(A)	95	254	dB	50	64	70	71	68	64	dB(A)	75
304	dB	55	80	89	92	88	77	dB(A)	95	304	dB	50	64	70	71	68	64	dB(A)	75
354	dB	55	80	89	92	88	77	dB(A)	95	354	dB	50	64	70	71	68	64	dB(A)	75
402	dB	76	85	94	97	87	75	dB(A)	99	402	dB	71	68	75	74	65	61	dB(A)	79
452	dB	76	85	94	97	87	75	dB(A)	99	452	dB	71	68	75	74	65	61	dB(A)	79
552	dB	76	85	94	97	87	75	dB(A)	99	552	dB	71	68	75	74	65	61	dB(A)	79
602	dB	76	85	94	97	87	75	dB(A)	99	602	dB	71	68	75	74	65	61	dB(A)	79
652	dB	69	89	97	99	92	77	dB(A)	102	652	dB	64	72	78	78	72	64	dB(A)	82
702	dB	69	89	97	99	92	77	dB(A)	102	702	dB	64	72	78	78	72	64	dB(A)	82
802	dB	69	89	97	99	92	77	dB(A)	102	802	dB	64	72	78	78	72	64	dB(A)	82
852	dB	69	89	97	99	92	77	dB(A)	102	852	dB	64	72	78	78	72	64	dB(A)	82
1002	dB	79	88	97	100	90	78	dB(A)	102	1002	dB	74	71	78	77	68	64	dB(A)	82
1052	dB	79	88	97	100	90	78	dB(A)	102	1052	dB	74	71	78	77	68	64	dB(A)	82
1154	dB	79	88	97	100	90	78	dB(A)	102	1154	dB	74	71	78	77	68	64	dB(A)	82
1252	dB	79	88	97	100	90	78	dB(A)	102	1252	dB	74	71	78	77	68	64	dB(A)	82
1352	dB	74	92	100	102	95	79	dB(A)	105	1352	dB	65	76	81	81	72	61	dB(A)	85
1452	dB	74	92	100	102	95	79	dB(A)	105	1452	dB	65	76	81	81	72	61	dB(A)	85
1552	dB	74	92	100	102	95	79	dB(A)	105	1552	dB	65	76	81	81	72	61	dB(A)	85
1652	dB	74	92	100	102	95	79	dB(A)	105	1652	dB	65	76	81	81	72	61	dB(A)	85
1702	dB	74	92	100	102	95	79	dB(A)	105	1702	dB	-	-	-	-	-	-	dB(A)	-

	SIN CAJA	CON CAJA
TC-145	67	61
TC-146	68	62
TC-150	70	64
TC-151	70	64
TC-152	72	66
TC-154	66	60
TC-155	70	64
TC-156	71	65
TC-161	71	65
TC-165	72	66
TC-210	67	62
TC-211	66	61
TC-212	70	65
TC-215	70	65
TC-216	73	68

2.30 Diferencia de db en enfriadora y torre respectivamente

En el apartado de Mediciones y Presupuesto se describe el nuevo cuadro eléctrico y en el apartado de Planos (plano 9) se sitúa el esquema unifilar.

## 3 Contabilidad energética

El objetivo de este apartado es mostrar, mediante facturas de agua, electricidad y gas natural de todo el edificio, el consumo energético existente antes de proceder a optimizar las instalaciones y compararlo con el consumo actual. Para profundizar en el consumo de cada instalación original (ya que en las facturas sólo venía el total del consumo), se disgregaron las facturas de forma que se obtuvo por separado el consumo de refrigeración, agua caliente y calefacción tomando una serie de hipótesis necesarias para ello. En el transcurso de este apartado se irán explicando dichas hipótesis.

### 3.1 Consumo de gas en instalaciones originales

Los datos de partida son el consumo de gas y agua mensuales. Las instalaciones de ACS y calefacción son las únicas que consumían gas en el edificio, ya que son las que poseen una caldera. A continuación se muestra una tabla del consumo de gas de ambas instalaciones en Kwh y se explican las hipótesis que se han tomado para la disgregación del total de la factura.

Mes	ACS (Kwh)	Calefacción (Kwh)	Agua (m3)	Total (Kwh)
Enero	35.018	75.575	946	110.593
Febrero	31.645	70.902	924	102.547
Marzo	27.898	47.328	835	75.226
Abril	33.237	0	924	33.237
Mayo	27.355	0	877	27.355
Junio	23.179	0	906	23.179
Julio	19.003	0	877	19.003
Agosto	14.804	0	530	14.804
Septiembre	20.267	0	530	20.267
Octubre	26.433	0	513	26.433
Noviembre	25.566	59.618	946	85.184
Diciembre	35.851	59.844	915	95.695

### 3.1 Consumo de gas

Las estimaciones de consumo de gas en agua caliente se han realizado observando el consumo de agua que había todos los meses, considerando que un 30% es agua caliente y tomando como referencia los meses en que sólo se consumía agua caliente. En concreto, para los meses de Enero, Febrero y Diciembre se ha tomado como referencia el mes de Abril, ya que es el mes en que mayor demanda hay de agua caliente por algún motivo desconocido a pesar de no tener un consumo de agua muy elevado. Por esta razón es el que más se puede asemejar a los meses de invierno.

Para los meses de Noviembre y Marzo se ha tomado como referencia el mes de Mayo, ya que es el mes más representativo de los que sólo consumen agua caliente. Los valores exactos se han obtenido realizando sencillas reglas de tres.

El consumo de gas en calefacción se ha calculado como la diferencia entre el consumo de gas en agua caliente y el total.

### 3.2 Consumo de electricidad en instalaciones originales

Los datos de partida son el consumo de electricidad y agua mensuales. En este caso las tres instalaciones consumen electricidad. En el circuito de refrigeración tanto las bombas (las cuales comparte con el sistema de calefacción) como la enfriadora y la torre de refrigeración necesitan electricidad para funcionar. En los sistemas de calefacción y ACS las bombas son las que necesitan electricidad (aparte de otros equipos, pero en comparación con las bombas el consumo es despreciable). A continuación se muestra una tabla del consumo de electricidad de ambas instalaciones en Kwh y se explican las hipótesis que se han tomado para la disgregación del total de la factura.

Mes	Refrigeración (Kwh)	Calefacción (Kwh)	ACS (Kwh)	Agua (m3)	Total (Kwh)
Enero	0	935	1.737	924	2.672
Febrero	0	761	1.570	835	2.331
Marzo	0	535	1.737	924	2.272
Abril	0	0	2.200	877	2.200
Mayo	0	0	1.703	906	1.703
Junio	6.010	0	1.648	877	7.658
Julio	7.787	0	996	530	8.783
Agosto	7.189	0	996	530	8.185
Septiembre	5.036	0	964	513	6.000
Octubre	0	0	1.656	946	1.656
Noviembre	0	456	1.720	915	2.176
Diciembre	0	850	1.778	946	2.628

### 3.2 Consumo de electricidad

Las estimaciones de consumo de electricidad en agua caliente se han realizado observando el consumo de agua que había todos los meses y tomando como referencia el mes de Mayo, ya que es el mes más "estándar"(misma hipótesis que en consumo de gas). El consumo de electricidad en refrigeración y calefacción se ha calculado como la diferencia entre el consumo de electricidad en agua caliente y el total.

### 3.2 Comparativa de rendimientos

Para realizar la comparativa con la instalación reformada, se tendrán en cuenta los rendimientos de los principales equipos que consumen gas y electricidad en la nueva instalación, como son las calderas, las bombas sustituidas y la enfriadora (el consumo eléctrico de los ventiladores de la torre se considerará despreciable frente al consumo de los compresores de la enfriadora). Dichos rendimientos aparecen en los catálogos de cada uno de ellos. El de las bombas depende de su caudal (1450 l/min)

Equipo	Rendimiento equipo nuevo	Rendimiento equipo antiguo
Enfriadora	4,99 (EER)	2 (EER)
Calderas	98%	80%
Bombas	40%	30%

### 3.3 Comparativa de rendimientos

Dónde  $EER = \frac{Q_f}{Q_c}$ , es decir, la capacidad frigorífica que es capaz de ofrecer la

enfriadora entre el consumo eléctrico de los compresores. El rendimiento de las calderas se refiere al calor contenido en el fluido de salida entre el calor contenido en el combustible quemado ( $\eta = Pu/(PC * mc)$ ), que como se puede observar, al ser calderas de condensación, tienen un rendimiento más elevado que las antiguas convencionales. El rendimiento de las bombas es la relación entre la potencia de salida y la potencia absorbida y éste depende de su caudal (1450 l/min). Mirando en el catálogo la curva característica  $\eta - Q$  (l/s) se obtiene el rendimiento que aparece en la tabla anterior.

Hasta que no terminen las instalaciones de los nuevos equipos y empiecen a llegar las primeras facturas de gas y electricidad a la comunidad, es imposible comparar con exactitud la contabilidad energética de la situación antigua y reformada, si bien observando los rendimientos podemos afirmar con toda seguridad que si la demanda se mantiene como los recientes años pasados, el consumo energético será menor y por tanto, existirá un ahorro económico cada año. En el anexo F se puede ver una estimación del ahorro económico anual que podría existir respecto a la instalación original usando para ello los rendimientos de los equipos nuevos.

## 4 Anexos

---

### Anexo A: Integración de un sistema de calefacción con uno de ACS.

El esquema básico de funcionamiento de una instalación moderna integrada de calefacción y ACS de este tipo se basa en una o más calderas que aportan el calor y en dos circuitos de distribución separados que distribuyen el agua caliente para calefacción y aseo por toda la comunidad de vecinos.

En algunos edificios –de nueva construcción o rehabilitados– la caldera puede contar con el apoyo térmico de captadores solares, si bien su capacidad depende de la zona climática donde está ubicado el edificio. En nuestro caso no es posible contar con el apoyo de dichos captadores, ya que no hay espacio en la azotea para ellos y, aunque el CTE DB HE-4 obliga a su instalación, esta obligación es sólo para edificios de nueva construcción, eximiendo de esa obligación a los edificios ya existentes.

El agua que circula por las calderas y la red de distribución de calefacción no conserva las características de potabilidad, por lo que no se puede utilizar para el aseo personal. Por este motivo, para producir el ACS, la instalación dispone de intercambiadores de calor que calientan esta agua sin mezclarla con la de las calderas.

Los sistemas de ACS cuentan habitualmente con depósitos de acumulación, desde donde se distribuye el agua hasta las viviendas por tuberías exclusivas para este servicio, las cuales generalmente discurren paralelas a las de calefacción. Para evitar que el agua tarde mucho tiempo en salir por los grifos, la instalación de ACS se complementa con un circuito de recirculación que mantiene las tuberías con la temperatura adecuada y que transcurre en paralelo con el de distribución.

Elementos que integran una instalación centralizada moderna

- De generación de calor: Una o varias calderas situadas en un local exclusivo (sala de calderas) conectadas a los colectores desde los que se atienden los diferentes servicios (circuitos de calefacción y primario de ACS).
- De producción de ACS: Con intercambiadores y depósitos, también situados en la sala de calderas.
- De regulación general: En la sala de calderas se realiza la regulación de las instalaciones. En calefacción, las temperaturas de impulsión de cada circuito en función de las condiciones exteriores. En ACS la adecuación de las temperaturas de acumulación y distribución.
- De distribución general de calefacción y ACS: Redes de tuberías que discurren por patinillos en las cajas de escaleras, transportando el agua de cada servicio.
- De distribución individual de calefacción y ACS: En las cajas de escaleras se colocan las llaves de corte de cada usuario y de cada instalación (calefacción y

ACS). Asimismo, en este punto se encuentran los equipos de medida individuales y desde ahí se acomete a los interiores de las viviendas.

- De regulación individual: Cada vivienda dispone de un termostato de ambiente para calefacción. El ACS se regula en cada punto de consumo mezclando agua caliente y fría en las griferías.

A parte de todo lo mencionado en este capítulo, también se tendrán en cuenta todos los componentes necesarios que aunque no tan relevantes como los aquí citados resultan imprescindibles para que la instalación funcione, cómo válvulas, manguitos antivibratorios, termómetros...En el estado de mediciones se han tenido en cuenta todos estos componentes.



### Anexo B: el problema de la Legionelosis

La Legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental potencialmente fatal causada por una bacteria del género *Legionella*. Un 90% de los casos de Legionelosis es causada por *Legionella pneumophila*, un organismo acuático que prospera entre 25 °C y 45 °C con un óptimo de 35 °C y se destruye a 70°C

La infección puede manifestarse de dos formas distintas:

- La **fiebre de Pontiac**, que es la forma más leve de infección.
- La **enfermedad del legionario**, nombre de la enfermedad y forma más severa de infección, que cursa con neumonía y fiebre muy alta.

El nicho ecológico natural de la *Legionella* son las aguas superficiales, como ríos, lagos o estanques, donde forman parte de su flora bacteriana. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de los sistemas de distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua sanitaria u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento como las torres de refrigeración.

Si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse al aire, pudiendo penetrar en el aparato respiratorio humano por inhalación.



B.1 Legionella

Anexo C: cálculos necesarios para el diseño de la caldera de agua caliente sanitaria

Atendiendo a la normativa actual, CTE DB HE-4, se puede estimar el consumo diario de ACS en una vivienda multifamiliar en torno a unos 28 l.

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

<b>Criterio de demanda</b>	<b>Litros/día-unidad</b>	<b>unidad</b>
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

**C.1 Demanda ACS según CTE**

Una vez que sabemos lo que cada persona consume al día, lo siguiente es saber cuántas personas habrá en el edificio. Para ellos se nos facilita lo siguiente:

**Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado**

<b>Número de dormitorios</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>≥6</b>
<i>Número de Personas</i>	1,5	3	4	5	6	6	7

Como nuestro edificio tendrá tres habitaciones por piso, se estimará 4 personas por residencial privado. Esto hará un total de 300 habitantes en el edificio al haber 75 viviendas. Aplicando un factor de centralización de 0,8 como indica el CTE, el consumo de agua caliente diario en el edificio queda como sigue:

$$300 \cdot 28 \cdot 0,8 = 6720 \text{ l/día}$$

Para el diseño de la caldera de ACS empezaremos partiendo de las siguientes hipótesis:

- Horario de consumo de ACS: 8:00 a 24:00.

- Se calentará el agua de 10 a 60 °C.

La caldera original poseía  $400.000 \frac{Kcal}{h}$ . Con este cálculo podemos observar que cantidad de agua es capaz de calentar la caldera original en 1 hora:

$$\frac{X m^3}{h} = 400.000 \frac{Kcal}{h} / \left( \frac{1 Kcal}{kg \text{ } ^\circ C} \cdot \frac{1000 kg}{m^3} \right) \cdot (60^\circ C - 10^\circ C)$$
$$X = 8 m^3$$

$$\frac{2000 l}{8000 l/h} = 0,25 h = 15 \text{ min.}$$

Como se puede observar está sobredimensionada, ya que es capaz de calentar una cantidad de agua caliente superior a la que consume el edificio en un día, en tan sólo 1 hora y el depósito de 2000 l en 15 min.

De igual forma que se muestra anteriormente, el consumo de ACS es de 6720 l/día. Parece razonable instalar un depósito de la mitad de esta capacidad, ya que es prácticamente imposible que toda la demanda se produzca a la vez. Por tanto, y para estar del lado de la seguridad, se elegirá un depósito de 4000 l (la mayoría de los fabricantes tienen disponible este volumen y no 3360 l, otra razón para escoger 4000l). Para calentar el agua del depósito de 10 a 60 °C supondremos que la nueva caldera empleará 1,6 horas, ya que en este tipo de instalaciones el tiempo que se suele emplear en calentar los depósitos es entre 1 y 2 horas. A partir de este criterio de diseño, calcularemos la potencia de la nueva caldera:

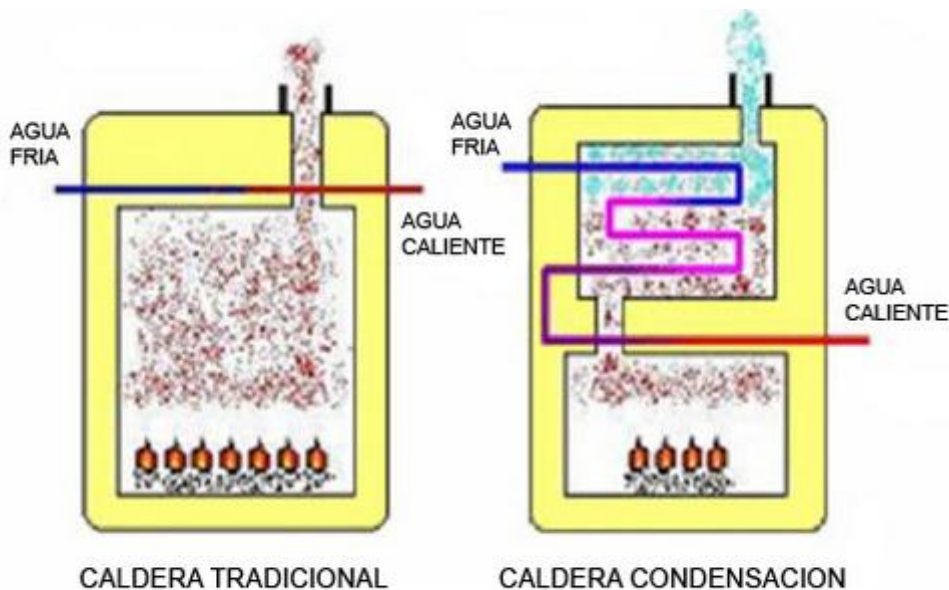
$$\frac{4 m^3}{1,6 h} \cdot \frac{1 Kcal}{kg \text{ } ^\circ C} \cdot \frac{1000 kg}{m^3} \cdot (60 \text{ } ^\circ C - 10 \text{ } ^\circ C) = 125.000 \frac{Kcal}{h} = 145,13 Kw$$

Por tanto, con esta potencia, la caldera tardará unas 2,68 horas en calentar el agua demandada por el edificio en la situación más desfavorable, es decir, en el caso de que la demanda de los 6720 l se produzca de forma continua y durante las 2,68 horas seguidas.

## Anexo D: comparativa caldera de condensación y caldera de baja temperatura

### Calderas de condensación

Las calderas de condensación se caracterizan fundamentalmente porque aprovechan la energía obtenida debido a la condensación del vapor de agua contenido en los humos producto de la combustión. En las calderas corrientes los humos evacuados pueden alcanzar incluso 150°C para evitar condensaciones. Dicho vapor de agua contiene un calor latente que al condensar es cedido. En este caso las calderas de condensación, utilizan dicha energía aumentando el rendimiento de la misma hasta valores superiores al 100%.



### D.1 comparativa caldera de condensación y caldera tradicional

Para disminuir la temperatura de los humos se aumenta la superficie de intercambio y se intenta que la temperatura de retorno del agua no sea muy elevada. El rendimiento óptimo se obtendría con una temperatura de impulsión del agua de alrededor de 40°C y una temperatura de retorno de 30°C aproximadamente.

Por tanto, tenemos las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

- Rendimientos de hasta el 109% respecto del Poder Calorífico Inferior del Combustible
- Pueden generar ahorros superiores al 30% con respecto a una caldera convencional
- Regulan la temperatura en función de la demanda energética
- Sus emisiones de NOx son muy bajas
- Es el tipo de caldera más eficiente actualmente
- Muy bajas temperaturas de evacuación de humos

Desventajas:

- Gran superficie de intercambio.
- Inversión inicial ligeramente más elevada con respecto a otro tipo de caldera.
- Se necesita un sistema de evacuación de condensados.
- Se necesitan materiales especiales de evacuación de humos para resistir la acción de los condensados.

Calderas de baja temperatura

Este tipo de calderas constituyen una solución intermedia entre las calderas convencionales y las de condensación. La principal ventaja de las calderas de baja temperatura, es que pueden trabajar con temperaturas de retorno de agua muy bajas (40°C), sin que la condensación que se produce en el cuerpo de la caldera las dañe.



D.2 Caldera de baja temperatura.

Por lo tanto, se pueden adaptar a las necesidades térmicas del edificio, impulsando agua a diferentes temperaturas en función de la temperatura exterior, orientación del edificio, ubicación, etc. Cada edificio posee una curva característica en función de su orientación, pérdidas, situación... pudiéndose diseñar una caldera específica a la medida de cada necesidad.

Este tipo de calderas presentan las siguientes ventajas e inconvenientes:

Ventajas:

- Pueden generar ahorros superiores al 25% con respecto a una caldera convencional.
- Regulan la temperatura en función de la demanda energética.
- No se necesitan sistemas anticorrosión.
- No se producen corrosiones.
- Es una solución intermedia entre las calderas convencionales y las de condensación.
- Altos rendimientos (95%).

Desventajas:

- Se desaprovecha la energía contenida en los gases de combustión.
- Su coste es más elevado que el de una caldera convencional.

Anexo E: RITE y Real Decreto 865/2003; Revisión, limpieza y desinfección de depósitos de ACS y mantenimiento de torres de refrigeración.

La reglamentación vigente (RITE) señala en el artículo 25 que “*El titular o usuario de las instalaciones térmicas es el responsable en lo que se refiere a su uso y mantenimiento; concretamente, de que se realicen las siguientes acciones:*

- a) *Encargar a una empresa mantenedora la realización del mantenimiento de la instalación térmica.*
- b) *Realizar las inspecciones obligatorias.*
- c) *Conservar la documentación*

Pues bien, en lo que se refiere al control de la Legionelosis, en el Real Decreto 865/2003 se exponen los procedimientos que se deben llevar a cabo para la revisión, limpieza y desinfección de los equipos susceptibles de contener Legionella (como los acumuladores de agua caliente). En este anexo se exponen estos procedimientos, procedimientos que deben llevarse a cabo por personal suficientemente cualificado y contratado por la comunidad de vecinos.

Mantenimiento del depósito de ACS

Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza. La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, se realizará una vez al año, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos. Cuando se detecte presencia de suciedad, incrustaciones o sedimentos, se procederá a su limpieza.

El agua de la instalación interior de consumo humano deberá cumplir en todo momento con los parámetros y criterios establecidos en la legislación de aguas de consumo humano.

1. Agua caliente sanitaria:

- La revisión del estado de conservación y limpieza de la instalación se realizará trimestralmente en los depósitos acumuladores, y mensualmente en un número representativo, rotatorio a lo largo del año, de los puntos terminales de la red terminal (grifos y duchas), de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.
- Mensualmente se realizará la purga de válvulas de drenaje de tuberías y semanalmente la purga del fondo de los acumuladores. Así mismo, semanalmente se abrirán los grifos y duchas de habitaciones o instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.

- El control de la temperatura se realizará diariamente en los depósitos finales de acumulación, en los que la temperatura no será inferior a 60 °C y mensualmente en un número representativo de grifos y duchas (muestra rotatoria), incluyendo los más cercanos y los más alejados de los acumuladores, no debiendo ser inferior a 50 °C. Al final de laño se habrán comprobado todos los puntos finales de la instalación.
- Cómo mínimo anualmente se realizará una determinación de Legionella en muestra de puntos representativos de la instalación. En caso necesario se adoptarán las medidas oportunas para garantizar la calidad del agua de la misma.

## 2. Agua fría de consumo humano:

- La revisión del estado de conservación y limpieza de la instalación se realizará trimestralmente en los depósitos acumuladores, y mensualmente en un número representativo, rotatorio a lo largo del año, de los puntos terminales de la red terminal (grifos y duchas), de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.
- La temperatura se comprobará mensualmente en el depósito, de forma que se mantenga lo más baja posible, procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C.
- Cuando el agua fría de consumo humano proceda de un depósito, se comprobarán los niveles de cloro residual libre o combinado en un número representativo de los puntos terminales, y si no alcanzan los niveles mínimos (0,2 mg/l) se instalará una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del mismo, con un caudal del 20% del volumen del depósito.

### Limpieza y desinfección

Una desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza exhaustiva. Las instalaciones de agua fría de consumo humano y de agua caliente sanitaria se limpiarán y desinfectarán como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y/o cuando así lo determine la autoridad sanitaria. Para la realización de la limpieza y desinfección se utilizarán sistemas de tratamiento y productos aptos para el consumo humano.

#### 1. Agua caliente sanitaria:

- En el caso de la desinfección química con cloro, el procedimiento a seguir será el siguiente:
  - Clorar el depósito con 20-30 mg/l de cloro residual libre, a una temperatura no superior a 30 °C y con un PH de 7-8,



haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red 1-2 mg/l y mantener durante 3 o 2 horas respectivamente. Si se prefiere, en vez de esto se pueden utilizar 4-5 mg/l en el depósito durante 12 horas.

- Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar.
  - Limpiar a fondo las paredes de los depósitos, eliminando incrustaciones y realizando reparaciones necesarias y acarando con agua limpia
  - Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales. Si es necesaria la recloración, ésta se realizará por medio de dosificadores automáticos.
- En el caso de la desinfección térmica, el procedimiento será el siguiente:
- Vaciar el sistema y, si fuera necesario, limpiar a fondo las paredes de los depósitos acumuladores, realizar las operaciones necesarias y aclarar con agua limpia.
  - Llenar el depósito acumulador y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C manteniéndolo así al menos 2 horas. Posteriormente abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial. Confirmar la temperatura para que en todos los puntos terminales de la instalación se alcancen los 60 °C.
  - Vaciar el depósito acumulador y volver a llenarlo para su funcionamiento habitual.

## 2. Agua fría de consumo humano:

- El procedimiento para la desinfección química con cloro será el descrito para el sistema de ACS. Finalmente, se procederá a la normalización de las condiciones de calidad del agua, llenando nuevamente la instalación, y si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá para su funcionamiento habitual (0,2-1 mg/l de cloro residual libre).
- Si es necesaria la recloración, ésta se realizará por medio de dosificadores automáticos.

### Mantenimiento torres de refrigeración

Todas las operaciones que se describen a continuación serán realizadas por personal suficientemente cualificado, con todas las medidas de seguridad necesarias, avisando a los usuarios para evitar posibles accidentes.

### Revisión

En la revisión de todas las partes de la instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza. La revisión de todas las partes de una instalación para comprobar su buen funcionamiento, se realizará con la siguiente periodicidad: anualmente el separador de gotas, semestralmente, el condensador y el relleno y mensualmente la bandeja. Se revisará el estado de conservación y limpieza general, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros: mensualmente, temperatura, pH, conductividad, turbidez, hierro total y diariamente nivel de cloro o biocida utilizado. Recuento total de aerobios en el agua de la balsa con periodicidad mensual. Se determinará Legionella con una periodicidad adecuada al nivel de peligrosidad de la instalación, como mínimo trimestralmente, y siempre 15 días después de la realización del tratamiento de choque. Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de mantenimiento de tratamiento del agua.

Cuando se detecten cambios en los parámetros físico-químicos que miden la calidad del agua, se revisará el programa de tratamiento del agua y se adoptarán las medidas necesarias. Cuando se detecten cambios en el recuento total de aerobios y en el nivel de desinfectante, se procederá a realizar una determinación de Legionella y se aplicarán, en su caso, las medidas correctoras necesarias para recuperar las condiciones del sistema.

### Limpieza y desinfección

Se tendrá en cuenta que una desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza exhaustiva. La limpieza y desinfección del sistema completo se realizará, al menos, dos veces al año, preferiblemente al comienzo de la primavera y el otoño, cuando las instalaciones sean de funcionamiento no estacional y además en las siguientes circunstancias: cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando lo determine la autoridad sanitaria. Cuando el tiempo de parada de la instalación supere la vida media del biocida empleado, se comprobará el nivel del biocida y la calidad microbiológica del agua antes de su puesta en funcionamiento. En caso necesario, se realizará una limpieza y desinfección de la instalación.

El procedimiento de limpieza y desinfección general para equipos que pueden cesar en su actividad, en caso de utilizar cloro, será el siguiente:

- Cloración del agua del sistema, al menos 5 mg/l de cloro residual libre y adición de biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa y anticorrosivos

compatibles con el cloro y el biodispersante, en cantidad adecuada, manteniendo un pH entre 7 y 8.

- Recircular el sistema durante 3 horas, con los ventiladores desconectados y cuando sea posible las aberturas cerradas para evitar la salida de aerosoles. Se medirá el nivel de cloro residual libre al menos cada hora reponiendo la cantidad perdida.
- Neutralizar el cloro, vaciar el sistema y aclarar con agua a presión.
- Realizar las operaciones de mantenimiento mecánico del equipo y reparar las averías detectadas.
- Limpiar a fondo las superficies con técnicas adecuadas que eliminen las incrustaciones y adherencias y aclarar.
- Llenar de agua y añadir el desinfectante de mantenimiento. Cuando este desinfectante sea cloro, se mantendrán unos niveles de cloro residual libre de 2 mg/l mediante un dispositivo automático, añadiendo anticorrosivo compatible con el cloro, en cantidad adecuada. Las piezas desmontables serán limpiadas a fondo, sumergidas en una solución que contenga 15 mg/l de cloro residual libre, durante 20 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría. Los elementos difíciles de desmontar o de difícil acceso se pulverizarán con la misma solución durante el mismo tiempo. En caso de equipos, que por sus dimensiones o diseño no admitan la pulverización, la limpieza y desinfección se realizará mediante nebulización eléctrica, utilizando un desinfectante adecuado para este fin (la nebulización eléctrica no se puede realizar con cloro).

El procedimiento de limpieza y desinfección general para equipos que no pueden cesar en su actividad, en caso de utilizar cloro, será el siguiente:

- Ajustar el pH entre 7 y 8, para mejorar la acción del cloro.
- Añadir cloro en cantidad suficiente para mantener en el agua de la balsa una concentración máxima de cloro libre residual de 5 mg/l.
- Añadir la cantidad adecuada de biodispersante para que actúe sobre la biocapa y permita el ataque del cloro en su interior, así como un inhibidor de la corrosión, específico para cada sistema.
- Recircular por espacio de 4 horas manteniendo los niveles de cloro residual libre. Se realizarán determinaciones del mismo cada hora, para asegurar el contenido de cloro residual previsto. Es obligatoria la utilización de dosificadores automáticos.

Una vez finalizada la operación de limpieza en caso de que la calidad del agua no sea aceptable se podrá renovar la totalidad del agua del circuito a criterio del responsable de mantenimiento, abriendo la purga al máximo posible y manteniendo el nivel de la balsa.

El RITE también exige que la empresa mantenedora debe suscribir anualmente un certificado de mantenimiento en el que se hagan constar los resultados de las operaciones realizadas. La instalación dispondrá también de un programa de gestión energética. En dicho programa se requiere que la empresa mantenedora realice un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada midiendo y registrando los valores.

Así mismo, ha de cumplir las funciones de asesoramiento energético, para lo cual debe realizar un seguimiento de los consumos –tanto de energía como de agua– con el fin de poder determinar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Debe informarse también al usuario de las mejoras o modificaciones a realizar que redunden en una mayor eficiencia.

En el caso de las instalaciones con una potencia térmica nominal mayor que 70 kW, éstas se utilizarán de acuerdo con el siguiente programa de funcionamiento: horario de puesta en marcha y parada de la instalación; orden de puestas en marcha y parada de los equipos; programa de modificación del régimen de funcionamiento; programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de los equipos; programa y régimen especial para fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

Anexo F: Estimación del ahorro económico anual según rendimientos

Para este anexo se utilizarán los datos del capítulo Contabilidad energética.

Si se impone un precio para el gas natural de 0,05 €/Kwh y para la electricidad se impone un precio de 0,134 €/Kwh obtendríamos los siguientes gastos de operación anuales:

- El total de consumo de gas es 633.523 Kwh/año:

$$\frac{633.523 \text{ Kwh}}{\text{año}} \cdot \frac{0,05 \text{ €}}{\text{kwh}} = \frac{31676,15 \text{ €}}{\text{año}}$$

- El total de consumo de electricidad es 48.264 Kwh/año:

$$\frac{48.264 \text{ Kwh}}{\text{año}} \cdot \frac{0,134 \text{ €}}{\text{kwh}} = \frac{6.467,37 \text{ €}}{\text{año}}$$

La suma hace un total de 38.143,52 €/año. Utilizando los rendimientos de los principales equipos nuevos se aproximaría el nuevo gasto de operación anual de la siguiente forma:

- Con respecto a la enfriadora, se quiere averiguar qué cantidad de potencia frigorífica requiere el edificio. Para ello se utiliza el rendimiento del equipo antiguo y se supone que todo el consumo de electricidad que requiere la refrigeración(26.022 Kwh según el apartado de contabilidad energética) lo utiliza la enfriadora:

$$\frac{Q_f}{Q_c} = 2; \frac{Q_f}{26.022} = 2; Q_f = 52.044 \text{ Kwh}; \frac{Q_f}{Q_c'} = 5; Q_c' = 10.408,8 \text{ Kwh}$$

- Operando de forma análoga para las calderas:

$$\frac{P_u}{Pc'mc} = 0,8; \frac{P_u}{633.523} = 0,8; P_u = 506.818 \text{ Kwh}; \frac{P_u}{(Pc'mc)'} = 0,98; (Pc'mc)' = 517.161 \text{ Kwh}$$

- Por último, quedan 22.242 Kwh de electricidad que son consumidos casi en su totalidad por las bombas. Supondremos que las bombas sustituidas requieren la mitad de esta potencia:

$$\frac{P_{sal}}{P_{abs}} = 0,35; \frac{P_{sal}}{11.121} = 0,35; P_{sal} = 3.892 \text{ Kwh}; \frac{P_{sal}}{P_{abs}'} = 0,4; P_{abs}' = 9730 \text{ Kwh}$$

Por tanto, en la instalación reformada tenemos un consumo total y un gasto económico de:

- Consumo y gasto en electricidad:

$$10408,8 \text{ Kwh} + 9730 \text{ Kwh} + 11.121 \text{ Kwh} = 31259,8 \text{ Kwh}$$

$$\frac{31.259,8 \text{ Kwh}}{\text{año}} \cdot \frac{0,134 \text{ €}}{\text{kwh}} = \frac{4.188,81 \text{ €}}{\text{año}}$$

- Consumo y gasto en gas:

$$\frac{517.161 \text{ Kwh}}{\text{año}} \cdot \frac{0,05 \text{ €}}{\text{kwh}} = \frac{25.858,05 \text{ €}}{\text{año}}$$

La suma hace un total de 30.046,86 €/año, por lo que el ahorro estimado que tendríamos es:

$$38.143,52 \frac{\text{€}}{\text{año}} - 30.046,86 \frac{\text{€}}{\text{año}} = 8096,66 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Con este ahorro y suponiendo unos valores de interés e inflación, se podría calcular el período de recuperación del capital de la siguiente forma:

$$VPN = FSVP \cdot (\text{ahorro}) - \text{sobrecoste} = 0$$

$$FSVP = \sum_{k=1}^N \frac{1}{(1 + ief)^k}$$

$$\text{sobrecoste} = 126.625,29 \text{ € (presupuesto)}$$

$$1 + ief = \frac{1 + i}{1 + inf}$$

Si se supone un interés de un 1,5% y una inflación de un 1%, el período de recuperación del capital sería de 17,75 años. Este valor es en gran medida inexacto, ya que se han supuesto muchas variables, pero permite hacernos una idea de que valor tendría aproximadamente dicha recuperación del capital. El período de vida útil de este tipo de instalaciones ronda los 25 años y ya que esta instalación no produce ingresos y se amortiza enteramente con dicho ahorro, no resulta un valor descabellado.

Estudios con Entidad Propia: Estudio Básico de Seguridad y Salud

**PROYECTO:** Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla

**1. ESTIMACIÓN del PRESUPUESTO de EJECUCIÓN por CONTRATA.**

<b>ESTIMACIÓN del PRESUPUESTO de EJECUCIÓN por CONTRATA</b>	<b>€</b>
Presupuesto de Ejecución Material:	126.625,29
Gastos Generales 13%:	16.461,28
Beneficio Industrial 6%:	7597,51
Impuesto sobre el valor Añadido 18%:	27.123,13
Presupuesto de Ejecución por Contrata:	177.807,22

Asciende la presente estimación del P. de E. por C. a la cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SIETE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS.

Consideraciones para la elección entre un estudio básico de Seguridad y Salud y un estudio de Seguridad y Salud:

- EL PRESUPUESTO de EJECUCION por CONTRATA INCLUIDO en el PROYECTO NO ES IGUAL o SUPERIOR a 450.759.08 Euros.
- LA DURACION ESTIMADA de DÍAS LABORABLES NO ES SUPERIOR a 30 DÍAS, NO EMPLEÁNDOSE en NINGÚN MOMENTO a más de 20 TRABAJADORES SIMULTÁNEAMENTE.
- VOLUMEN de MANO de OBRA ESTIMADA, ENTENDIENDO por TAL la SUMA de los DIAS de TRABAJO TOTAL de los TRABAJADORES de la OBRA, NO ES SUPERIOR a 500.
- NO SON OBRAS de TÚNELES, GALERÍAS, CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS ó PRESAS.

No habiendo sido afirmativa ninguna consideración anterior, se procede con el estudio BÁSICO de Seguridad y Salud.

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Transposición a la legislación nacional de la Directiva 89/391 en Ley 31/95 Prevención de Riesgos Laborales, y la Directiva 92/57 en R.D. 162/97 disposiciones mínimas de Seguridad en la Construcción.

### **0.- PRELIMINAR.**

De acuerdo con el art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendientes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

En el estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborales.

### **1.MEMORIA.**

#### **1.1. DATOS DE LA OBRA:**

##### **Situación del edificio.**

La situación de la edificación se encuentra incluida en la zona sur de la península con un clima templado, con escasas precipitaciones.

El municipio dispone de un ambulatorio y centro de salud cercano a la ubicación de la obra.

##### **Topografía y entorno.**

La calle de acceso a la parcela es transitable en dos sentidos dando a la parcela en cuestión de forma horizontal.

La calle que da acceso al emplazamiento no presenta un tránsito de vehículos excesivo que impida un curso normal de la obra.

##### **Edificio proyectado.**

Se proyecta la construcción de un edificio de nueva planta.

##### **Presupuesto de ejecución de contrata de la obra.**

El presupuesto de ejecución de contrata estimado asciende de CIENTO SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SIETE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS.

##### **Duración de la obra y número de trabajadores punta.**

La previsión de duración de la obra es de cuatro semanas.

El número de trabajadores punta asciende a cuatro.

##### **Materiales previstos en la construcción.**

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de construcción.

#### **1.2. CONSIDERACIÓN GENERAL DE RIESGOS.**

##### **Situación del edificio.**

Por la situación, no se generan riesgos previsibles.

##### **Topografía y entorno.**

Nivel de riesgo bajo sin condicionantes de riesgo aparentes, tanto para circulación de vehículos, como para la programación de los trabajos en relación con el entorno.



Subsuelo e instalaciones subterráneas.

No tiene repercusión en este proyecto.

Edificio proyectado.

Riesgo bajo en todos los componentes de la obra proyectada.

Presupuesto de seguridad y salud.

Debido a las características de la obra, se entiende incluido en las partidas de ejecución material de la globalidad de la obra.

Duración de la obra y número de trabajadores punta.

Riesgos normales para un calendario de obra normal y un número de trabajadores punta fácil de organizar.

Materiales previstos en la construcción, peligrosidad y toxicidad.

Todos los materiales componentes del edificio son conocidos y no suponen riesgo adicional tanto por su composición como por sus dimensiones. En cuanto a materiales auxiliares en la construcción, o productos, no se prevén otros que los conocidos y no tóxicos.

**1.3.- FASES DE LA OBRA.**

Dado que la previsión de realización de las obras previstas se hará por una pequeña constructora que asumirá la realización de todas las partidas de obra, y no habiendo fases específicas de obra en cuanto a los medios de S.T. a utilizar en la misma, se adopta para la ordenación de este estudio considerar la realización del mismo en un proceso de una sola fase a los efectos de relacionar los procedimientos constructivos, los riesgos, las medidas preventivas y las protecciones personales y colectivas, así como el montaje de vallas u otros elementos auxiliares.

**1.4.-CÁLCULO DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD.**

El cálculo de los medios de seguridad se realiza de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre y partiendo de las experiencias en obras similares. El cálculo de las protecciones personales parte de fórmulas generalmente admitidas como las de SEOPAN, y el cálculo de las protecciones colectivas resultan de la medición de las mismas sobre los planos del proyecto del edificio. Las partidas de seguridad y salud, de este estudio básico, están incluidas proporcionalmente en cada partida.

**1.5.-MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.**

1.-Medicina preventiva.

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que tratan la medicina del trabajo y la higiene industrial.

Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

2.-Primeros auxilios.

Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia situado en los vestuarios o lugar similar en obra, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

**1.6.-MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL E INSTALACIONES DEL PERSONAL.**

Las previsiones para estas instalaciones de higiene del personal son:

- Aseos preexistentes en la edificación.

Datos generales:

-Obreros punta: 4 Unidades

Dotación de medios para evacuación de residuos: Cubos de basura con previsión de bolsas plásticas reglamentarias.

### **1.7.-FORMACION SOBRE SEGURIDAD.**

El plan especificará el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad.

### **1.8.-FICHAS.**

#### **1 Actuaciones previas**

##### **1.1 Derribos**

##### **1.1.1 Derribo de fachadas y particiones**

##### **Seguridad y salud**

##### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Caídas desde altura.

Ruidos y vibraciones por utilización de martillos neumáticos.

Caída de objetos por desprendimiento, desplome o derrumbamiento.

Proyección de partículas en los ojos.

Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Inhalación de polvo.

##### **2. Planificación de la prevención**

---

##### **Organización del trabajo y medidas preventivas**

La realización de los trabajos cumplirá el Anejo 1.

De forma general y con carácter previo se tendrán en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 4.

La dirección facultativa deberá revisar con cuidado todas las partes del edificio a demoler para comprobar sus resistencias, estableciendo los apeos necesarios y el orden de la demolición.

La demolición de paredes y muros deberá efectuarse siempre tras la demolición de forjados y cubiertas.

En la demolición de fábricas por medios mecánicos, aquellas zonas que presenten peligro de hundimiento, serán señalizadas y clausuradas.

En la demolición por arrastre, se tomarán las precauciones necesarias, para evitar un posible "latigazo" por rotura del cable, colocándose un segundo cable de reserva, accesible, para continuar los trabajos de derribo, en caso de rotura del otro cable.

No se utilizarán grúas para efectuar el arrastre, por el riesgo que presentan de volcar.

Las zonas de caída de materiales estarán señalizadas.

Será prudente limitar, tanto la altura como la longitud de la fábrica a arrastrar.

En la demolición de fábricas por empuje, la cabina del conductor de la máquina, irá debidamente protegida contra la proyección o caída de materiales.

La distancia de la máquina a la fábrica a demoler por empuje, será igual o mayor que la altura de esta.

En el derribo de muros se adoptarán las siguientes medidas:

- Nunca se efectuará el derribo con el operario subido encima del muro.
- Se utilizarán plataformas de trabajo de solidez adecuada dotadas de barandillas o en su defecto utilización de cinturón de seguridad sujeto a un punto de anclaje seguro.
- Todos los escombros se retirarán paulatinamente para no sobrecargar la estructura.
- Sólo se derribarán a empuje o vuelco cuando se disponga de suficiente distancia de seguridad (mínimo vez y media la altura del muro).
- Nunca existirán operarios en la vertical de donde se efectúen los trabajos.
- Los martillos neumáticos solo se utilizarán en aquellos materiales que así lo permitan.
- En muros enterrados se demolerá primeramente el muro propiamente dicho y posteriormente los elementos estructurales.
- Si se realiza a tracción, se cuidará especialmente la sujeción del cable al muro situándose los operarios en lugar seguro o previamente protegido.

La tabiquería interior:

- Se derribará a nivel de cada planta.
- Si su demolición se efectúa previo corte, este se efectuará con rozas verticales y efectuando el vuelco por empuje que se hará por encima de su centro de gravedad.
- En caso de necesitar medios auxiliares se utilizarán andamios adecuados y nunca escaleras u otros elementos que no ofrezcan las debidas garantías de seguridad.
- Cuando exista riesgo de caída a distinto nivel o de altura se utilizará cinturón de seguridad anticaída amarrado a un punto de anclaje seguro.
- Para la evacuación de escombros se tendrán en cuenta las medidas especificadas en el Anejo 6.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes, gafas y mascarillas autofiltrantes.

Calzado de seguridad con plantilla y puntera.

Cinturones de seguridad anticaída (caso de que los medios de protección colectiva no sean suficientes), amarrados a puntos de anclaje seguros.

Auriculares o tapones de protección antirruído.

### **1.1.2 Levantado de instalaciones**

#### **Seguridad y salud**

##### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel por falta de limpieza y desescombros.

Caídas a distinto nivel y desde altura.

Caída de objetos por desprendimiento o en manutención manual.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Golpes y cortes por objetos y herramientas.

## 2. Planificación de la prevención

---

### Organización del trabajo y medidas preventivas

La realización de los trabajos cumplirá el Anejo 1.

De forma general y con carácter previo se tendrán en cuenta las medidas señaladas en el Anejo 4.

Antes de iniciar el desmontaje de instalaciones alimentadas por la energía eléctrica, se comprobará no solo que estén fuera de servicio sino que no llegue a ellas la energía eléctrica.

Extremar las condiciones de orden y limpieza a fin de evitar tropiezos y caídas.

Se dispondrá de iluminación adecuada de forma que los trabajos puedan realizarse con facilidad y sin riesgos.

El levantado de instalaciones (mobiliario de cocina, sanitarios, radiadores, etc.), se llevará a cabo por el número de operarios adecuado en función de su ubicación, dimensiones y peso. Se cumplirá lo enunciado en el Anejo 2.

El levantamiento de bajantes y canalones se realizará al mismo tiempo que los cerramientos que los soportan. En caso de un levantamiento independiente, este se efectuará mediante la utilización de las preceptivas medidas de protección colectiva, y únicamente cuando estos resulten insuficientes se simultanearán o sustituirán por los de protección individual.

### **Protecciones colectivas**

En caso de utilizar medios auxiliares (andamios, plataformas, etc.), éstos serán adecuados y dotados de los preceptivos elementos de seguridad y en concreto cumplirán lo enunciado en el Anejo 3. Nunca se utilizarán escaleras u otros elementos no seguros (bancos, bidones, etc.).

Proteger mediante barandillas (Anejo 5), todos los huecos en forjados y fachadas que ofrezcan riesgo de caída. En su defecto los operarios con riesgo de caída, utilizarán cinturones de seguridad anticaída amarrados a puntos de anclaje seguros.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Calzado de seguridad con puntera de protección.

Guantes contra riesgos mecánicos.

Cinturones de seguridad anticaída amarrados a puntos de anclaje seguros.

## **2 Fachadas y particiones**

### **2.1 Particiones**

#### **2.1.1 Particiones de piezas de arcilla cocida o de hormigón**

### **Seguridad y salud**

#### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.

Caídas a distinto nivel en la utilización de escaleras, plataformas o andamios.

Caídas de altura en trabajos en borde de forjado o próximos a huecos horizontales o verticales.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas, movimientos repetitivos y/o posturas forzadas.

Cortes por manejo de máquinas-herramientas manuales.

Golpes por objetos o herramientas manuales.

Contactos eléctricos por manejo de herramientas eléctricas.

Inhalación de polvo en las operaciones de corte de piezas de arcilla cocida.

Dermatitis o alergias por contacto con el cemento.

## 2. Planificación de la prevención

---

### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

El suministro a plantas de las piezas de arcilla cocida se realizará debidamente paletizado y flejado o en su defecto en recipientes que eviten su desplome o desprendimiento.

Su distribución en planta se efectuará por medios mecánicos (transpaletas, carretillas, etc.), que eviten posibles sobreesfuerzos a los trabajadores.

Todos los trabajos se planificarán y temporizarán de forma que no supongan para los operarios riesgo por movimientos repetitivos o posturas forzadas. A este respecto, se dispondrán de los medios adecuados para que los operarios siempre puedan trabajar posicionando los brazos a una altura inferior a la de sus hombros.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Las zonas de trabajo dispondrán de una iluminación mínima general (natural o artificial) de 100-150 lux.

Antes de la utilización de cualquier máquina herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad contra riesgos de cortes y atrapamientos instalados en perfectas condiciones. La utilización de dicha maquinaria herramienta se limitará a operarios debidamente cualificados y autorizados.

Las herramientas eléctricas portátiles deberán ser de doble aislamiento o protegidas contra contactos eléctricos indirectos constituido por sistema de toma de tierra y disyuntor diferencial.

Periódicamente se revisaran las mismas a fin de comprobar su protección contra contactos eléctricos indirectos.

Dichas máquinas en todos los casos dispondrán de los adecuados cables y clavijas de conexión. Nunca deberán efectuarse las conexiones directas sin clavija ni se anularán las protecciones.

En todos los casos se emplearán las herramientas manuales mas adecuadas a la operación a realizar, utilizándose éstas de forma adecuada. Para su uso los operarios deberán disponer de cajas, bolsas o cinturón portaherramientas.

El corte de piezas de arcilla cocida mediante máquinas o herramientas manuales eléctricas, se realizará por vía húmeda, o en su defecto los operarios utilizarán para realizar dichas operaciones de mascarillas provistas de filtros mecánicos, o mascarillas autofiltrantes.

Todas las operaciones con proyección de partículas deberán realizarse utilizando gafas de protección contra impactos.

Los operarios con alergia o especial sensibilidad al cemento por la realización de operaciones que precisen entrar en contacto con él, usarán guantes de goma apropiados.

### **Protecciones colectivas**

Todas las operaciones que precisen realizarse sobre el nivel del suelo, se efectuarán desde andamios tubulares o de borriquetas debidamente conformados y con todos sus elementos de seguridad instalados.

Sobre las plataformas de trabajo, en ningún caso se sobrecargarán de materiales u objetos a fin de no provocar a los operarios resbalones o tropiezos, no sobrepasando nunca sus limitaciones de carga.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Calzado de seguridad con puntera y plantilla.

Guantes de seguridad contra riesgos mecánicos o químicos.

Mascarilla con filtro mecánico o mascarilla antipolvo.

Ropa de trabajo.

## **2.1.2 Paneles prefabricados de yeso y escayola**

### **Seguridad y salud**

#### 1. Riesgos laborales

---

Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.

Caídas a distinto nivel en la utilización de escaleras de mano y/o plataformas de trabajo.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas pesadas y/o posturas forzadas.

Cortes por manejo de máquinas-herramientas manuales.

Golpes por objetos o herramientas manuales.

Contacto con la energía eléctrica por manejo de máquinas-herramientas manuales.

#### 2. Planificación de la prevención

---

##### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Las zonas de trabajo dispondrán de una iluminación mínima general (natural o artificial) de 100-150 lux.

Antes de la utilización de cualquier máquina herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad contra riesgos de cortes y atrapamientos instalados en perfectas condiciones. La utilización de dicha maquinaria herramienta se limitará a operarios debidamente cualificados y autorizados.

Las herramientas eléctricas portátiles cumplirán lo estipulado en el Anejo 10.

Periódicamente se revisarán las mismas a fin de comprobar su protección contra contactos eléctricos indirectos.

Dichas máquinas en todos los casos dispondrán de los adecuados cables y clavijas de conexión. Nunca deberán efectuarse las conexiones directas sin clavija ni se anularán las protecciones.

En todos los casos se emplearán las herramientas manuales más adecuadas a la operación a realizar, utilizándose éstas de forma adecuada. Para su uso los operarios deberán disponer de cajas, bolsas o cinturón portaherramientas.

Todas las operaciones con proyección de partículas, taladrado, corte, esmerilado, etc., deberán efectuarse utilizando gafas de protección ocular o pantallas de protección facial.

Todas las operaciones que precisen realizarse sobre el nivel del suelo se efectuarán desde escaleras manuales o plataformas de trabajo adecuadas en evitación de caídas.

### **Protecciones colectivas**

Todas las operaciones que precisen realizarse sobre el nivel del suelo, se efectuarán desde andamios tubulares o de borriquetas debidamente conformados y con todos sus elementos de seguridad instalados.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Calzado de seguridad con puntera y plantilla.

Guantes de seguridad contra riesgos mecánicos.

Ropa de trabajo.

## **3 Instalaciones**

### **3.1 Acondicionamiento de recintos- Confort**

#### **3.1.1 Aire acondicionado**

### **Seguridad y salud**

#### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel por suelo sucio, resbaladizo o con objetos que dificultan el paso.

Caídas a distinto nivel o de altura (escaleras, tejados, andamios, aberturas en pisos y paredes, etc.).

Cortes por manejo de herramientas, chapas metálicas o fibra de vidrio.

Pisadas sobre objetos y pinchazos.

Atrapamiento entre piezas pesadas.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Quemaduras.

Dermatitis por contacto con fibras.

Los inherentes a trabajos de soldadura (Radiaciones, contacto con objetos muy calientes, proyección de partículas, inhalación de sustancias peligrosas, etc.).

## 2. Planificación de la prevención

---

### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Se habilitarán zonas adecuadas para la recepción y almacenamiento de todos los elementos de la instalación. Su almacenamiento se realizará de forma estable.

Todos los elementos se izarán a planta perfectamente eslingados, utilizando los equipos de elevación y medios auxiliares precisos para su transporte seguro, depositándose en lugares de resistencia adecuada y previamente habilitados para ello. Su reparto en planta o su ubicación definitiva se realizará preferentemente con medios mecánicos. En caso de tener que realizarse manualmente se establecerá el procedimiento más adecuado, los medios auxiliares a utilizar y número de operarios necesarios para que dichas operaciones no supongan riesgos de caída o atrapamiento de o por la pieza o la necesidad de que los operarios realicen sobreesfuerzos o tengan que adoptar posturas forzadas.

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán poseer marcado CE o adaptados a la normativa referente a “Equipos de Trabajo” (R.D. 1215/97) y utilizarlas según dicha norma, únicamente para la finalidad indicada por el fabricante y según sus instrucciones de uso, revisión y almacenamiento.

Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, preferentemente estarán dotadas de doble aislamiento, o estarán alimentadas por tensiones igual o inferior a 24 voltios, mediante transformadores de seguridad. En caso contrario estarán conexas a la red general de tierra y protegidas mediante interruptores diferenciales.

Deberán eliminarse suciedades por las que puedan resbalar y obstáculos contra los que se pueda tropezar. Asimismo todas las zonas de trabajo deberán estar suficientemente iluminadas debiendo existir un nivel mínimo de 100-150 lux. La iluminación portátil se efectuará preferentemente mediante receptores alimentados a 24 voltios.

Todas las zonas de trabajo dispondrán de adecuada protección contra caídas de altura, adoptándose las medidas siguientes:

- No se efectuará la instalación de equipo alguno sobre cubiertas hasta que ésta disponga del peto o protección definitiva contra el riesgo de caída de altura.
- Instalar protecciones en los bordes de las superficies elevadas, escaleras, huecos de luz y aperturas en la pared.
- Poner barreras en zonas próximas a lugares elevados donde no se realicen trabajos.
- En caso de uso de escaleras manuales se extremarán las medidas de utilización tales como: asegurarlas contra hundimientos y deslizamientos; prestar atención al ángulo de colocación; abrir completamente la escalera de tijera; no enganchar la extensión de la escalera en el peldaño más alto, etc.
- Todas las plataformas de trabajo y andamio se montarán correctamente dotándose de barandillas y plintos.
- Utilizar protección individual contra caída si fuese necesario.
- Anclar el equipo de parada de caída (cuerdas, cinturones, etc.), en la forma adecuada y a un punto de anclaje seguro.
- No posicionarse ni circular por tejados o superficies no resistentes.
- Los conductos de chapa se cortarán y montarán en lugares previamente determinados para ello. El manejo de chapas metálicas se realizará preferentemente por dos operarios y siempre utilizando guantes de cuero de protección contra riesgos mecánicos. El corte



- de chapas mediante cizalla se realizará estando éstas bien apoyadas y sujetas al banco de trabajo.
- Los recortes sobrantes de los conductos se irán retirando al vertedero al efecto conforme se produzcan.
  - Los operarios extremarán las medidas de utilización de las herramientas para la conformación de los conductos (cuchillas, cortadoras, grapadoras, remachadoras, etc.). Estas nunca deberán dejarse en el suelo o sobre elementos no apropiados.
  - Se tomarán las precauciones adecuadas para evitar los riesgos derivados de las operaciones de soldadura especialmente los correspondientes a contactos eléctricos, incendio o explosión, exposición a radiaciones no ionizantes, quemaduras, proyección de partículas e inhalación de sustancias peligrosas.
  - Para la manipulación de sustancias y productos peligrosos (decapantes, disolventes, adhesivos. Fibras artificiales, etc.), se tomarán precauciones tales como:
    - Exigir del fabricante la “Ficha de datos de Seguridad” del producto.
    - Seguir las instrucciones de uso indicadas en la ficha de seguridad.
    - Si se usan en espacios cerrados, prever ventilación y/o extracción.
    - Utilizar protección respiratoria, guantes y/o ropa de trabajo según las instrucciones.
    - Exigir etiquetado adecuado a los productos.

Antes de la puesta en marcha de la instalación:

- Se instalarán las protecciones de las partes móviles.
- Se eliminarán todas las herramientas que se hayan utilizado, especialmente sobre máquinas y elementos móviles.
- Se notificará al personal las pruebas en carga.
- Durante las pruebas de funcionamiento, en caso de tener que realizar operaciones de ajuste o mantenimiento, éstas se realizarán cortando el suministro eléctrico, enclavando dicho corte y en su defecto señalizándolo adecuadamente para que ningún operario pueda conectar inadvertidamente la instalación con el consiguiente riesgo para los operarios que están realizando las pruebas.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de cuero.

Calzado de seguridad.

Cinturón de protección contra caída.

Ropa de trabajo.

Mascarilla autofiltrante.

Equipo de soldador (Gafas y pantalla, manoplas, mandil y polainas).

### **3.1.2 Calefacción**

#### **Seguridad y salud**

##### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel por suelo sucio, resbaladizo o con objetos que dificultan el paso.

Caídas a distinto nivel y de altura (escaleras, tejados, andamios, aberturas en pisos o paredes, etc.

Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Pisadas sobre objetos y pinchazos.

Atrapamiento entre piezas pesadas.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Quemaduras.

Los inherentes a trabajos de soldadura (Radiaciones, contacto con objetos calientes, proyección de partículas, inhalación de sustancias peligrosas, etc.).

## 2. Planificación de la prevención

---

### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Se habilitarán zonas adecuadas para la recepción y almacenamiento de todos los elementos de la instalación (Quemadores, calderas, paneles, radiadores, aerotermo, tuberías, accesorios, etc.). Su almacenamiento se realizará de forma estable.

Todos los elementos se izarán a planta perfectamente eslingados, utilizando los equipos de elevación y medios auxiliares precisos para su transporte seguro, depositándose en lugares de resistencia adecuada y previamente habilitados para ello. Su reparto en planta o su ubicación definitiva se realizará preferentemente con medios mecánicos. En caso de tener que realizarse manualmente se establecerá el procedimiento más adecuado, los medios auxiliares a utilizar y número de operarios necesarios para que dichas operaciones no supongan riesgos de caída o atrapamiento de o por la pieza o la necesidad de que los operarios realicen sobreesfuerzos o tengan que adoptar posturas forzadas.

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán poseer marcado CE o adaptados a la normativa referente a “Equipos de Trabajo” (R.D. 1215/97) y utilizarlas según dicha norma, únicamente para la finalidad indicada por el fabricante y según sus instrucciones de uso, revisión y almacenamiento.

Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, preferentemente estarán dotadas de doble aislamiento, o estarán alimentadas por tensiones igual o inferior a 24 voltios, mediante transformadores de seguridad. En caso contrario estarán conexas a la red general de tierra y protegidas mediante interruptores diferenciales.

Deberán eliminarse suciedades por las que puedan resbalar y obstáculos contra los que se pueda tropezar. Asimismo todas las zonas de trabajo deberán estar suficientemente iluminadas debiendo existir un nivel mínimo de 100-150 lux. La iluminación portátil se efectuará preferentemente mediante receptores alimentados a 24 voltios.

Los conductos de chapa se cortarán y montarán en lugares previamente determinados para ello. El manejo de chapas metálicas se realizará preferentemente por dos operarios y siempre utilizando guantes de cuero de protección contra riesgos mecánicos. El corte de chapas mediante cizalla se realizará estando éstas bien apoyadas y sujetas al banco de trabajo.

Los recortes sobrantes de los conductos se irán retirando al vertedero al efecto conforme se produzcan.

Los operarios extremarán las medidas de utilización de las herramientas para la conformación de los conductos (cuchillas, cortadoras, grapadoras, remachadoras, etc.). Estas nunca deberán dejarse en el suelo o sobre elementos no apropiados.

Se tomarán las precauciones adecuadas para evitar los riesgos derivados de las operaciones de soldadura especialmente los correspondientes a contactos eléctricos, incendio o explosión, exposición a radiaciones no ionizantes, quemaduras, proyección de partículas e inhalación de sustancias peligrosas.

Los bancos de trabajo se mantendrán en buenas condiciones de uso. Los recortes sobrantes se irán retirando a vertedero conforme se vayan produciendo.

No se soldará con plomo en lugares cerrados. En cualquier caso estas operaciones se efectuarán estableciendo la ventilación y captación adecuadas.

Nunca se utilizará acetileno para soldar cobre o elementos que lo contengan, para evitar la generación de productos peligrosos como lo es el acetiluro de cobre.

Para la manipulación de sustancias y productos peligrosos (decapantes, disolventes, adhesivos, etc.), se tomarán precauciones tales como:

- Exigir del fabricante la “Ficha de datos de Seguridad” del producto.
- Seguir las instrucciones de uso indicadas en la ficha de seguridad.
- Si se usan en espacios cerrados, prever ventilación y/o extracción.
- Utilizar protección respiratoria, guantes y/o ropa de trabajo según las instrucciones.
- Exigir etiquetado adecuado a los productos.
- Antes de la puesta en marcha de la instalación:
  - Se instalarán las protecciones de las partes móviles.
  - Se eliminarán todas las herramientas que se hayan utilizado, especialmente sobre máquinas y elementos móviles.
  - Se notificará al personal las pruebas en carga.
- Durante las pruebas de funcionamiento, en caso de tener que realizar operaciones de ajuste o mantenimiento, éstas se realizarán cortando el suministro eléctrico, enclavando dicho corte y en su defecto señalizándolo adecuadamente para que ningún operario pueda conectar inadvertidamente la instalación con el consiguiente riesgo para los operarios que están realizando las pruebas.

### **Protecciones colectivas**

Todas las zonas de trabajo dispondrán de adecuada protección contra caídas de altura, adoptándose las medidas siguientes:

- No se efectuará la instalación de equipo alguno sobre cubiertas hasta que ésta disponga del peto o protección definitiva contra el riesgo de caída de altura.
- Instalar protecciones en los bordes de las superficies elevadas, escaleras, huecos de luz y aperturas en la pared.
- Poner barreras en zonas próximas a lugares elevados donde no se realicen trabajos.
- En caso de uso de escaleras manuales se extremarán las medidas de utilización tales como: asegurarlas contra hundimientos y deslizamientos; prestar atención al ángulo de colocación; abrir completamente la escalera de tijera; no enganchar la extensión de la escalera en el peldaño más alto, etc.
- Todas las plataformas de trabajo y andamio se montarán correctamente dotándose de barandillas y plintos.
- Utilizar protección individual contra caída si fuese necesario.
- Anclar el equipo de parada de caída (cuerdas, cinturones, etc.), en la forma adecuada y a un punto de anclaje seguro.
- No posicionarse ni circular por tejados o superficies no resistentes.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de cuero.

Calzado de seguridad.

Cinturón de protección contra caída.

Ropa de trabajo.

Equipo de soldador (Gafas y pantalla, manoplas, mandil y polainas).

### **3.1.3 Instalación de ventilación**

#### **Seguridad y salud**

##### 1. Riesgos laborales

---

Caídas al mismo nivel por suelo sucio, resbaladizo o con objetos que dificultan el paso.

Caídas a distinto nivel y de altura (escaleras, tejados, andamios, aberturas en pisos o paredes, etc.

Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Pisadas sobre objetos y pinchazos.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Los inherentes a trabajos de soldadura (radiaciones, contacto con objetos calientes, proyección de partículas, inhalación de sustancias peligrosas, etc.).

##### 2. Planificación de la prevención

---

#### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Todos los elementos se izarán a planta perfectamente eslingados, utilizando los equipos de elevación y medios auxiliares precisos para su transporte seguro, depositándose en lugares de resistencia adecuada y previamente habilitados para ello. Su reparto en planta o su ubicación definitiva se realizará preferentemente con medios mecánicos. En caso de tener que realizarse manualmente se establecerá el procedimiento más adecuado, los medios auxiliares a utilizar y número de operarios necesarios para que dichas operaciones no supongan riesgos de caída o atrapamiento de o por la pieza o la necesidad de que los operarios realicen sobreesfuerzos o tengan que adoptar posturas forzadas.

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán poseer marcado CE o adaptados a la normativa referente a “Equipos de Trabajo” (R.D. 1215/97) y utilizarlas según dicha norma, únicamente para la finalidad indicada por el fabricante y según sus instrucciones de uso, revisión y almacenamiento.

Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, preferentemente estarán dotadas de doble aislamiento, o estarán alimentadas por tensiones igual o inferior a 24 voltios, mediante transformadores de seguridad. En caso contrario estarán conexionadas a la red general de tierra y protegidas mediante interruptores diferenciales.

Deberán eliminarse suciedades por las que puedan resbalar y obstáculos contra los que se pueda tropezar. Asimismo todas las zonas de trabajo deberán estar suficientemente iluminadas debiendo existir un nivel mínimo de 100-150 lux. La iluminación portátil se efectuará preferentemente mediante receptores alimentados a 24 voltios.

## Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla

Luis Julio Martínez Barthe

Los conductos de chapa se cortarán y montarán en lugares previamente determinados para ello. El manejo de chapas metálicas se realizará preferentemente por dos operarios y siempre utilizando guantes de cuero de protección contra riesgos mecánicos. El corte de chapas mediante cizalla se realizará estando éstas bien apoyadas y sujetas al banco de trabajo.

Los recortes sobrantes de los conductos se irán retirando al vertedero al efecto conforme se produzcan.

Los operarios extremarán las medidas de utilización de las herramientas para la conformación de los conductos (cuchillas, cortadoras, grapadoras, remachadoras, etc.). Estas nunca deberán dejarse en el suelo o sobre elementos no apropiados.

Se tomarán las precauciones adecuadas para evitar los riesgos derivados de las operaciones de soldadura especialmente los correspondientes a contactos eléctricos, incendio o explosión, exposición a radiaciones no ionizantes, quemaduras, proyección de partículas e inhalación de sustancias peligrosas.

Los bancos de trabajo se mantendrán en buenas condiciones de uso. Los recortes sobrantes se irán retirando a vertedero conforme se vayan produciendo.

No se soldará con plomo en lugares cerrados. En cualquier caso estas operaciones se efectuarán estableciendo la ventilación y captación adecuadas.

Nunca se utilizará acetileno para soldar cobre o elementos que lo contengan, para evitar la generación de productos peligrosos como lo es el acetiluro de cobre.

Para la manipulación de sustancias y productos peligrosos (decapantes, disolventes, adhesivos, etc.), se tomarán precauciones tales como:

- Exigir del fabricante la “Ficha de datos de Seguridad” del producto.
- Seguir las instrucciones de uso indicadas en la ficha de seguridad.
- Si se usan en espacios cerrados, prever ventilación y/o extracción.
- Utilizar protección respiratoria, guantes y/o ropa de trabajo según las instrucciones.
- Exigir etiquetado adecuado a los productos.

Antes de la puesta en marcha de la instalación:

- Se instalarán las protecciones de las partes móviles.
- Se eliminarán todas las herramientas que se hayan utilizado, especialmente sobre máquinas y elementos móviles.
- Se notificará al personal las pruebas en carga.
- Durante las pruebas de funcionamiento, en caso de tener que realizar operaciones de ajuste o mantenimiento, éstas se realizarán cortando el suministro eléctrico, enclavando dicho corte y en su defecto señalizándolo adecuadamente para que ningún operario pueda conectar inadvertidamente la instalación con el consiguiente riesgo para los operarios que están realizando las pruebas.

### **Protecciones colectivas**

Todas las zonas de trabajo dispondrán de adecuada protección contra caídas de altura, adoptándose las medidas siguientes:

- No se efectuará la instalación de equipo alguno sobre cubiertas hasta que ésta disponga del peto o protección definitiva contra el riesgo de caída de altura.
- Instalar protecciones en los bordes de las superficies elevadas, escaleras, huecos de luz y aperturas en la pared.
- Poner barreras en zonas próximas a lugares elevados donde no se realicen trabajos.
- En caso de uso de escaleras manuales se extremarán las medidas de utilización tales como: asegurarlas contra hundimientos y deslizamientos; prestar atención al ángulo de

- colocación; abrir completamente la escalera de tijera; no enganchar la extensión de la escalera en el peldaño más alto, etc.
- Todas las plataformas de trabajo y andamio se montarán correctamente dotándose de barandillas y plintos.
  - Utilizar protección individual contra caída si fuese necesario.
  - Anclar el equipo de parada de caída (cuerdas, cinturones, etc.), en la forma adecuada y a un punto de anclaje seguro.
  - No posicionarse ni circular por tejados o superficies no resistentes.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de cuero.

Calzado de seguridad.

Cinturón de protección contra caída.

Ropa de trabajo.

Equipo de soldador (Gafas y pantalla, manoplas, mandil y polainas).

## **3.2 Instalación de electricidad: baja tensión y puesta a tierra**

### **Seguridad y salud**

#### **1. Riesgos laborales**

---

Cortes y golpes producidos por maquinaria.

Golpes y tropiezos contra objetos por falta de iluminación.

Caídas al mismo nivel por suelos sucios, resbaladizos o con deformaciones.

Caídas a distinto nivel o de altura por uso de escaleras, andamios o existencia de aberturas en suelos o paredes.

Contactos eléctricos directos o indirectos, por carencia o inadecuabilidad de equipos o herramientas, o por uso de métodos de trabajo inadecuados.

Ruido y proyección de partículas en ojos, por uso de taladros, picadoras o rozadoras.

Cortes y golpes por el manejo de herramientas, guías y elementos de instalación.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Electrocución durante la realización de trabajos de puesta en servicio y conexionado.

Golpes en manos y pies en el hincado de la piqueta.

Riesgos específicos derivados de la ejecución de la arqueta de conexión en el caso de construcción de la misma.

Cortes en las manos por no utilización de guantes en el manejo de cables.

#### **2. Planificación de la prevención**

---

##### **Organización del trabajo y medidas preventivas**

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

## Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla Luis Julio Martínez Barthe

Se dispondrá de los esquemas o planos necesarios que permita trazar en obra y desde el cuadro general, la distribución de circuitos y líneas, ubicación de cajas de empalmes y derivación, mecanismos, puntos de luz, etc.

Antes de comenzar un trabajo deberá informarse a los trabajadores de las características y problemática de la instalación.

Todos los operarios poseerán la cualificación adecuada y estarán instruidos en los métodos y procesos de trabajo más adecuados. Dicha medida se extremará en trabajos en tensión o en proximidad a elementos con tensión.

En caso que las operaciones de montaje de la instalación eléctrica y las operaciones de ayuda de albañilería (sujeción de tubos, cerramiento de rozas, cuadros, mecanismos, etc.), no sean realizadas por la misma empresa, deberá existir una total coordinación entre ella y el resto de empresas intervinientes en la construcción, para un total control entre ellas de los riesgos y medidas preventivas.

En la apertura y cierre de rozas y tendido de líneas, se extremará el orden y la limpieza de la obra para evitar golpes y tropiezos.

Todas las operaciones se efectuarán con una adecuada iluminación de los tajos, la cual nunca será inferior a 100-150 lux. La iluminación portátil se efectuará preferentemente mediante receptores alimentados a 24 voltios.

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán poseer el marcado CE o adaptados a la normativa referente a “Equipos de Trabajo” (R.D. 1215/97) y utilizarlos según dicha norma, únicamente para la finalidad indicada por el fabricante y según sus instrucciones de uso, revisión y almacenamiento.

Deberán eliminarse suciedades con las que se puede resbalar y obstáculos contra los que se puede tropezar. Todas las zonas de trabajo dispondrán de adecuada protección contra caídas de altura adoptándose las medidas siguientes:

- Todas las plataformas y lugares de trabajo que lo precisen se dotarán de barandillas y plintos.
- En caso de utilizar escaleras manuales se extremarán las medidas tendentes a garantizar su apoyo y estabilidad.
- Si los equipos de protección colectiva no resultasen suficientes, se utilizarán equipos de protección individual amarrados a puntos de anclaje seguros.
- Todos los trabajos se realizarán sin tensión en la instalación. Para trabajos en tensión se tomarán las precauciones para evitar contactos eléctricos directos tales como: apantallamiento y aislamiento; limitación de distancia y campo de acción; restricción de acceso; señalización; utilización de herramientas y prendas de protección aislantes.

Para la utilización de taladros, picadoras, y rozadoras, los operarios deberán:

- Utilizar protectores de los oídos (tapones de protección en orejeras).
- Gafas de protección contra impactos.
- Mascarilla autofiltrante para las operaciones de producción de polvo.

El conexionado y puesta en servicio de la instalación, se efectuará tras la total finalización de la instalación, midiendo los cuadros generales y secundarios, protecciones, mecanismos, y en su caso luminarias. Las pruebas de funcionamiento se efectuarán con los equipos adecuados, y en caso de tener que efectuar algún tipo de reparación, conexionado o cualquier otra operación en carga, se efectuará tras la desconexión total de la alimentación eléctrica y verificación en la zona de actuación de la ausencia de tensión mediante comprobador de tensión. Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, preferentemente estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad, o estarán alimentadas a tensiones igual o inferior a 24 voltios, mediante transformadores de seguridad, y en caso contrario estarán conexas a la red general de tierra y protegidas mediante interruptores diferenciales.

Previamente a la apertura de la zanja para enterramiento del conductor de puesta a tierra, se verificará la ausencia en dicho trazado de otras posibles líneas o conducciones que puedan interferir en la apertura

de la misma.

En la apertura de zanjas y líneas empotradas, se extremará el orden y la limpieza de la obra para evitar golpes y tropiezos.

#### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de cuero contra riesgos mecánicos.

Calzado de seguridad.

Cinturones de protección contra caídas.

Gafas de protección.

Auriculares o tapones antirruído.

Mascarilla autofiltrante.

Guantes y herramientas aislantes de la electricidad.

### **3.3 Instalación de fontanería y aparatos sanitarios**

#### **3.3 Fontanería**

##### **Seguridad y salud**

#### 1. Riesgos laborales

Caídas al mismo nivel.

Cortes y golpes en las manos por objetos y herramientas.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Caídas a distinto nivel.

Atrapamiento entre piezas pesadas.

Quemaduras por contacto y proyección de partículas, en la manipulación y trabajos de soldadura de los tubos.

Intoxicaciones tanto por la manipulación de plomo como de pinturas de minio.

#### 2. Planificación de la prevención

##### **Organización del trabajo y medidas preventivas**

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

En operaciones de soldadura se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 13.

En operaciones de imprimación y pintura se tendrá en cuenta el Anejo 14.

De carácter general para cualquier instalación de fontanería:

- Se dispondrá en obra de los medios adecuados de bombeo, para evitar que haya agua en zanjas y excavaciones.
- Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la excavación, se determinará su trazado solicitando, si es necesario, su corte y el desvío más conveniente.



- Al comenzar la jornada se revisarán las entibaciones y se comprobará la ausencia de gases y vapores. Si existiesen, se ventilará la zanja antes de comenzar el trabajo.
- En todos los casos, se iluminarán los tajos y se señalarán convenientemente. El local o locales donde se almacene cualquier tipo de combustible estará aislado del resto, equipado de extintor de incendios adecuado, señalizando claramente la prohibición de fumar y el peligro de incendio.
- Serán comprobados diariamente los andamios empleados en la ejecución de las distintas obras que se realicen.
- Se protegerán con tableros de seguridad los huecos existentes en obra.
- Zonas de trabajo limpias y ordenadas, así como bien iluminadas y ventiladas.
- En evitación de caídas al mismo y distinto nivel, que pueden producirse en el montaje de montantes y tuberías de distribución situadas a una cierta altura se instalarán las protecciones y medios apropiados, tales como andamios, barandillas, redes, etc.
- Los aparatos eléctricos utilizados, dispondrán de toma de tierra o de doble aislamiento.

De carácter específico en el Abastecimiento:

- Cuando se efectúen voladuras para la excavación, se tomarán las precauciones necesarias, para evitar accidentes y riesgos de daños.
- El material procedente de una excavación se apilará alejado 1 m del borde.
- En el borde libre se dispondrá una valla de protección a todo lo largo de la excavación.
- Se dispondrán pasarelas de 60 cm de ancho, protegidas con barandillas cuando exista una altura igual o superior a 2 m. La separación máxima entre pasarelas será de 50 m. Cuando se atraviesen vías de tráfico rodado, la zanja se realizará en dos mitades, terminando totalmente una mitad, antes de iniciar la excavación de la otra.
- Durante la instalación de tuberías en zanjas, se protegerán estas con un entablado, si es zona de paso de personal, que soporte la posible caída de materiales, herramientas, etc. Si no fuera zona de paso obligado se acotará. Las obras estarán perfectamente señalizadas, tanto de día como de noche, con indicaciones perfectamente visibles para la personas y luminosas para el tráfico rodado.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de cuero o goma.

Botas de seguridad.

En caso de soldadura, las prendas de protección propias.

Deberán utilizarse mascarillas con filtro, contra intoxicaciones por plomo y/o pinturas de minio.

## **3.4 Instalación de gas y combustibles líquidos**

### **3.4.1 Gas natural**

#### **Seguridad y salud**

##### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.

Caídas a distinto nivel y de altura en la instalación de canalizaciones vistas.

Cortes y golpes en las manos por objetos y herramientas.

Intoxicaciones tanto por la manipulación de plomo como de pinturas de minio.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

## 2. Planificación de la prevención

---

### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Se dispondrá en obra de los medios adecuados de bombeo, para evitar que haya agua en zanjas y excavaciones.

Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la excavación, se determinará su trazado solicitando, si es necesario, su corte y el desvío más conveniente.

Al comenzar la jornada se revisarán las entubaciones y se comprobará la ausencia de gases y vapores. Si existiesen, se ventilará la zanja antes de comenzar el trabajo.

En todos los casos, se iluminarán los tajos y se señalarán convenientemente. El local o locales donde se almacene cualquier tipo de combustible estará aislado del resto, equipado de extintor de incendios adecuado, señalizando claramente la prohibición de fumar y el peligro de incendio.

Serán comprobados diariamente los andamios empleados en la ejecución de las distintas obras que se realicen.

Arqueta de acometida y zanjas:

Para la protección a lo largo de la zanja, se seguirán las condiciones de las normas de seguridad de zanjas y pozos.

Contadores:

Recintos: la superficie de entrada así como la de salida del aire (S) en  $\text{cm}^2$  será igual a 10 veces la superficie (A) del recinto en  $\text{m}^2$  y como mínimo de  $200 \text{ cm}^2$ .

La puerta de acceso del recinto deberá abrirse hacia fuera; si se está en el interior sin necesidad de llave, la parte externa tendrá un letrero con la inscripción: "Gas", "Prohibido fumar en el local o entrar con una llama".

La instalación eléctrica se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, MIBT-026 para la clase 1 división 2 y tendrá los cables envainados en tubo de acero, cajas e iluminaciones estancas, y se situará el interruptor en el exterior.

Conductos:

Los conductos verticales que encierren canalizaciones cumplirán:

- Para la ventilación de los conductos deberá existir una entrada de aire en su parte inferior, con una sección libre mínima de  $100 \text{ cm}^2$ .
- Al pasar por cada forjado de piso deberá ponerse una sección mínima de ventilación de  $100 \text{ cm}^2$ .
- En la parte superior del conducto vertical deberá ponerse una salida directa al exterior, de sección libre mínima de  $150 \text{ cm}^2$  que estará protegida de la entrada de agua de lluvia o cuerpos extraños.

Locales destinados a contener aparatos de gas:

Las entradas de aire destinadas para la combustión serán en todos los casos obligatoriamente directas y cumplirán:

- Sección ( $\text{cm}^2$ )=  $5 \times$  (gasto calorífico total instalado de los aparatos no conectados, expresado en termias/hora) (en ningún caso esta sección será inferior a  $70 \text{ cm}^2$ ).

- En locales destinados a usos colectivos y comerciales donde se instalen aparatos no conectados a conductos de evacuación el volumen bruto del recinto será:  $\text{volumen (m}^3\text{)} = \text{Gasto calorífico total instalado en local expresado en termias/hora. (En ningún caso este volumen será inferior a 8 m}^3\text{)}$ .

La evacuación de los productos de la combustión de aparatos de cocción y/o preparación de alimentos y bebida, de gasto calorífico total superior a 30 kw (25.800 kcal/h), deberá realizarse mediante un conducto de sección adecuada que tenga su inicio en una campana colocada sobre los quemadores del aparato que desemboque al exterior mediante conducto individual o chimenea colectiva.

El material procedente de una excavación se apilará alejado 1 m del borde. En el borde libre se dispondrá una valla de protección a todo lo largo de la excavación.

Se dispondrán pasarelas de 60 cm de ancho, protegidas con barandillas cuando exista una altura igual o superior a 2 m. La separación máxima entre pasarelas será de 50 m. Cuando se atraviesen vías de tráfico rodado, la zanja se realizará en dos mitades, terminando totalmente una mitad, antes de iniciar la excavación de la otra.

Durante la instalación de tuberías en zanjas, se protegerán estas con un entablado, si es zona de paso de personal, que soporte la posible caída de materiales, herramientas, etc. Si no fuera zona de paso obligado se acotará. Las obras estarán perfectamente señalizadas, tanto de día como de noche, con indicaciones perfectamente visibles para la personas y luminosas para el tráfico rodado.

En evitación de caídas al mismo y distinto nivel, que pueden producirse en el montaje de montantes y tuberías de distribución situadas a una cierta altura se instalarán las protecciones y medios apropiados, tales como andamios, barandillas, redes, etc.

#### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de cuero o goma.

Botas de seguridad.

Cinturón de seguridad con arnés anticaída en caso necesario.

En caso de soldadura, las prendas de protección propias.

### **3.4 Instalación de alumbrado**

#### **3.4.1 Alumbrado de emergencia**

#### **Seguridad y salud**

##### 1. Riesgos laborales

---

Caídas a distinto nivel por utilización de escaleras de mano y/o plataformas de trabajo sin la debida protección.

Contactos eléctricos directos e indirectos por efectuar trabajos con tensión o por falta de aislamiento en las herramientas.

Golpes en las manos por el uso de herramientas de mano.

##### 2. Planificación de la prevención

---

#### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Utilizar escaleras manuales estables, bien por su imposibilidad a abrirse en el caso de tijera, o a

deslizarse por falta de tacos de goma en sus patas.

Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia con un comprobador de tensión.

Las herramientas eléctricas estarán debidamente aisladas y/o alimentadas con tensión inferior a 24 voltios.

En caso de utilizar andamios o plataformas de trabajo en altura, se tendrán en cuenta el Anejo 3.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Calzado aislante de la electricidad.

Guantes de cuero.

Cinturón anticaída en aquellos trabajos que se requiera trabajar en altura y los medios de protección colectivos sean insuficientes en lo que a protección se refiere.

### **3.4.2 Instalación de iluminación**

#### **Seguridad y salud**

##### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas a distinto nivel por utilización de escaleras de mano y/o plataformas de trabajo sin la debida protección.

Contactos eléctricos directos e indirectos por efectuar trabajos con tensión o por falta de aislamiento en las herramientas.

Golpes en las manos por el uso de herramientas de mano.

##### **2. Planificación de la prevención**

---

#### **Organización del trabajo y medidas preventivas**

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Utilizar escaleras manuales estables, bien por su imposibilidad a abrirse en el caso de tijera, o a deslizarse por falta de tacos de goma en sus patas.

Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia con un comprobador de tensión.

Las herramientas eléctricas estarán debidamente aisladas y/o alimentadas con tensión inferior a 24 voltios.

En caso de utilizar andamios o plataformas de trabajo en altura, se tendrán en cuenta las medidas de prevención y protección para evitar la posible caída de algún operario (Anejo 3).

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Calzado aislante de la electricidad.

Guantes de cuero.

Cinturón anticaída en aquellos trabajos que se requiera trabajar en altura y los medios de protección colectivos sean insuficientes en lo que a protección se refiere.

### **3.5 Instalación de protección**

#### **3.5.1 Instalación de protección contra incendios**

##### **Seguridad y salud**

###### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo y distinto nivel por falta de orden y limpieza y uso incorrecto de escaleras manuales o plataformas de trabajo.

Golpes y cortes por la incorrecta utilización de las herramientas manuales, mal estado de conservación y métodos de trabajo inadecuados.

Las operaciones de serrado de tubos y roscado con la terraja, comportan habitualmente el manejo de la tubería en bancos, con herramienta manual y recubrimiento antioxidante (minio) y de estopa.

En las fases de montaje definitivo de las tuberías, los riesgos vienen dados por posturas difíciles y por la utilización de andamios en altura.

###### **2. Planificación de la prevención**

---

##### **Organización del trabajo y medidas preventivas**

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, estarán dotados de grado de aislamiento II o estar alimentados a tensión inferior a 24 voltios, mediante transformador de seguridad.

Durante la fase de ejecución de la instalación, los trabajos se efectuarán sin tensión alguna en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión.

En caso de utilización de andamios para trabajos en altura, se tendrán en cuenta las medidas preventivas y de protección señaladas en el Anejo 3.

##### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes aislantes de la electricidad.

Calzado de seguridad.

Ropa de trabajo.

### **3.6 Instalación de evacuación de residuos**

#### **3.6.1 Residuos líquidos**

##### **Seguridad y salud**

###### **1. Riesgos laborales**

---

Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.

Caídas a distinto nivel.

Golpes y cortes en manos y pies por el uso de herramientas manuales.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas pesadas y/o posturas forzadas.

Dermatitis por contacto con el cemento.

Infecciones por trabajos en proximidad con albañales o alcantarillas en servicio.

## 2. Planificación de la prevención

---

### Organización del trabajo y medidas preventivas

La iluminación portátil será de material antideflagrante.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Se dispondrá en obra de los medios adecuados de bombeo, para achicar rápidamente, cualquier inundación que pueda producirse.

Cuando en la zona a excavar se prevea la existencia de canalizaciones en servicio, se determinará su trazado y se solicitará, si fuera necesario, el corte del fluido o el desvío, paralizándose los trabajos hasta que se haya adoptado una de las dos alternativas, o por la dirección facultativa se ordenen las condiciones para reanudar los trabajos.

Al comenzar la jornada se revisarán las entibaciones y se comprobará la ausencia de gases y vapores. Si existiesen, se ventilará la zanja antes de comenzar el trabajo. En todos los casos, se iluminarán los tajos y se señalizarán convenientemente.

Se prohíbe expresamente utilizar fuego (papeles encendidos) para la detección de gases. Se vigilará la existencia de gases nocivos. En caso de detección se ordenará el desalojo inmediato.

### Protecciones colectivas

Siempre que se prevea el paso de personas o vehículos ajenos a la obra, disponiéndose a todo lo largo de la zanja, en el borde contrario al que se acopian los productos de la excavación, o a ambos lados si se retiran, vallas que se iluminarán cada 10 m con luz roja.

Igualmente se colocarán sobre las zanjas pasos a distancia no superior a 50 m.

En la apertura de zanjas, las tierras sobrantes se acoplarán a un distancia mínima de 60 cm del borde de la zanja, dejándose un paso libre de 60 cm, en el otro extremo, protegido con doble barandilla de 90 cm de altura.

Los pasos de pozos se taparán o protegerán con doble barandilla de 90 cm de altura.

Se protegerán con tableros de seguridad los huecos existentes en obra.

### Protección personal (con marcado CE)

Casco de seguridad.

Guantes de goma o PVC

Calzado de seguridad.

Ropa de trabajo.

## 4 Revestimientos

### 4.1 Revestimiento de paramentos

#### 4.1.1 Enfoscados, guarnecidos y enlucidos

## **Seguridad y salud**

### 1. Riesgos laborales

---

Cortes por el uso de herramientas manuales.

Golpes por el uso de herramientas manuales y manejo de objetos.

Caídas al mismo nivel.

Caídas de altura.

Proyección de cuerpos extraños en los ojos.

Dermatitis de contacto por el uso de cemento u otros aglomerantes.

Contactos directos e indirectos con la corriente eléctrica.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Inhalación de polvo y aire contaminado.

Riesgos derivados del uso de medios auxiliares, que debe definir y evaluar el usuario.

### 2. Planificación de la prevención

---

#### **Organización del trabajo y medidas preventivas**

Se utilizarán plataformas de trabajo con barandilla de 1 m en todo su contorno (mínimo 70 cm junto al paramento).

Cable o cuerda fiador para sujeción de cinturón o arnés anticaída. Anclaje de seguridad.

Protecciones contra el riesgo eléctrico, en caso de utilización de herramientas y equipos o receptores eléctricos.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del funcionamiento correcto de las protecciones eléctricas.

Utilizar accesos seguros para entrar y salir de las plataformas.

Montaje seguro de cada plataforma de trabajo a utilizar.

Prohibición de realizar trabajos en cotas superiores.

Señalización de riesgos en el trabajo.

#### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco.

Botas de seguridad.

Mandil y polainas impermeables.

Gafas de seguridad.

Fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos.

Guantes de goma o PVC.

Cinturón o arnés anticaída.

Mascarilla contra el polvo.

#### 4.1.2 Pinturas

##### Seguridad y salud

###### 1. Riesgos laborales

---

Caídas de personas al mismo y distinto nivel (por superficies de trabajo sucias o resbaladizas, desde escaleras o andamios).

Caídas de personas desde altura, en pintura de fachadas o asimilables.

Cuerpos extraños en ojos por proyección de gotas o partículas de pintura y sus componentes.

Intoxicaciones y riesgos higiénicos.

Contacto con sustancia químicas.

Ruido y proyección de objetos al utilizar compresores y elementos a presión.

Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.

Contactos eléctricos.

###### 2. Planificación de la prevención

---

##### Organización del trabajo y medidas preventivas

Se tendrá en cuenta el Anejo 1.

En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.

Dado que los trabajos de pintura especialmente de fachadas y asimilables, los medios auxiliares adecuados pueden resultar más costosos que los propios trabajos a realizar, se deberá efectuar una permanente vigilancia del cumplimiento de todas y cada una de las medidas preventivas que resulten necesarias.

Todos los andamios que se utilicen cumplirán con lo enunciado en el Anejo 3 (tanto tubulares como colgados), serán seguros (con marcado CE), montados según las normas del fabricante, utilizando únicamente piezas o elementos originales, y sin deformaciones, disponiendo de barandillas y rodapiés en todas las plataformas con escaleras de acceso a las mismas. En caso necesario se utilizarán cinturones de seguridad contra el riesgo de caída amarrados a un punto de anclaje seguro.

La idoneidad del andamio se asegurará mediante certificado emitido por técnico competente.

El acceso a lugares altos se realizará mediante elementos adecuados, bien asentados y estables. Nunca se emplearán elementos inestables como sillas, taburetes, cajas, bidones, etc.

En caso de utilizar escaleras de mano, éstas se emplearán esporádicamente y siguiendo todas las medidas preventivas adecuadas para su uso.

Los lugares de trabajo estarán libres de obstáculos.

Las máquinas dispondrán de marcado CE, se utilizarán de acuerdo a las normas del fabricante y no se eliminarán sus resguardos y elementos de protección. Asimismo se revisará su estado frente a la protección eléctrica especialmente en lo referente a aislamiento eléctrico, estado de cables, clavijas y enchufes.

Referente a la utilización de pinturas y productos químicos:



- Se almacenarán en lugares adecuados y previamente determinados.
- Se tenderá a utilizar productos no peligrosos (intoxicación, incendio).
- Se dispondrá de las fichas de seguridad de todos los productos.
- Se elaborarán instrucciones de uso y manejo de los productos.
- Toda manipulación se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Se mantendrá una adecuada utilización de los locales o lugares de trabajo.
- Utilizar si es necesario, equipos de protección respiratoria.
- No se deberá fumar o comer durante las operaciones de pintura.

### **Protección personal (con marcado CE)**

Casco de seguridad.

Guantes de PVC para trabajos con pinturas.

Gafas de protección contra salpicaduras.

Mascarillas de protección respiratoria (filtro mecánico o químico según los casos).

Auriculares antirruido por el uso de compresores.

Ropa de trabajo.

Fajas contra sobreesfuerzos en caso de posturas forzadas.

Cinturones de seguridad en caso de riesgo de caída en altura.

### **Anejo 1.- De carácter general**

- 1.- La realización de los trabajos deberá llevarse a cabo siguiendo todas las instrucciones contenidas en el Plan de Seguridad.
- 2.- Asimismo los operarios deberán poseer la adecuada cualificación y estar perfectamente formados e informados no solo de la forma de ejecución de los trabajos sino también de sus riesgos y formas de prevenirlos.
- 3.- Los trabajos se organizarán y planificarán de forma que se tengan en cuenta los riesgos derivados del lugar de ubicación o del entorno en que se vayan a desarrollar los trabajos y en su caso la corrección de los mismos.

### **Anejo 2.- Manejo de cargas y posturas forzadas**

- 1.- Habrá que tener siempre muy presente que se manejen cargas o se realicen posturas forzadas en el trabajo, que éstas formas de accidente representan el 25% del total de todos los accidentes que se registran en el ámbito laboral.
- 2.- El trabajador utilizará siempre guantes de protección contra los riesgos de la manipulación.
- 3.- La carga máxima a levantar por un trabajador será de 25 kg. En el caso de tener que levantar cargas mayores, se realizará por dos operarios o con ayudas mecánicas.
- 4.- Se evitará el manejo de cargas por encima de la altura de los hombros.
- 5.- El manejo de cargas se realizará siempre portando la carga lo más próxima posible al cuerpo, de manera que se eviten los momentos flectores en la espalda.
- 6.- El trabajador no debe nunca doblar la espalda para recoger un objeto. Para ello doblará las rodillas manteniendo la espalda recta.
- 7.- El empresario deberá adoptar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de cargas.

8.- No se permitirán trabajos que impliquen manejo manual de cargas (cargas superiores a 3 kg e inferiores a 25 kg) con frecuencias superiores a 10 levantamientos por minuto durante al menos 1 hora al día. A medida que el tiempo de trabajo sea mayor la frecuencia de levantamiento permitida será menor.

9.- Si el trabajo implica el manejo manual de cargas superiores a 3 kg, y la frecuencia de manipulación superior a un levantamiento cada 5 minutos, se deberá realizar una Evaluación de Riesgos Ergonómica. Para ello se tendrá en cuenta el R.D. 487/97 y la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas editada por el I.N.S.H.T.

10.- Los factores de riesgo en la manipulación manual de cargas que entrañe riesgo en particular dorsolumbar son:

- a) Cargas pesadas y/o carga demasiado grande.
- b) Carga difícil de sujetar.
- c) Esfuerzo físico importante.
- d) Necesidad de torsionar o flexionar el tronco.
- e) Espacio libre insuficiente para mover la carga.
- f) Manejo de cargas a altura por encima de la cabeza.
- g) Manejo de cargas a temperatura, humedad o circulación del aire inadecuadas.
- h) Período insuficiente de reposo o de recuperación.
- i) Falta de aptitud física para realizar las tareas.
- j) Existencia previa de patología dorsolumbar.

### **Anejo 3.- Andamios**

#### **1. Andamios tubulares, modulares o metálicos**

---

##### **Aspectos generales**

1.- El andamio cumplirá la norma UNE-EN 12.810 “Andamios de fachada de componentes prefabricados”; a tal efecto deberá disponerse un certificado emitido por organismo competente e independiente y, en su caso diagnosticados y adaptados según R.D. 1215/1997 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo” y sus modificación por el R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre.

2.- En todos los casos se garantizará la estabilidad del andamio. Asimismo, los andamios y sus elementos: plataformas de trabajo, pasarelas, escaleras, deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos.

3.- Se prohibirá de forma expresa la anulación de los medios de protección colectiva, dispuestos frente al riesgo de caída a distinto nivel.

4.- Cuando las condiciones climatológicas sean adversas (régimen de fuertes vientos o lluvia, etc.) no deberá realizarse operación alguna en o desde el andamio.

5.- Las plataformas de trabajo se mantendrán libres de suciedad, objetos u obstáculos que puedan suponer a los trabajadores en su uso riesgo de golpes, choques o caídas, así como de caída de objetos.

6.- Cuando algunas partes del andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, desmontaje o transformación, dichas partes deberán contar con señales de advertencia debiendo ser delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la

zona peligrosa.

7.- Los trabajadores que utilicen andamios tubulares, modulares o metálicos, deberán recibir la formación preventiva adecuada, así como la información sobre los riesgos presentes en la utilización de los andamios y las medidas preventivas y/o de protección a adoptar para hacer frente a dichos riesgos.

### **Montaje y desmontaje del andamio**

1.- Los andamios deberán montarse y desmontarse según las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, siguiendo su “Manual de instrucciones”, no debiéndose realizar operaciones en condiciones o circunstancias no previstas en dicho manual.

Las operaciones, es preceptivo sean dirigidas por una persona que disponga una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años, y cuente con una formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.

2.- En los andamios cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de 6 m o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos o distancias superiores entre apoyos de más de 8 m, deberá elaborarse un plan de montaje, utilización y desmontaje. Dicho plan, así como en su caso los pertinentes cálculos de resistencia y estabilidad, deberán ser realizados por una persona con formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades.

En este caso, el andamio solamente podrá ser montado, desmontado o modificado sustancialmente bajo, así mismo, la dirección de persona con formación universitaria o profesional habilitante.

3.- En el caso anterior, debe procederse además a la inspección del andamio por persona con formación universitaria o profesional habilitante, antes de su puesta en servicio, periódicamente, tras cualquier modificación, período de no utilización, o cualquier excepcional circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.

4.- Los montadores serán trabajadores con una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita afrontar los riesgos específicos que puedan presentar los andamios tubulares, destinada en particular a:

La comprensión del plan y de la seguridad del montaje, desmontaje o transformación del andamio.

Medidas de prevención de riesgo de caída de personas o de objetos.

Condiciones de carga admisibles.

Medidas de seguridad en caso de cambio climatológico que pueda afectar negativamente a la seguridad del andamio.

Cualquier otro riesgo que entrañen dichas operaciones.

5.- Tanto los montadores como la persona que supervise, dispondrán del plan de montaje y desmontaje, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

6.- Antes de comenzar el montaje se acotará la zona de trabajo (zona a ocupar por el andamio y su zona de influencia), y se señalará el riesgo de “caída de materiales”, especialmente en sus extremos.

7.- En caso de afectar al paso de peatones, para evitar fortuitas caídas de materiales sobre ellos, además de señalizarse, si es posible se desviará el paso.

8.- Cuando el andamio ocupe parte de la calzada de una vía pública, deberá protegerse contra choques fortuitos mediante biondas debidamente ancladas, “new jerseys” u otros elementos de resistencia equivalentes. Asimismo, se señalará y balizará adecuadamente.

Los trabajadores que trabajen en la vía pública, con el fin de evitar atropellos, utilizarán chalecos reflectantes.

9.- Los módulos o elementos del andamio, para que quede garantizada la estabilidad del conjunto, se montarán sobre bases sólidas, resistentes, niveladas y se apoyarán en el suelo a través de husillos de nivelación y placas de reparto.

Cuando el terreno donde deba asentarse el andamio sea un terreno no resistente y para evitar el posible asiento diferencial de cualquiera de sus apoyos, éstos se apoyarán sobre durmientes de madera o de hormigón.

10.- El izado o descenso de los componentes del andamio, se realizará mediante eslingas y aparejos apropiados a las piezas a mover, y provistos de ganchos u otros elementos que garanticen su sujeción, bloqueando absolutamente la salida eventual, y su consiguiente caída. Periódicamente se revisará el estado de las eslingas y aparejos desechando los que no garanticen la seguridad en el izado, sustituyéndose por otros en perfecto estado.

11.- Cuando se considere necesario para prevenir la caída de objetos, especialmente cuando se incida sobre una vía pública, en la base del segundo nivel del andamio se montarán redes o bandejas de protección y recogida de objetos desprendidos, cuyos elementos serán expresamente calculados.

12.- No se iniciará un nuevo nivel de un andamio sin haber concluido el anterior.

13.- El andamio se montará de forma que las plataformas de trabajo estén separadas del paramento, como máximo, 15 ó 20 cm.

14.- Los operarios durante el montaje o desmontaje utilizarán cinturones de seguridad contra caídas, amarrados a puntos de anclaje seguros. Asimismo deberán ir equipados con casco de seguridad y de guantes de protección contra agresiones mecánicas.

15.- Se asegurará la estabilidad del andamio mediante los elementos de arriostramiento propio y a paramento vertical (fachada) de acuerdo con las instrucciones del fabricante o del plan de montaje, utilizando los elementos establecidos por ellos, y ajustándose a las irregularidades del paramento.

16.- El andamio se montará con todos sus componentes, en especial los de seguridad. Los que no existan, serán solicitados para su instalación, al fabricante, proveedor o suministrador.

17.- Las plataformas de trabajo deberán estar cuajadas y tendrán una anchura mínima de 60 cm (mejor 80 cm) conformadas preferentemente por módulos fabricados en chapa metálica antideslizante y dotadas de gazas u otros elementos de apoyo e inmovilización.

18.- Las plataformas de trabajo estarán circundadas por barandillas de 1 m de altura y conformadas por una barra superior o pasamanos, barra o barras intermedia y rodapié de al menos 15 cm.

19.- Si existe un tendido eléctrico en la zona de ubicación del andamio o en su zona de influencia, se eliminará o desviarán el citado tendido. En su defecto se tomarán las medidas oportunas para evitar cualquier contacto fortuito con dicho tendido tanto en el montaje como en la utilización o desmontaje del andamio.

En caso de tendidos eléctricos grapeados a fachada se prestará especial atención en no afectar su aislamiento y provocar el consiguiente riesgo de electrocución.

En todo caso, deberá cumplirse lo indicado al respecto en el R.D. 614/2001, de 8 de junio, de riesgo eléctrico.

20.- Conforme se vaya montando el andamio se irán instalando las escaleras manuales interiores de acceso a él para que sean utilizadas por los propios montadores para acceder y bajar del andamio. En caso necesario dispondrán de una escalera manual para el acceso al primer nivel, retirándola cuando se termine la jornada de trabajo, con el fin de evitar el acceso a él de personas ajenas.

21.- La persona que dirige el montaje así como el encargado, de forma especial vigilarán el apretado uniforme de las mordazas, rótulas u elementos de fijación de forma que no quede flojo ninguno de dichos elementos permitiendo movimientos descontrolados de los tubos.

22.- Se revisarán los tubos y demás componentes del andamio para eliminar todos aquellos que presenten oxidaciones u otras deficiencias que puedan disminuir su resistencia.

23.- Nunca se apoyarán los andamios sobre suplementos formados por bidones, pilas de material, bloques, ladrillos, etc.

#### **Utilización del andamio**

1.- No se utilizará por los trabajadores hasta el momento que quede comprobada su seguridad y total idoneidad por la persona encargada de vigilar su montaje, avalado por el correspondiente certificado, y éste autorice el acceso al mismo.

2.- Se limitará el acceso, permitiendo su uso únicamente al personal autorizado y cualificado, estableciendo de forma expresa su prohibición de acceso y uso al resto de personal.

3.- Periódicamente se vigilará el adecuado apretado de todos los elementos de sujeción y estabilidad del andamio. En general se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento indicadas por el fabricante, proveedor o suministrador.

4.- El acceso a las plataformas de trabajo se realizará a través de las escaleras interiores integradas en la estructura del andamio. Nunca se accederá a través de los elementos estructurales del andamio. En caso necesario se utilizarán cinturones de seguridad contra caídas amarrados a puntos de anclaje seguros o a los componentes firmes de la estructura siempre que éstas puedan tener la consideración de punto de anclaje seguro.

Se permitirá el acceso desde el propio forjado siempre que éste se encuentre sensiblemente enrasado con la plataforma y se utilice, en su caso, pasarela de acceso estable, de anchura mínima 60 cm, provista de barandillas a ambos lados, con pasamanos a 1 m de altura, listón o barra intermedia y rodapié de 15 cm.

5.- Deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del viento, especialmente cuando estén dotados de redes, lanas o mallas de cubrición.

6.- Bajo régimen de fuertes vientos se prohibirá el trabajo o estancia de personas en el andamio.

7.- Se evitará elaborar directamente sobre las plataformas del andamio, pastas o productos que puedan producir superficies resbaladizas.

8.- Se prohibirá trabajar sobre plataformas ubicadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se está trabajando y desde las que pueden producirse caídas de objetos con riesgo de alcanzar a dichos trabajadores. En caso necesario se acotará e impedirá el paso apantallando la zona.

9.- Se vigilará la separación entre el andamio y el paramento de forma que ésta nunca sea mayor de 15 ó 20 cm.

10.- Sobre las plataformas de trabajo se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten necesarios.

11.- Deben utilizarse los aparejos de elevación dispuestos para el acopio de materiales a la plataforma de trabajo.

12.- Los trabajadores no se sobreelevarán sobre las plataformas de trabajo. En caso necesario se utilizarán plataformas específicas que para ello haya previsto el fabricante, proveedor o suministrador, prohibiéndose la utilización de suplementos formados por bidones, bloques, ladrillos u otros materiales. En dicho caso se reconsiderará la altura de la barandilla debiendo sobrepasar al menos en 1 m la plataforma de apoyo del trabajador.

#### **4. Andamios colgados móviles (manuales o motorizados)**

---

1.- El andamio cumplirá la norma UNE-EN 1808 “Requisitos de Seguridad para plataformas suspendidas de nivel variable” y en su caso diagnosticados y adaptados según el R.D. 1215/97 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo “ y su modificación por el R.D. 2177/2004, de 12 de Noviembre.

2.- Asimismo y por ser considerados como máquinas cumplirán el R.D. 1435/92, de 27 de Noviembre. “Aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas”

Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

En consecuencia todos los andamios colgados comprados y puestos a disposición de los trabajadores a partir de 1 de Enero de 1995 deberán poseer: marcado CE; Declaración CE de conformidad, y Manual de Instrucciones en castellano.

3.- Para su instalación y utilización deberá elaborarse un plan de montaje, utilización y desmontaje que podrá ser sustituido, en caso de que el andamio disponga de marcado CE, por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, salvo que estas operaciones de montaje, utilización y desmontaje se realicen en circunstancias no previstas por el fabricante.

4.- El plan de montaje, así como en su caso los cálculos de resistencia y estabilidad que resultasen precisos, deberán ser realizados por una persona con formación universitaria que la habilite para estas funciones. El plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada complementado con elementos correspondientes a los detalles específicos del tipo de andamio que se va a utilizar.

5.- El andamio solamente podrá ser montado y desmontado bajo la dirección de persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.

6.- Asimismo antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras su modificación y siempre que ocurra alguna circunstancia excepcional que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad, será inspeccionado por persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.

7.- El andamio será montado por trabajadores con una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permitan enfrentarse a los riesgos específicos destinada en particular a:

La comprensión del plan y de la seguridad del montaje, desmontaje o transformación del andamio.

Medidas de prevención del riesgo de caídas de persona o de objetos.

Condiciones de carga admisibles.

Medidas de seguridad en caso de cambio climatológico que pueda afectar negativamente a la seguridad del andamio.

Cualquier otro riesgo que entrañen las operaciones del montaje o desmontaje del andamio colgado.

8.- Tanto los montadores como la persona que supervise, dispondrán del plan de montaje y desmontaje, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

9.- Cuando el andamio colgado posea marcado CE y su montaje, utilización y desmontaje se realice de acuerdo con las prescripciones del fabricante, proveedor o suministrador, dichas operaciones deberían ser dirigidas por una persona que disponga una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente como mínimo a las funciones de nivel básico conforme a lo previsto en el RD39/1997 en el apartado 1 de su artículo 35.

10.- Cuando las condiciones climatológicas sean adversas (régimen de fuertes vientos, lluvia, etc.) no deberá realizarse operación alguna en o desde el andamio.

11.- Se mantendrán libres de suciedad, objetos u obstáculos que puedan suponer a los trabajadores riesgos de golpes, choques, caídas o caída de objetos.

12.- Se garantizará la estabilidad del andamio. Como consecuencia de ello, andamios contrapesados se utilizarán única y exclusivamente cuando no sea factible otro sistema de fijación.

En dicho caso deberá cumplirse:

a) Los elementos de contrapeso serán elementos diseñados y fabricados de forma exclusiva para su uso como contrapeso, no debiendo tener ningún uso previsible. Nunca se utilizarán elementos propios o utilizables en la construcción.

b) Los elementos de contrapeso quedarán fijados a la cola del pescante sin que puedan ser

eliminados ni desmoronarse.

c) El pescante se considerará suficientemente estable cuando en el caso más desfavorable de vuelco, el momento de estabilidad es mayor o igual a tres veces el momento de vuelco cuando se aplica la fuerza máxima al cable (norma UNE-EN1808).

d) Diariamente se revisarán la idoneidad de los pescantes y contrapesos.

13.- Si la fijación de los pescantes se efectúa anclándolos al forjado por su parte inferior, dicha fijación abarcará como mínimo tres elementos resistentes.

14.- La separación entre pescantes será la indicada por el fabricante, proveedor o suministrador en su manual de instrucciones. En caso de carecer de dicho manual nunca la separación entre pescantes será mayor de 3 m, y la longitud de la andamiada será inferior a 8 m.

15.- Los cables de sustentación se encontrarán en perfecto estado, desechándose aquellos que presenten deformaciones, oxidaciones, rotura de hilos o aplastamientos.

16.- Todos los ganchos de sustentación tanto el de los cables (tiros) como el de los aparejos de elevación serán de acero y dispondrán de pestillos de seguridad u otro sistema análogo que garantice que no se suelte.

17.- En caso de utilizar mecanismos de elevación y descenso de accionamiento manual (trócolas, trácteles o carracas) estarán dotados de los adecuados elementos de seguridad, tales como autofrenado, parada, etc., debiendo indicar en una placa su capacidad.

Dichos elementos cuyos mecanismos serán accesibles para su inspección, se mantendrán en perfectas condiciones mediante las revisiones y mantenimiento adecuados.

18.- A fin de impedir desplazamientos inesperados del andamio, los mecanismos de elevación y descenso estarán dotados de un doble cable de seguridad con dispositivo anticaída seguricable).

19.- La separación entre la cara delantera de la andamiada y el parámetro vertical en que se trabaja no será superior a 20 cm.

20.- Las plataformas de trabajo se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en su utilización normal y deberán tener una anchura mínima de 60 cm (preferentemente no menor de 80 cm para permitir que se trabaje y circule en ella con seguridad).

Su perímetro estará protegido por barandillas de 1 m de altura constituido por pasamanos, barra intermedia y rodapié de al menos 15 cm de tal forma que no debe existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y las barandillas (dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas).

21.- Las plataformas (guíndolas o barquillas) contiguas en formación de andamiada continua, se unirán mediante articulaciones con cierre de seguridad.

22.- Se mantendrá la horizontalidad de la andamiada tanto en el trabajo como en las operaciones de izado o descenso.

23.- Para evitar movimientos oscilatorios, una vez posicionado el andamio en la zona de trabajo, se arriostará para lo cual se establecerán en los paramentos verticales puntos donde amarrar los arriostamientos de los andamios colgados.

24.- El acceso o salida de los trabajadores a la plataforma de trabajo, se efectuará posicionando nuevamente el andamio en un punto de la estructura que permita un paso a su mismo nivel, y se garantizará la inmovilidad del andamio, arriostándolo a puntos establecidos previamente en los paramentos verticales.

En caso necesario, dichas operaciones se realizarán por los trabajadores utilizando cinturones de seguridad amarrados a líneas de vida ancladas a puntos seguros independientes del andamio.

25.- Si se incorporan protecciones contra caídas de materiales (redes, bandejas, etc.) deberán ser calculadas previamente.

- 26.- Se acotará e impedirá el paso de la vertical del andamio a niveles inferiores con peligro de caídas de materiales
  - 27.- Se prohibirá las pasarelas de tablonos entre módulos de andamio. Se utilizarán siempre módulos normalizados.
  - 28.- No se realizarán trabajos en la misma vertical bajo la plataforma de los andamios. Se acotarán y señalizarán dichos niveles inferiores a la vertical del andamio
  - 29.- Todo operario que trabaje sobre un andamio colgado deberá hacerlo utilizando cinturones de seguridad contra caídas amarrado a una línea de vida anclada a su vez a puntos seguros independiente del andamio. Se comprobará y se exigirá la obligatoriedad de uso.
  - 30.- El suministro de materiales se realizará de forma y con medios adecuados
  - 31.- Sobre las plataformas de trabajo se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten necesarios, y se repartirán uniformemente
  - 32.- Antes del uso del andamio e inmediatamente tras el cambio de su ubicación y en presencia de la dirección facultativa, se realizará una prueba de carga con la andamiada próxima del suelo (menor de 1 m) que deberá quedar documentada mediante el acta correspondiente.
  - 33.- Periódicamente se realizará una inspección de cables mecanismos de elevación, pescantes, etc. .En cualquier caso se realizarán las operaciones de servicios y mantenimiento indicadas por el fabricante, proveedor o suministrador.
5. Andamios sobre mástil o de cremallera
- 

#### **Aspectos generales**

- 1.- Los andamios serán diagnosticados y en su caso adaptados según el RD 1215/97. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo” y su modificación por el RD 2177/2004, de 12 de Noviembre.
- 2.- Por tener la consideración de máquinas, los andamios sobre mástil o de cremallera adquiridos y puestos a disposición de los trabajadores con posterioridad al 1 de enero de 1995, cumplirán el RD 1435/92 “Aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas”. Estos deberán poseer: marcado CE, Declaración de Conformidad CE, y manual de Instrucciones en castellano.
- 3.- Para su instalación y utilización deberá elaborarse un plan de montaje, utilización y desmontaje que podrá ser sustituido, en caso de que el andamio disponga de marcado CE, por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, salvo que estas operaciones de montaje, utilización y desmontaje se realicen en circunstancias no previstas por el fabricante.
- 4.- El plan de montaje, así como en su caso los cálculos de resistencia y estabilidad que resultasen precisos, deberán ser realizados por una persona con formación universitaria que la habilite para estas funciones. El plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada complementado con elementos correspondientes a los detalles específicos del tipo de andamio que se va a utilizar.
- 5.- El andamio solamente podrá ser montado y desmontado bajo la dirección de persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.
- 6.- Asimismo antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras su modificación y siempre que ocurra alguna circunstancia excepcional que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad, será inspeccionado por persona con formación universitaria o profesional que lo habilite para ello.
- 7.- El andamio será montado por trabajadores con una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permitan enfrentarse a los riesgos específicos destinada en particular a:



La comprensión del plan y de la seguridad del montaje, desmontaje o transformación del andamio.

Medidas de prevención del riesgo de caídas de persona o de objetos.

Condiciones de carga admisibles.

Medidas de seguridad en caso de cambio climatológico que pueda afectar negativamente a la seguridad del andamio.

Cualquier otro riesgo que entrañen las operaciones del montaje o desmontaje del andamio colgado.

8.- Tanto los montadores como la persona que supervise, dispondrán del plan de montaje y desmontaje, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

9.- Cuando el andamio colgado posea marcado CE y su montaje, utilización y desmontaje se realice de acuerdo con las prescripciones del fabricante proveedor o suministrador, dichas operaciones deberían ser dirigidas por una persona que disponga una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente como mínimo a las funciones de nivel básico conforme a lo previsto en el R.D. 39/1997 en el apartado 1 de su artículo 35.

10.- Se mantendrán libres de suciedad, objetos u obstáculos que puedan suponer a los trabajadores riesgos de golpes, choques, caídas o caída de objetos.

11.- La fijación de los ejes estructurales del andamio se efectuará anclándolos a partes resistentes del paramento previamente calculado.

12.- Los mecanismos de elevación y descenso (motores) estarán dotados de elementos de seguridad, como auto frenado, parada, etc. y en perfectas condiciones de uso. Asimismo, se indicará en una placa su capacidad portante.

13.- Se cumplirán todas las condiciones establecidas para las plataformas de trabajo. Su separación a paramento será como máximo de 20 cm, y dispondrá de barandillas resistentes en todos sus lados libres, con pasamano a 100 cm de altura, protección intermedia y rodapié de 15 cm.

14.- La zona inferior del andamio se vallará y señalizará de forma que se impida la estancia o el paso de trabajadores bajo la vertical de la carga.

15.- Asimismo se acotará e impedirá el paso de la vertical del andamio a niveles inferiores con peligro de caída de materiales.

16.- Se dispondrán de dispositivos anticaída (deslizantes o con amortiguador) sujetos a punto de anclaje seguros a los que el trabajador a su vez pueda anclar su arnés.

17.- No existirá ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas; la plataforma estará cuajada en todo caso.

18.- Antes de su uso y en presencia del personal cualificado (persona con formación universitaria que lo habilite para ello) o de la dirección facultativa de la obra, se realizarán pruebas a plena carga con el andamio próximo del suelo (menor de 1 m).

Dichas pruebas quedarán adecuadamente documentadas mediante las correspondientes certificaciones en las que quedarán reflejadas las condiciones de la prueba y la idoneidad de sus resultados.

19.- El personal encargado de realizar las maniobras del andamio (operador) poseerá la cualificación y adiestramiento adecuados, así como conocerá sus cargas máximas admisibles, y su manejo en perfectas condiciones de seguridad.

20.- Las maniobras únicamente se realizarán por operadores debidamente autorizados por la empresa, debiendo quedar claramente especificado la prohibición expresa de la realización de dichas maniobras por cualquier otro operario de la empresa o de la obra. 21.- Antes de efectuar cualquier movimiento de la plataforma, el operador se asegurará de que todos los operarios están en posición de seguridad.

- 22.- Durante los movimientos de desplazamiento de la plataforma, el operador controlará que ningún objeto transportado sobresalga de los límites de la plataforma.
- 23.- El andamio se mantendrá totalmente horizontal tanto en los momentos en los que se esté desarrollando trabajo desde él, como en las operaciones de izado o descenso.
- 24.- Si se incorpora protección contra la caída de materiales (redes, bandejas, etc.) éstos elementos serán calculados expresamente de tal forma que en ningún momento menoscaben la seguridad o la estabilidad del andamio.
- 25.- El suministro de materiales se realizará, de forma y con medios adecuados y posicionando preferentemente la plataforma a nivel del suelo.
- 26.- En la plataforma, y con un reparto equilibrado, se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten necesarios.
- 27.- No se colocarán cargas sobre los brazos telescópicos de la plataforma. En caso necesario, las cargas serán mínimas.
- 28.- Al finalizar la jornada, la plataforma se dejará en el nivel mas bajo que sea posible, preferentemente a nivel del suelo, y se desconectará el suministro de corriente eléctrica del cuadro de mandos.
- 29.- Los trabajadores accederán y saldrán de la plataforma, posicionando ésta a nivel del suelo, caso de que durante el trabajo ello no fuera posible, el acceso o salida de la plataforma se realizará posicionándola a nivel de un elemento de la estructura que permita al operario el realizar ésta operación con total seguridad y comodidad. Asimismo en caso necesario se garantizará la inmovilidad del andamio y los operarios utilizarán cinturones de seguridad unidos a dispositivo anticaída.
- 30.- Siempre que sea posible se adaptará el ancho de la plataforma al perfil del paramento sobre el que se instala el andamio. Las operaciones de recogida o extensión de los brazos telescópicos para efectuar dicha adaptación se efectuarán a nivel del suelo.
- Si estas operaciones deben realizarse para superar salientes durante la subida o bajada de la plataforma, se realizarán por los operarios provistos de cinturón de seguridad unidos a dispositivos anticaída.
- 31.- Una vez colocados los tablones en los brazos telescópicos, se realizará la verificación de su correcta instalación. Todo ello se llevará a cabo usando los operarios cinturón de seguridad unidos a dispositivo anticaída.
- 32.- Se avisará inmediatamente al encargado de la obra siempre que:
- Se produzca un fallo en la alimentación eléctrica del andamio.
  - Se observen desgastes en piñones, coronas, rodillos guía, cremallera, bulones, tornillos de mástil, finales de carrera, barandillas o cualquier elemento que pudiese intervenir en la seguridad del andamio en su conjunto.
- 33.- El descenso manual del andamio únicamente se efectuará en los casos que así resulte estrictamente necesario y solamente podrá ser ejecutado por personal adiestrado y cualificado.
- 34.- Se suspenderán los trabajos cuando la velocidad del viento supere los 60 km/h procediéndose a situar la plataforma a nivel del suelo o en su caso al nivel más bajo posible.
- Asimismo no es recomendable el uso del andamio en condiciones atmosféricas desfavorables (lluvia, niebla intensa, nieve, granizo, etc.).
- 35.- No se trabajará desde el andamio, cuando no haya luz suficiente (natural o artificial) para tener una visibilidad adecuada en toda la zona de trabajo.
- 36.- No se aprovechará en ningún caso la barandilla de la plataforma para apoyar tablones, materiales, herramientas, sentarse o subirse en ellas.

### **Comprobaciones**

- 1.- Se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento indicadas por el fabricante, suministrador o proveedor del andamio.
- 2.- El andamio será inspeccionado por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:
  - a) Antes de su puesta en servicio.
  - b) A continuación periódicamente.
  - c) Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.
- 3.- Diariamente o antes del comienzo de cada jornada de trabajo que vaya a utilizarse el andamio, el operador realizará las comprobaciones siguientes:
  - a) Que no existen, sobre la plataforma de trabajo, acumulaciones de escombros, material sobrante, herramientas y, en su caso hielo o nieve, que pudiese producir la caída de los operarios o caída de objetos en su desplazamiento o utilización.
  - b) Que está vallado y señalizado el paso bajo la vertical del andamio.
  - c) Que los dispositivos de seguridad eléctricos están en perfectas condiciones y operativos.
  - d) Verificar el correcto apoyo de los mástiles, nivelación del andamio, anclajes a paramento, unión piñón-cremallera y eficacias del freno y del motorreductor.
  - e) Que todas las plataformas (fijas y telescópicas) así como sus barandillas y los dispositivos anticaída está correctamente instalados.
  - f) Que no existe exceso de carga en la plataforma de acuerdo a las características y especificaciones del andamio.
  - g) Que no existen objetos que al contacto con la plataforma, en su desplazamiento, puedan desprenderse de la obra.
  - h) Que no existan elementos salientes (en la obra o en la plataforma) que puedan interferir en el movimiento de la plataforma

### **Prohibiciones**

La empresa, y durante la utilización del andamio, prohibirá de forma expresa:

- a) Eliminar cualquier elemento de seguridad del andamio.
  - b) Trabajar sobre andamios de borriquetas, escaleras manuales, tabloneros, etc., situadas sobre la plataforma del andamio, y en general sobre cualquier elemento que disminuya la seguridad de los trabajadores en la utilización del andamio.
  - c) Subirse o sentarse sobre las barandillas.
  - d) Cargar el andamio con cargas (objetos, materiales de obra o no, herramientas, personal, etc. superiores a las cargas máximas del andamio.
  - e) Inclinar la plataforma del andamio y por consiguiente y entre otros aspectos el acumular cargas en uno de sus extremos. Las cargas deben situarse lo más uniformemente repartidas posibles sobre la plataforma.
  - f) Utilizar el andamio en condiciones atmosféricas adversas.
6. Andamios de borriquetas
- 

- 1.- Estarán formados por elementos normalizados (borriquetas o caballetes) y nunca se sustituirán

por bidones apilados o similares.

2.- Las borriquetas de madera, para eliminar riesgos por fallo, rotura espontánea o cimbreo, estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones o roturas.

3.- Cuando las borriquetas o caballetes sean plegables, estarán dotados de “cadenillas limitadoras de apertura máxima” o sistemas equivalentes.

4.- Se garantizará totalmente la estabilidad del conjunto, para lo cual se montarán perfectamente apoyadas y niveladas.

5.- Las plataformas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60 cm, preferentemente 80 cm.

6.- Las plataformas de trabajo se sujetarán a los caballetes de forma que se garantice su fijación.

7.- Para evitar riesgos por basculamiento, la plataforma de trabajo no sobresaldrá más de 20 cm, desde su punto de apoyo en los caballetes.

8.- Se utilizará un mínimo de dos caballetes o borriquetas por andamio.

9.- La separación entre ejes de los soportes será inferior a 3,5 m, preferentemente 2,5 m.

10.- Se prohibirá formar andamios de borriquetas cuyas plataformas de trabajo deban ubicarse a 6 m o más de altura.

11.- Las condiciones de estabilidad del andamio, serán las especificadas por el fabricante, proveedor o suministrador. Si no es posible conocer dichas condiciones, en términos generales se considerará que un andamio de borriquetas es estable cuando el cociente entre la altura y el lado menor de la borriqueta sea:

a. Menor o igual a 3,5 para su uso en interiores.

b. Menor o igual a 3 para su uso en exteriores.

12.- Cuando se utilicen a partir de 3 m de altura, y para garantizar la indeformabilidad y estabilidad del conjunto, se instalará arriostramiento interior en los caballetes y soportes auto estables, tanto horizontal como vertical.

13.- Cuando se sobrepasen los límites de estabilidad, se establecerá un sistema de arriostramiento exterior horizontal o inclinado.

14.- Para la prevención del riesgo de caída de altura (más de 2 m) o caída a distinto nivel, perimetralmente a la plataforma de trabajo se instalarán barandillas sujetas a pies derechos o elementos acuñaados a suelo y techo. Dichas barandillas serán de 1 m de altura conformadas por pasamano, barra intermedia y rodapié de al menos 15 cm.

15.- El acceso a las plataformas de trabajo se realizará a través de escaleras de mano, banquetas, etc.

16.- Se protegerá contra caídas no sólo el nivel de la plataforma, sino también el desnivel del elemento estructural del extremo del andamio. Así, los trabajos en andamios, en balcones, bordes de forjado, cubiertas terrazas, suelos del edificio, etc., se protegerán contra riesgo de caídas de altura mediante barandillas o redes. En su defecto, los trabajadores usarán cinturones anti-caídas amarrados a puntos de anclaje seguros.

17.- Sobre los andamios de borriquetas se acopiarán los materiales mínimos imprescindibles que en cada momento resulten imprescindibles y repartidos uniformemente sobre la plataforma de trabajo.

18.- Se prohibirá trabajar sobre plataformas de trabajo sustentadas en borriquetas apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

19.- La altura del andamio será la adecuada en función del alcance necesario para el trabajo a realizar. Al respecto es recomendable el uso de borriquetas o caballetes de altura regulable. En ningún caso, y para aumentar la altura de la plataforma de trabajo, se permitirá el uso sobre ellos de bidones, cajones, materiales apilados u otros de características similares.

20.- Se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento indicados por el fabricante, proveedor o suministradores.

21.- Los andamios serán inspeccionados por personal competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares, después de cada modificación o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.

#### **Anejo 4.- Organización del trabajo y medidas preventivas en derribos**

1.- Previamente al inicio de los trabajos se deberá disponer de un “Proyecto de demolición”, así como el “Plan de Seguridad y Salud” de la obra, con enumeración de los pasos y proceso a seguir y determinación de los elementos estructurales que se deben conservar intactos y en caso necesario reforzarlos.

2.- Asimismo previamente al inicio de los trabajos de demolición, se procederá a la inspección del edificio, anulación de instalaciones, establecimiento de apeos y apuntalamientos necesarios para garantizar la estabilidad tanto del edificio a demoler como los edificios colindantes. En todo caso existirá una adecuada organización y coordinación de los trabajos. El orden de ejecución será el que permita a los operarios terminar en la zona de acceso de la planta. La escalera será siempre lo último a derribar en cada planta del edificio.

3.- En la instalación de grúas o maquinaria a emplear se mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

4.- Siempre que la altura de trabajo del operario sea superior a 2 m utilizará cinturones de seguridad, anclados a puntos fijos o se dispondrán andamios.

5.- Se dispondrán pasarelas para la circulación entre viguetas o nervios de forjados a los que se haya quitado el entrevigado.

#### **Anejo 5.- Barandillas (Sistemas de protección de borde)**

##### **Consideraciones generales**

1.- Los sistemas provisionales de protección de bordes para superficies horizontales o inclinadas (barandillas) que se usen durante la construcción o mantenimiento de edificios y otras estructuras deberán cumplir las especificaciones y condiciones establecidas en la Norma UNE EN 13374.

2.- Dicho cumplimiento deberá quedar garantizado mediante certificación realizada por organismo autorizado. En dicho caso quedará reflejado en el correspondiente marcado que se efectuará en los diferentes componentes tales como: barandillas principales, barandillas intermedias, protecciones intermedias (por ejemplo tipo mallazo); en los plintos, en los postes y en los contrapesos.

El marcado será claramente visible y disponerse de tal manera que permanezca visible durante la vida de servicio del producto. Contendrá lo siguiente:

EN 13374.

Tipo de sistema de protección; A, B o C.

Nombre / identificación del fabricante o proveedor.

Año y mes de fabricación o número de serie.

En caso de disponer de contrapeso, su masa en kg.

3.- La utilización del tipo o sistema de protección se llevará a cabo en función del ángulo  $\alpha$  de inclinación de la superficie de trabajo y la altura ( $H_f$ ) de caída del trabajador sobre dicha superficie inclinada.

De acuerdo con dichas especificaciones:

- a) Las protecciones de bordes “Clase A” se utilizarán únicamente cuando el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo sea igual o inferior a  $10^{\circ}$ .
- b) Las de “Clase B” se utilizarán cuando el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo sea menor de  $30^{\circ}$  sin limitación de altura de caída, o de  $60^{\circ}$  con una altura de caída menor a 2 m.
- c) Las de “Clase C” se utilizarán cuando el ángulo de inclinación de la superficie de trabajo esté entre  $30^{\circ}$  y  $45^{\circ}$  sin limitación de altura de caída o entre  $45^{\circ}$  y  $60^{\circ}$  y altura de caída menor de 5 m.
- 4.- Para altura de caída mayor de 2 m o 5 m los sistemas de protección de las clases B y C podrán utilizarse colocando los sistemas más altos sobre la superficie de la pendiente (por ejemplo cada 2 m o cada 5 m de altura de caída).
- 5.- El sistema de protección de borde (barandillas) no es apropiado para su instalación y protección en pendientes mayores de  $60^{\circ}$  o mayores de  $45^{\circ}$  y altura de caída mayor de 5 m.
- 6.- La instalación y mantenimiento de las barandillas se efectuará de acuerdo al manual que debe ser facilitado por el fabricante, suministrador o proveedor de la citada barandilla.
- 7.- En todos los casos el sistema de protección de borde (barandilla) se instalará perpendicular a la superficie de trabajo.
- 8.- El sistema de protección de borde (barandilla) deberá comprender al menos: postes ó soportes verticales del sistema, una barandilla principal y una barandilla intermedia o protección intermedia, y debe permitir fijarle un plinto.
- 9.- La distancia entre la parte más alta de la protección de borde (barandilla principal) y la superficie de trabajo será al menos de 1m medido perpendicularmente a la superficie de trabajo.
- 10.- El borde superior del plinto o rodapié estará al menos 15 cm por encima de la superficie de trabajo y evitará aperturas entre él y la superficie de trabajo o mantenerse tan cerca como fuera posible.
- 11.- En caso de utilizar redes como protección intermedia o lateral, estas serán del tipo U. de acuerdo con la Norma UNE-EN 1263-1.
- 12.- Si la barandilla dispone de barandilla intermedia, esta se dimensionará de forma que los huecos que forme sean inferiores a 47 cm. Si no hay barandilla intermedia o si esta no es continua, el sistema de protección de borde se dimensionará de manera que la cuadrícula sea inferior a 25 cm.
- 13.- La distancia entre postes o soportes verticales será la indicada por el fabricante. Ante su desconocimiento y en términos generales éstos se instalarán con una distancia entre postes menor a 2,5 m.
- 14.- Nunca se emplearán como barandillas cuerdas, cadenas, elementos de señalización o elementos no específicos para barandillas tales como tablones, palets, etc., fijados a puntales u otros elementos de la obra.
- 15.- Todos los sistemas de protección de borde se revisarán periódicamente a fin de verificar su idoneidad y comprobar el mantenimiento en condiciones adecuadas de todos sus elementos así como que no se ha eliminado ningún tramo. En caso necesario se procederá de inmediato a la subsanación de las anomalías detectadas.
- 16.- Las barandillas con postes fijados a los elementos estructurales mediante sistema de mordaza (sargentos o similar) y para garantizar su agarre, se realizará a través de tacos de madera o similar. Inmediatamente tras su instalación, así como periódicamente, o tras haber sometido al sistema a alguna sollicitación (normalmente golpe o impacto), se procederá a la revisión de su agarre, procediendo en caso necesario a su apriete, a fin de garantizar la solidez y fiabilidad del sistema.
- 17.- Los sistemas provisionales de protección de borde fijados al suelo mediante tornillos se efectuarán en las condiciones y utilizando los elementos establecidos por el fabricante. Se instalarán la totalidad de dichos elementos de fijación y repararán periódicamente para garantizar su apriete.

18.- Los sistemas de protección de borde fijados a la estructura embebidos en el hormigón (suelo o canto) se efectuarán utilizando los elementos embebidos diseñados por el fabricante y en las condiciones establecidas por él. En su defecto siempre se instalarán como mínimo a 10 cm del borde.

19.- Los postes o soportes verticales se instalarán cuando los elementos portantes (forjados, vigas, columnas, etc.) posean la adecuada resistencia.

### **Montaje y desmontaje**

1.- El montaje y desmontaje de los sistemas provisionales de protección de bordes se realizará de tal forma que no se añada riesgo alguno a los trabajadores que lo realicen.

Para ello se cumplirán las medidas siguientes:

a) Se dispondrá de adecuados procedimientos de trabajo para efectuar en condiciones el montaje, mantenimiento y desmontaje de estos sistemas de protección de borde.

b) Dichas operaciones se realizarán exclusivamente por trabajadores debidamente autorizados por la empresa, para lo cual y previamente se les habrá proporcionado la formación adecuada, tanto teórica como práctica, y se habrá comprobado la cualificación y adiestramiento de dichos trabajadores para la realización de las tareas.

c) El montaje y desmontaje se realizará disponiendo de las herramientas y equipos de trabajo adecuados al tipo de sistema de protección sobre el que actuar.

Asimismo se seguirán escrupulosamente los procedimientos de trabajo, debiendo efectuar el encargado de obra o persona autorizada el control de su cumplimiento por parte de los trabajadores.

d) Se realizará de forma ordenada y cuidadosa, impidiendo que al instalar o al realizar alguno de los elementos se produzca su derrumbamiento o quede debilitado el sistema

e) El montaje se realizará siempre que sea posible previamente a la retirada de la protección colectiva que estuviera colocada (normalmente redes de seguridad). De no existir protección colectiva, las operaciones se llevarán a cabo utilizando los operarios cinturón de seguridad sujetos a puntos de anclaje seguros, en cuyo caso no deberá saltarse hasta la completa instalación y comprobación de la barandilla.

f) No se procederá al desmontaje hasta que en la zona que se protegía, no se impida de alguna forma el posible riesgo de caída a distinto nivel.

g) Cuando en las tareas de colocación y retirada de sistemas provisionales de protección de borde se prevea la existencia de riesgos especialmente graves de caída en altura, con arreglo a lo previsto en el artículo 22 bis del RD 39/1997, de 17 de Enero, será necesaria la presencia de los recursos preventivos previstos en el artículo 32 bis de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de riesgos laborales; este hecho, así mismo deberá quedar perfectamente consignado en el propio Plan de Seguridad y Salud de la Obra.

### **Anejo 6.- Evacuación de escombros**

1.- Respecto a la carga de escombros:

a) Proteger los huecos abiertos de los forjados para vertido de escombros.

b) Señalizar la zona de recogida de escombros.

c) El conducto de evacuación de escombros será preferiblemente de material plástico, perfectamente anclado, debiendo contar en cada planta de una boca de carga dotada de faldas.

d) El final del conducto deberá quedar siempre por debajo de la línea de carga máxima del contenedor.

e) El contenedor deberá cubrirse siempre por una lona o plástico para evitar la propagación del

polvo.

f) Durante los trabajos de carga de escombros, se prohibirá el acceso y permanencia de operarios en las zonas de influencia de las máquinas (palas cargadoras, camiones, etc.).

g) Nunca los escombros sobrepasarán los cierres laterales del receptáculo (contenedor o caja del camión), debiéndose cubrir por una lona o toldo o en su defecto se regaran para evitar propagación de polvo en su desplazamiento hasta vertedero.

## **Anejo 7.- Escaleras manuales portátiles**

### **Aspectos generales**

1.- Las escaleras manuales portátiles tanto simples como dobles, extensibles o transformables, cumplirán las normas UNE-EN 131-1 “Escaleras: terminología, tipos y dimensiones funcionales” y UNE-EN 131-2 “Escaleras: requisitos, ensayos y marcado”

Dicho cumplimiento deberá constatarse en un marcado duradero conteniendo los siguientes puntos:

Nombre del fabricante o suministrador.

Tipo de escalera, año y mes de fabricación y/o número de serie.

Indicación de la inclinación de la escalera salvo que fuera obvio que no debe indicarse.

La carga máxima admisible.

2.- La escalera cumplirá y se utilizara según las especificaciones establecidas en el RD. 1215/97 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo” y su modificación por RD 2177/2004 de 12 de noviembre.

3.- La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura, deberá limitarse a las circunstancias en que la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

4.- No se emplearán escaleras de mano y, en particular escaleras de más de 5 m de longitud sobre cuya resistencia no se tenga garantías. Se prohibirá el uso de escaleras de mano de construcción improvisadas.

5.- Se prohibirá el uso como escalera de elemento alguno o conjunto de elementos que a modo de escalones pudiese salvar el desnivel deseado.

6.- Las escaleras de mano deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción o ambos, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñadas no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.

7.- Las escaleras de madera no se pintarán. Todas sus partes estarán recubiertas por una capa protectora transparente y permeable al vapor de agua.

8.- Los peldaños deben estar sólidos y duramente fijados a los largueros. Los de metal o plástico serán antideslizantes. Los de madera serán de sección rectangular mínima de 21 mm x 37 mm, o sección equivalente clavados en los largueros y encolados.

9.- Si la superficie superior de una escalera doble está diseñada como una plataforma, esta debe ser elevada por medio de un dispositivo cuando se cierre la escalera. Esta no debe balancearse cuando se está subido en su borde frontal.

10.- Todos los elementos de las escaleras de mano, construidas en madera, carecerán de nudos, roturas y defectos que puedan mermar su seguridad.

### **Estabilidad de la escalera.**

1.- Se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esta asegurada. A este respecto,



los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse solidamente sobre un soporte de las siguientes características:

De dimensiones adecuadas y estables.

Resistente e inmóvil de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Cuando el paramento no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante abrazaderas o dispositivos equivalentes.

2.- Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.

3.- Se impedirá el deslizamiento de los pies de la escalera de mano durante su utilización mediante:

a) Su base se asentará solidamente: mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros.

b) La dotación en los apoyos en el suelo de dispositivos antideslizantes en su base tales como entre otras: zapatas de seguridad, espolones, repuntas, zapatas adaptadas, zuecos redondeados o planos, etc.

c) Cualquier otro dispositivo antideslizante o cualquiera otra solución de eficacia equivalente.

4.- Las tramas de escaleras dobles (de tijera) deben estar protegidas contra la apertura por deslizamiento durante su uso por un dispositivo de seguridad. Si se utilizan cadenas, todos sus eslabones a excepción del primero deben poder moverse libremente. Se utilizarán con el tensor totalmente extendido (tenso).

5.- Las escaleras dobles (de tijera) y las que están provistas de barandillas de seguridad con una altura máxima de ascenso de 1,80 m, deben estar fabricadas de manera que se prevenga el cierre involuntario de la escalera durante su uso normal.

6.- Las escaleras extensibles manualmente, durante su utilización no se podrán cerrar o separar sus tramas involuntariamente. Las extensibles mecánicamente se enclavarán de manera segura.

7.- El empalme de escaleras se realizara mediante la instalación de las dispositivos industriales fabricadas para tal fin.

8.- Las escaleras con ruedas deberán inmovilizarse antes de acceder a ellas.

9.- Las escaleras de manos simples se colocarán en la medida de lo posible formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

#### **Utilización de la escalera**

1.- Las escaleras de mano con fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir, al menos, 1 m de plano de trabajo al que se accede.

2.- Se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante, (evitando su uso como pasarelas, para el transporte de materiales, etc.)

3.- El acceso y descenso a través de escaleras se efectuará frente a estas, es decir, mirando hacia los peldaños

4.- El trabajo desde las escaleras se efectuará así mismo frente a estas, y lo más próximo posible a su eje, desplazando la escalera cuantas veces sea necesario. Se prohibirá el trabajar en posiciones forzadas fuera de la vertical de la escalera que provoquen o generen riesgo de caída. Deberán mantenerse los dos pies dentro del mismo peldaño, y la cintura no sobrepasara la altura del último peldaño.

5.- Nunca se apoyará la base de la escalera sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar su estabilidad.

6.- Nunca se suplementará la longitud de la escalera apoyando su base sobre elemento alguno. En caso de que la escalera resulte de insuficiente longitud, deberá proporcionarse otra escalera de

longitud adecuada.

7.- Se utilizarán de forma que los trabajadores tengan en todo momento al menos un punto de apoyo y otro de sujeción seguros. Para ello el ascenso y descenso por parte de los trabajadores lo efectuarán teniendo ambas manos totalmente libres y en su consecuencia las herramientas u objetos que pudiesen llevar lo harán en cinturones o bolsas portaherramientas.

8.-Se prohibirá a los trabajadores o demás personal que interviene en la obra que utilicen escaleras de mano, transportar elementos u objetos de peso que les dificulte agarrarse correctamente a los largueros de la escalera.

Estos elementos pesados que se transporten al utilizar la escalera serán de un peso como máximo de 25 kg.

9.- Se prohibirá que dos o más trabajadores utilicen al mismo tiempo tanto en sentido de bajada como de subida, las escaleras de mano o de tijera.

10.-Se prohibirá que dos o más trabajadores permanezcan simultáneamente en la misma escalera

11.- Queda rigurosamente prohibido, por ser sumamente peligroso, mover o hacer bailar la escalera.

12.- Se prohíbe el uso de escaleras metálicas (de mano o de tijera) cuando se realicen trabajos (utilicen) en las cercanías de instalaciones eléctricas no aisladas.

13.- Los trabajos sobre escalera de mano a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, con movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, se efectuarán con la utilización por su parte de un equipo de protección individual anticaidada, o la adopción de otras medidas de protección alternativas; caso contrario no se realizarán.

14.- No se utilizarán escaleras de mano y, en particular de más de 5 m de longitud si no ofrece garantías de resistencia.

15.- El transporte a mano de las escaleras se realizara de forma que no obstaculice la visión de la persona que la transporta, apoyada en su hombro y la parte saliente delantera inclinada hacia el suelo. Cuando la longitud de la escalera disminuya la estabilidad del trabajador que la transporta, este se hará por dos trabajadores.

16.- Las escaleras de mano dobles (de tijera) además de las prescripciones ya indicadas, deberán cumplir:

- a) Se utilizaran montadas siempre sobre pavimentos horizontales
- b) No se utilizaran a modo de borriquetes para sustentar plataformas de trabajo.
- c) No se utilizaran si es necesario ubicar lo pies en los últimos tres peldaños.
- d) Su montaje se dispondrá de forma que siempre esté en situación de máxima apertura.

### **Revisión y mantenimiento**

1.- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente, siguiendo las instrucciones del fabricante, o suministrador.

2.- Las escaleras de madera no se pintarán debido a la dificultad que ello supone para la detección de posibles defectos.

3.- Las escaleras metálicas se recubrirán con pinturas antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie. Asimismo se desecharan las que presenten deformaciones, abolladuras u otros defectos que puedan mermar su seguridad.

4.-Todas las escaleras se almacenarán al abrigo de mojaduras y del calor, situándolas en lugares ventilados, no cercanos a focos de calor o humedad excesivos.

5.- Se impedirá que las escaleras quedan sometidas a cargas o soporten pesos, que puedan deformarlas o deteriorarlas.

6.- Cuando se transporten en vehículos deberá, colocarse de forma que, durante el trayecto, no sufran flexiones o golpes.

7.- Las escaleras de tijera se almacenarán plegadas.

8.- Se almacenarán preferentemente en posición horizontal y colgada, debiendo poseer suficientes puntos de apoyo para evitar deformaciones permanentes en las escaleras.

9.- No se realizarán reparaciones provisionales. Las reparaciones de las escaleras, en caso de que resulte necesario, se realizarán siempre por personal especializado, debiéndose en este caso y una vez reparados, someterse a los ensayos que proceda.

#### **Anejo 8.- Utilización de herramientas manuales**

La utilización de herramientas manuales se realizará teniendo en cuenta:

- Se usarán únicamente las específicamente concebidas para el trabajo a realizar.
- Se encontrarán en buen estado de limpieza y conservación.
- Serán de buena calidad, no poseerán rebabas y sus mangos estarán en buen estado y sólidamente fijados.
- Los operarios utilizarán portaherramientas. Las cortantes o punzantes se protegerán cuando no se utilicen.
- Cuando no se utilicen se almacenarán en cajas o armarios portaherramientas.

#### **Anejo 9.- Máquinas eléctricas**

Toda máquina eléctrica a utilizar deberá ser de doble aislamiento o dotada de sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos, constituido por toma de tierra combinada con disyuntores diferenciales.

#### **Anejo 10.- Sierra circular de mesa**

La sierra circular de mesa para el corte de tableros o riostras de madera dispondrá en evitación de cortes, de capo protector y cuchillo divisor. Asimismo dispondrá de las protecciones eléctricas adecuadas contra contactos eléctricos directos e indirectos.

#### **Anejo 11.- Imprimación y pintura**

Las operaciones de imprimación y pintura se realizarán utilizando los trabajadores protección respiratoria debidamente seleccionada en función del tipo de imprimación y pintura a utilizar. Dichas medidas se extremarán en caso de que la aplicación sea por procedimientos de aerografía o pulverización.

#### **Anejo 12.- Operaciones de soldadura**

Las operaciones de soldadura eléctrica se realizarán teniendo en cuenta las siguientes medidas: No se utilizará el equipo sin llevar instaladas todas las protecciones. Dicha medida se extenderá al ayudante o ayudantes caso de existir.

Deberá soldarse siempre en lugares perfectamente ventilados. En su defecto se utilizará protección respiratoria.

Se dispondrán de protecciones contra las radiaciones producidas por el arco (ropa adecuada, mandil y polainas, guantes y pantalla de soldador). Nunca debe mirarse al arco voltaico. Las

operaciones de picado de soldadura se realizarán utilizando gafas de protección contra impactos.No se tocarán las piezas recientemente soldadas.

Antes de empezar a soldar, se comprobará que no existen personas en el entorno de la vertical de los trabajos.Las clemas de conexión eléctrica y las piezas portaelectrodos dispondrán de aislamiento eléctrico adecuado.

### **Anejo 13.- Operaciones de Fijación**

Las operaciones de fijación se harán siempre disponiendo los trabajadores de total seguridad contra golpes y caídas, siendo de destacar la utilización de:

- a) Plataformas elevadoras provistas de marcado CE y declaración de conformidad del fabricante.
- b) Castilletes o andamios de estructura tubular, estables, con accesos seguros y dotados de plataforma de trabajo de al menos 60 cm de anchura y con barandillas de 1 m de altura provistas de rodapiés.
- c) Jaulas o cestas de soldador, protegidas por barandillas de 1 m de altura provistas de rodapié y sistema de sujeción regulable para adaptarse a todo tipo de perfiles. Su acceso se realizará a través de escaleras de mano.
- d) Utilización de redes horizontales de protección debiendo prever los puntos de fijación y la posibilidad de su desplazamiento.
- e) Sólo en trabajos puntuales, se utilizarán cinturones de seguridad sujetos a un punto de anclaje seguro.

### **Anejo 14.- Relación de Normativa de Seguridad y Salud de aplicación en los proyectos y en la ejecución de obras**

En este apartado se incluye una relación no exhaustiva de la normativa de seguridad y salud de aplicación a la redacción de proyectos y a la ejecución de obras de edificación.

Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970

Orden de 28 de Agosto de 1970 del Mº de Trabajo y Seguridad Social

BOE 5-9-70

BOE 7-9-70

BOE 8-9-70

BOE 9-9-70

Corrección de errores BOE 17-10-70

Aclaración BOE 28-11-70

Interpretación Art.108 y 123 BOE 5-12-70

En vigor CAP XVI Art. 183 al 296 y del 334 al 344

Resolución de 29 de noviembre de 2001, de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el Registro y publicación del laudo arbitral de fecha 18 de octubre de 2001, dictado por don Tomás Sala Franco en el conflicto derivado del proceso de sustitución negociada de la derogada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

BOE 302; 18.12.2001 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto.

Orden de 31 de octubre de 1984 del Mº de Trabajo y Seguridad Social.

BOE 267; 07.1.84

Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

Orden de 7 de noviembre de 1984 del Mº de Trabajo y Seguridad Social (rectificación)

BOE 280; 22.11.84

Orden de 7 de enero de 1987 del Mº de Trabajo y Seguridad Social (Normas complementarias)

BOE 13; 15.01.87

Orden de 22 de diciembre de 1987 por la que se aprueba el Modelo de Libro Registro de Datos correspondientes al Reglamento sobre trabajos con Riesgo de Amianto.

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Mº de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

BOE 86; 11.04.06

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia

BOE 256; 25.10.97

Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

BOE 274; 13.11.04

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

BOE 127; 29.05.06

Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, complementa el art.18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997

Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 31/95, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado

BOE 269; 10.11.95

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

BOE 298; 13.12.03

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, en materia de coordinación de actividades empresariales

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.

Orden de 16 de diciembre de 1987, del Mº de Trabajo y Seguridad Social

BOE 311; 29.12.87

Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

Orden de 31 de agosto de 1987, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo

BOE 224; 18.09.87

Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 97; 23.04.97

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Mº de la Presidencia.

BOE 124; 24.05.97

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, del Mº de la Presidencia.

BOE 124; 24.05.97

Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta el Real Decreto anterior

BOE 76; 30.03.98

Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 27; 31.01.97

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

BOE 127; 29.05.06

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 104; 1.05.98

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad en el trabajo.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 97; 23.04.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 97; 23.04.97

Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

BOE 274; 13.11.04

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 97; 23.04.97

Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 140; 12.06.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 188; 7.08.97

Modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

BOE 274; 13.11.04

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de las empresas de trabajo temporal.

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 47; 24.02.99

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 104; 1.05.01

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Mº de la Presidencia

BOE 148; 21.06.01

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales

BOE 265; 5.11.05

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Mº de la Presidencia

BOE 60; 11.03.06

Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006

BOE 62; 14.03.06

Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, del Mº de Ciencia y Tecnología, por el que se aprueba una nueva instrucción técnica complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

BOE 170; 17.07.03

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados

Optimización del Sistema de Climatización y ACS de un edificio de viviendas sito en Sevilla  
Luis Julio Martínez Barthe

de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Mº de la Presidencia

BOE 145; 18.06.03

Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

BOE 250; 19.10.06





## 6 Pliego de condiciones

---

### CONDICIONES GENERALES

#### 1.1. DEFINICIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (en lo sucesivo P.P.T.P.) constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras a que se refiere el presente proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales a utilizar, el modo de ejecución y medición de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto.

#### 1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares será de aplicación a las obras definidas en el "Proyecto Optimización del sistema de climatización y ACS en un edificio de viviendas sito en Sevilla

#### 1.3. PRESCRIPCIONES DE APLICACIÓN CON CARÁCTER SUPLETORIO.

En casos de olvidos, imprevisiones u omisiones de las prescripciones correspondientes a determinados factores productivos o unidades de obra que figuren en el proyecto y, hayan de intervenir en la ejecución de la obra, se aplicarán, con carácter supletorio, las prescripciones recogidas para los mismos en este pliego, y, en su defecto, las prescripciones contempladas, para otros factores productivos o unidades de obra similares, en aquellos aspectos que les sean comunes o afines.

#### 1.4. OBLIGACIONES LABORALES Y SOCIALES.

El contratista estará obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de salud, seguridad y salud en el trabajo; por lo que, con independencia de que haya estudio de Seguridad y Salud y sea exigible el Plan correspondiente, vendrá obligado a disponer las medidas que para esta materia exijan las disposiciones y normas vigentes en cada momento.

El contratista deber constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre seguridad, salud e higiene en el trabajo y habrá de designar al personal que asuma en la obra las obligaciones correspondientes sobre dicha materia.

#### 1.5. TÉCNICOS ADSCRITOS A LA OBRA.

En el supuesto de que las condiciones contractuales exigieran la adscripción a la obra de determinados técnicos, por parte del contratista, de acuerdo con una experiencia, titulación y "curriculum" profesional definido, debe ponerse en conocimiento de la Dirección Facultativa, antes de iniciar la obra y cuando, durante el curso de esta, se produzca algún cambio al respecto.

En todo momento la Dirección Facultativa podrá exigir la correspondiente acreditación de dicho personal, a los efectos de comprobar si reúne los requisitos establecidos.

#### 1.6. ACTUACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

##### 1.6.1. **Permisos, licencias y autorizaciones**

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, es requisito imprescindible que el constructor tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes.

##### 1.6.2. **Información y reconocimientos**

Antes de comenzar cualquier trabajo a realizar en la obra, el contratista debe efectuar las inspecciones y reconocimientos necesarios y recabar la información pertinente de todos aquellos

aspectos y circunstancias que pudieran afectar a la ejecución de las obras, tales como:

- Obstáculos o impedimentos.
- Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos, por actividades o trabajos en el entorno próximo a la obra.
- Estado de las construcciones colindantes, en su caso.
- Redes de instalaciones y servicios que puedan interferir en la obra.
- Estado actual del solar o edificio, según se trate, y en especial de aquellas partes que demanden un tratamiento previo.

De los datos e información recabada, al respecto, se dará conocimiento a la Dirección Facultativa.

En el caso de que hayan de ejecutarse unidades de obra que pudieran afectar a edificaciones contiguas, no se podrá comenzar ningún trabajo relativo a dichas unidades, hasta que se haya levantado el acta correspondiente entre las partes implicadas, donde quede reflejado, de forma clara, el estado de las medianeras, servidumbres, en su caso, y construcciones colindantes. Por lo que, el contratista debe asegurarse de dichos extremos, con carácter previo al inicio de los trabajos de que se trate.

### **1.6.3. Replanteo general**

Antes de comenzar el replanteo general de la obra se dispondrán al menos dos hitos o referencias fijas y estables que permitan comprobar durante el transcurso de la ejecución de la obra las dimensiones y posición de los elementos constructivos.

### **1.7. ORGANIZACIÓN DE LA OBRA.**

Salvo que las condiciones contractuales establezcan determinadas obligaciones al respecto o que venga exigido por las prescripciones técnicas establecidas para la ejecución de las unidades de obra, la empresa constructora podrá organizar la obra según tenga por conveniente y emplear los medios que estime oportunos, siempre que no afecten a la correcta ejecución de la obra.

En cualquier caso, con carácter previo a su implantación o ejecución, el constructor deberá informar a la Dirección Facultativa, por si esta tiene que hacer alguna observación al respecto, de sus intenciones sobre:

- Ubicación y características de la maquinaria, equipos y medios auxiliares a emplear.
- Emplazamiento y características de las instalaciones y construcciones provisionales.
- Personal técnico y administrativo y mandos intermedios a adscribir a la obra.
- Subcontratistas que han de intervenir en la ejecución.
- Lugares previstos para acopios de materiales.
- Accesos, circulaciones interiores y delimitaciones de la obra.
- Relación de oficios y categorías del personal que ha de intervenir en la ejecución de la obra, con indicación de los trabajos asignadas a los mismos.
- Programa de trabajos previstos
- Evacuación de escombros y residuos.

Si durante el curso de la obra el contratista estima conveniente modificar las previsiones iniciales, en relación con los aspectos anteriores, deberá, con carácter previo, dar conocimiento de ello a la Dirección, a los efectos referidos.

## **1.8. INSTALACIONES Y CONSTRUCCIONES PROVISIONALES.**

### **1.8.1. Oficina de obra**

El contratista deberá instalar antes del comienzo de las obra y mantener durante la ejecución de la misma una oficina de obra en el lugar que considere más apropiado, previa conformidad de la Dirección Facultativa.

En dicha oficina el contratista deber conservar hasta la recepción de la obra, el libro de órdenes, el libro de Control de Calidad, una copia del proyecto aprobado y, en su caso una copia del programa de trabajos vigente.

### **1.8.2. Locales y servicios complementarios**

Los locales y servicios complementarios relativos a oficinas, talleres auxiliares, laboratorios, almacenes u otros análogos que se instalen en la obra, serán de construcción segura y firme, debiendo poseer la estabilidad, estanqueidad y confort apropiados al tipo de utilización y estar debidamente protegidos contra incendios.

Las características técnicas que habrán de reunir los materiales, aparatos, instalaciones y unidades constitutivas de los mismos serán las establecidas por las normas y disposiciones de obligado cumplimiento.

Estarán dotados de los elementos, equipos, mobiliario e instalaciones necesarias para que puedan llevarse a cabo las funciones y usos a los que cada uno de ellos va destinado.

### **1.8.3. Instalaciones y suministros provisionales de obra**

Se deberán disponer en obra las instalaciones de acometidas y tendidos provisionales de agua y electricidad que sean necesarios para la realización de la misma y para realizar las pruebas de servicio correspondientes.

Dichas instalaciones deberán efectuarse de acuerdo con las normas y disposiciones obligatorias y habrán de ser regularmente verificadas y mantenidas en buen estado de funcionamiento. Así mismo, quedarán identificadas y claramente indicadas.

## **1.9. MAQUINARIA.**

### **1.9.1. Características**

Las máquinas a utilizar en la obra serán adecuadas a los trabajos que hayan de realizar, no pudiéndose emplear para otros usos que los previstos por el fabricante.

### **1.9.2. Manejo**

Las máquinas deberán ser manejadas por personal específicamente cualificado y autorizado para ello.

### **1.9.3. Recepción**

Todas las máquinas se identificarán por medio de una placa de características en la que, al menos, figurarán los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Año de fabricación y/o suministro
- Tipo y número de fabricación
- Potencia
- Contraseña de homologación, si procede

Así mismo, será preciso acompañar a la máquina, certificado de montaje y prueba, certificado de revisión anual, en su caso, y manual de instrucciones extendido por el fabricante, en el que figurarán las características técnicas, condiciones de instalación, uso y mantenimiento y normas de seguridad.

#### **1.9.4. Normas de aplicación**

Las máquinas a utilizar en obra deberán cumplir con las normas y disposiciones que le sean de aplicación en cada momento.

#### **1.9.5. Conservación y mantenimiento**

Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento y conservación deberán ser realizados por personal especializado, debidamente cualificado.

Durante su permanencia en obra, deberán llevarse a cabo las revisiones y operaciones de manutención, mantenimiento y conservación, según las instrucciones del fabricante y de acuerdo con las disposiciones vigentes.

Diariamente, se deber comprobar el estado de funcionamiento de los órganos de mando y elementos sometidos a esfuerzos.

Debe disponerse un libro de mantenimiento, donde se anoten los datos relativos a revisiones efectuadas, incidencias observadas en su conducción, instalación, mantenimiento y reparaciones, y comportamiento de las pruebas realizadas, una vez reparada una máquina.

### **1.10. MEDIOS AUXILIARES.**

#### **1.10.1. Plataformas de trabajo**

Sus elementos constitutivos se fijarán a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos u otros movimientos.

Si se realizan con madera, ésta será sana, sin nudos ni grietas y con tablones de 5 cm de espesor mínimo, trabados entre sí, dispuestos de forma que no dejen huecos y encajados a la plataforma perimetral de apoyo.

Si son metálicas, deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas en cada momento, protegiéndose contra la oxidación.

#### **1.10.2. Andamios**

##### **1.10.2.1. Condiciones generales**

-Antes de su primera utilización se efectuará un riguroso reconocimiento de cada uno de sus elementos y, posteriormente una prueba a plena carga.

-Diariamente y antes de comenzar los trabajos, deber realizarse, por una persona cualificada, una inspección de los distintos elementos, tales como, apoyos, plataformas de trabajo, barandillas y, en general, todos los elementos sometidos a esfuerzos.

-Las dimensiones y características de las diversas piezas y elementos auxiliares, serán suficientes para soportar las cargas de trabajo a las que vayan a estar sometidas.

##### **1.10.2.2. Andamios de borriquetes**

-Para alturas mayores de 3 m. no podrán emplearse sin arriostramientos.

-La máxima altura permitida en este tipo de andamios ser de 6 metros.

-Para alturas comprendidas entre tres y seis metros, se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

-Una tercera parte, como mínimo, de los tablones que formen el piso del andamio, deberán estar sujetos a las borriquetas por medio de atados y deberán estar apoyados, como mínimo, cada 2.50 m. de longitud.

-No se podrán emplear andamios sobre borriquetas superpuestas.

### 1.10.2.3. Andamios metálicos tubulares

- El número de perfiles que constituyen el andamio, su sección, características, disposición y separación, así como las piezas de unión entre perfiles, arriostramientos, anclajes a fachadas y apoyos sobre el terreno, se determinarán de forma que quede asegurada la estabilidad y seguridad del conjunto.
- Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que se utilizarán durmientes de madera o bases de hormigón que repartan uniformemente las cargas y mantengan la horizontalidad de las plataformas de trabajo.
- Se dispondrá un número suficiente de juntas de anclaje para conseguir la estabilidad y seguridad del conjunto, distribuyéndose por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra.
- Todos los cuerpos del conjunto deberán disponer de arriostramientos del tipo de "Cruces de San Andrés".
- El piso de los andamios se sujetará a los tubos o perfiles metálicos mediante abrazaderas o piezas similares adecuadas, que impidan el basculamiento.
- El apretado de las mordazas será uniforme, de forma que no quede flojo ningún tornillo.
- El apoyo de las cabezas de los tubos o perfiles en zonas resistentes se hará con la interposición de una base con taladros para pasas las puntas o tornillos de sujeción a los apoyos.
- No se podrán dejar plataformas sueltas y sujetas a los tubos por su propio peso, debiendo usarse contravientos apropiados en el sentido longitudinal y transversal.
- Todos los elementos metálicos deberán estar protegidos contra la oxidación, debiéndose tomar las medidas pertinentes para su conservación.
- El montaje y mantenimiento del andamio se deberá realizar por personal especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante o suministrador.

## 1.11. **MANO DE OBRA.**

### 1.11.1. Descripción

Operarios que llevan a cabo de manera directa la ejecución de las unidades de obra y los que, en su caso, colaboran o ayudan a estos de forma directa.

### 1.11.2. Cualificación

Los operarios que participen o intervengan de forma directa en la ejecución de las unidades de obra, deberán estar cualificados y capacitados profesionalmente para realizar, de acuerdo con las normas de buena construcción, con las prescripciones de ejecución establecidas y con las instrucciones recibidas, los trabajos propios del oficio o especialidad a que se refiera cada unidad de obra.

A los efectos anteriores, los conocimientos mínimos que habrán de reunir, según sea requerido por el trabajo de que se trate, serán los siguientes:

- Interpretación de instrucciones gráficas, medidas y cotas.
- Replanteo y preparación del tajo.
- Utilización y manejo de las herramientas de trabajo adecuadas.
- Correr niveles y plomos.
- Trazado de ángulos y alineaciones
- Colocación de tirantes, miras y reglas.
- Aplicación, distribución y ordenación de los elementos constitutivos de la unidad de obra,

de acuerdo con los despieces, trazados y disposiciones constructivas establecidas.

-Montaje de los medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Los operarios que manejen o conduzcan, según se trate, las máquinas de producción directa y las de utilización múltiple, así como los que, intervengan en el mantenimiento de las mismas, deberán estar debidamente cualificados y autorizados para la utilización de la máquina de que se trate.

La Dirección Facultativa podrá rechazar la ejecución de las unidades de obra si, durante el proceso de ejecución, se detectan deficiencias o anomalías constructivas imputables a la falta de cualificación requerida para los operarios ejecutores.

### **1.11.3. Acreditación**

La categoría profesional, oficio o especialización deberá acreditarse mediante experiencia contrastada, formación profesional, carné o autorización, en su caso, según el oficio de que se trate.

La Dirección Facultativa podrá exigir al contratista, en cualquier momento, la acreditación de la cualificación o especialización de los operarios que participan en la ejecución de la obra.

## **1.12. JEFES DE OBRA, ENCARGADOS Y CAPATACES.**

### **1.12.1. Descripción**

Personal que realiza funciones de control, organización, distribución de tareas, vigilancia, comprobación y otras análogas.

### **1.12.2. Cualificación**

Salvo que las condiciones contractuales establezcan mayores exigencias, el constructor deberá adscribir permanentemente a la obra, al menos, a una persona con los conocimientos, cualificación, capacitación, y atribuciones suficientes para desarrollar correctamente las siguientes funciones:

- Interpretación de planos, tanto de conjunto como de detalles.
- Interpretación de las definiciones, descripciones y prescripciones de cualquiera de los documentos del proyecto.
- Realizar los replanteos generales y parciales.
- Transmitir las instrucciones pertinentes, de acuerdo con el proyecto y las órdenes de la Dirección Facultativa, a los trabajadores que realicen las diferentes tareas, sobre la ejecución, organización y puesta en obra de las distintas unidades.
- Interpretar las órdenes e instrucciones impartidas por la Dirección Facultativa.
- Instruir a los operarios sobre la ejecución de las distintas unidades de obra.
- Interpretar las medidas adoptadas, en los documentos y normas correspondientes y las órdenes recibidas al respecto, sobre salud, seguridad e higiene en el trabajo, así como transmitir a los trabajadores las instrucciones pertinentes sobre dicha materia.
- Organizar la ejecución de la obra y ostentar la representación del contratista.

## **1.13. MATERIALES.**

### **1.13.1. Procedencia y características**

Salvo que para un determinado producto se prescriba una procedencia concreta que atienda a un origen geográfico, industrial o tecnológico, el constructor podrá proveerse del mismo de los lugares o puntos que tenga por conveniente, siempre que reúna las condiciones exigidas en este pliego.

Los productos a emplear en la obra habrán de cumplir las características cualitativas y cuantitativas prescritas para los mismos, pudiendo el contratista utilizar las marcas, modelos o

denominaciones comerciales que estima conveniente, siempre que reúnan tales características y hayan sido previamente aceptados por la Dirección Facultativa.

Las tolerancias especificadas en las prescripciones establecen los límites a partir de las cuales la Dirección Facultativa podrá tomar la decisión de rechazo.

Cuando no se especifique una tolerancia concreta para una determinada característica, se entenderá que, de no cumplir la misma el producto de que se trate, podrá ser rechazado.

### **1.13.2. Recepción**

Los productos, a su llegada a la obra, deberán poder identificarse, según las condiciones establecidas para ello en las prescripciones correspondientes y de acuerdo con las descripciones de definiciones de los mismos.

Solo podrán emplearse los productos en la obra previo examen y aceptación de la Dirección Facultativa. A tales efectos, esta fijará aquellos productos para los que deberán presentarse muestras, por parte del contratista, determinando el número de las mismas. Debiendo habilitarse un lugar en la obra para guardar las muestras aceptadas, cuya custodia corresponderá al contratista.

Los materiales acopiados y sus respectivas muestras, cuando proceda, deberán quedar identificados de manera indeleble en correspondencia con el resto de la documentación del suministro.

La recepción de los materiales por la Dirección no eximirá al contratista de su responsabilidad de cumplimiento de las características exigidas para los mismos en el presente pliego.

Deberán retirarse de la obra inmediatamente los materiales que hayan sido rechazados.

Todos los aparatos y equipos de origen industrial deberán venir con las garantías e instrucciones correspondientes del fabricante o suministrador, relativas a ejecución, montaje, instalación, conservación, mantenimiento y uso, que serán custodiadas por el contratista hasta su entrega, con la recepción de la obra.

En los productos con distintivo de calidad se deberá disponer en obra, a la recepción de los mismos, de la acreditación correspondiente, siendo obligatorio acreditar la vigencia de la homologación o certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios para todos aquellos productos a los que les sea exigido por las disposiciones que regulen la materia.

En la documentación del suministrador deberán indicarse las condiciones de almacenamiento y conservación, en su caso.

### **1.13.3. Normas de aplicación**

Los productos utilizados en la obra deberán ajustarse a las normas relacionadas en las prescripciones correspondientes a cada uno de ellos, sin perjuicio de las características específicas establecidas para los mismos.

### **1.13.4. Conservación, almacenamiento y manipulación**

Se deberán llevar a cabo los cuidados y protecciones necesarios, adoptando las medias pertinentes y siguiendo, en su caso, las instrucciones del suministrador para mantener y conservar las condiciones de recepción exigidas a los productos hasta su incorporación en las unidades de obra, a cuyos efectos, el contratista deberá instalar en la establecidas y las instrucciones que reciba al respecto de la Dirección.

La colocación y manipulaciones a que han de estar sometidos los productos en las operaciones de carga, descarga y apilado o almacenaje y en los movimientos y transportes desde los lugares de acopio hasta los de aplicación, se realizarán de forma que no se alteren las características que han de reunir.

## **1.14. UNIDADES DE OBRA.**



En el caso de unidades de obra complejas formadas por trabajos objeto de unidades simples para las que ya se hayan establecido las prescripciones correspondientes, dichas prescripciones serán de aplicación a las unidades de obra complejas, en los mismos términos.

#### **1.14.1. Descripción y componentes**

Los componentes y las características cualitativas y cuantitativas de cada unidad de obra serán las descritas de las prescripciones correspondientes, complementadas y completadas, en cualquier caso, con lo definido en las descripciones de los precios unitarios y con lo especificado en los planos de conjunto y de detalle, debiendo entenderse que todos los materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra y se encuentren comprendidos en los conceptos de material complementario y piezas especiales o pequeño material, se consideraran incluidos en la misma aunque no figuren mencionados de forma expresa en la descripción y relación de componentes.

#### **1.14.2. Requisitos previos**

Con independencia de los requisitos previos exigidos para cada unidad de obra en las prescripciones específicas correspondientes, con carácter general, antes de iniciar la ejecución de cualquier unidad de obra se cumplirán los siguientes:

- Los lugares de trabajo deberán estar limpios y libres de restos.
- Estarán realizados los replanteos y definidos los trazados, despieces y referencias correspondientes.
- Se dispondrá de toda la información que pueda afectar a la ejecución.
- Se habrán impartido a los trabajadores las instrucciones pertinentes para la ejecución.
- Estarán instalados los medios auxiliares que sean necesarios.
- Se habrán ejecutado las unidades de obra requeridas, según el proceso constructivo.
- No se podrán comenzar los trabajos, si se dan condiciones meteorológicas adversas que puedan afectar a la ejecución.

#### **1.14.3. Prescripciones de ejecución.**

La ejecución de las unidades de obra se llevará a cabo de acuerdo con las prescripciones establecidas para las mismas, con las normas aplicables relacionadas, con las normas tradicionales de buena construcción y con las ordenes e instrucciones que, en interpretación del proyecto, dicte la Dirección Facultativa.

Las formas, dimensiones, trazados, disposiciones constructivas, despieces y emplazamientos de las distintas unidades y partes de obra serán los especificados en los planos de conjunto y de detalle.

La instalación, montaje y puesta en obra de los productos que han de quedar integrados a la unidad de obra se realizará de forma que no se alteren las características de los mismos.

La mano de obra que intervenga en la ejecución, deberá reunir los requisitos de formación y cualificación exigidos para el trabajo de que se trate.

Cuando las condiciones climatológicas sean tan adversas y desfavorables que puedan afectar a las características que haya de reunir las unidades de obra, se suspenderán los trabajos correspondientes.

El incumplimiento de las prescripciones de ejecución establecidas para cada unidad de obra, podrá ser causa de rechazo de la misma. No obstante, el hecho de haber examinado y reconocido, durante la ejecución, las unidades de obra, no significa que si en el momento de la recepción final de la obra, no cumplen con las prescripciones exigidas para las mismas, hayan de ser aceptadas.

Terminada la ejecución de cualquier unidad de obra, ésta no deberá presentar defectos,

manchas, deterioros o irregularidades, debiendo quedar con las dimensiones especificadas en los planos y cumpliendo las funciones para las que se destina. Así mismo, el tajo deber quedar limpio y habrán de retirarse los escombros, restos, materiales sobrantes, y los equipos herramientas y medios auxiliares utilizados, salvo que sea imprescindible mantener algunos de estos últimos.

#### **1.14.4. Conservación y mantenimiento**

Una vez terminadas las unidades de obra, no podrán utilizarse para otros usos distintos que los definidos en el proyecto.

A los efectos de mantener las unidades terminadas, se realizarán inspecciones de forma sistemática, al menos, una vez al mes, y cuando varíen las condiciones iniciales y cuando lo indiquen, en su caso, las condiciones de uso y mantenimiento.

Los daños o deterioros producidos por cualquier causa, una vez terminadas las unidades de obra, deberán ponerse en conocimiento de la Dirección Facultativa para su reparación en el momento adecuado, previa autorización expresa de esta.

No se almacenarán ni depositarán materiales u otros elementos en los espacios o unidades terminadas que puedan alterar las características prescritas para los mismos, ni se someterán a esfuerzos o solicitudes para los que no han sido previstos.

En el caso de condiciones climatológicas adversas que puedan dañar o perjudicar las unidades terminadas se inspeccionarán y revisarán las mismas adoptando las medidas necesarias.

#### **1.15. CONTROLES, PRUEBAS Y ENSAYOS**

La Dirección Facultativa podrá llevar a cabo por sí misma o con la colaboración de entidades acreditadas en las áreas correspondientes, de acuerdo con las disposiciones vigentes sobre la materia, los ensayos, controles y pruebas de materiales y unidades de obra que estime pertinente, debiendo el contratista facilitar dichos cometidos, proporcionando los medios materiales que sean necesarios para su desarrollo, tales como medios auxiliares, productos, energía y agua.

El contratista podrá realizar a su costa los autocontroles que estime pertinentes, debiendo dar conocimiento, en su caso, a la Dirección Facultativa de la planificación prevista a tal efecto.

El contratista deberá disponer en un lugar apropiado, habilitado al efecto en la obra, los instrumentos de medida de dimensiones, temperatura, humedad y velocidad del viento, que habrán de mantenerse en condiciones para cumplir sus funciones.

Los aparatos de medida dispondrán de los patrones o elementos de contraste que permitan comprobar, en cualquier momento, su correcto funcionamiento.

En los controles a efectuar, el error máximo admitido por los procedimientos de medida será inferior al 50% de la tolerancia establecida.

La Dirección Facultativa, podrá aceptar, si lo estima oportuno, determinados productos, mano de obra y unidades de obra, sin necesidad de someterlos a ensayos u otros controles, cuando se acrediten sus características mediante las garantías y certificados pertinentes, siempre que estos cumplan los siguientes requisitos:

*Documentos de garantía del suministro:*

- Certificación de conformidad con los requisitos reglamentarios. Se podrán admitir en la forma que cada reglamento de aplicación especifique.
- Certificado de conformidad a norma. Se podrán admitir los expedidos por organismos de certificación legalmente autorizados de acuerdo con el R.D. 2200/1995.
- Declaración de conformidad con los requisitos exigidos:
  - a) Declaración del suministrador: Se podrán admitir los presentados según lo especificado en la norma UNE 66514-91.

b) Certificado de ensayo. Se podrán admitir los presentados por un laboratorio oficialmente reconocido, propio o ajeno al suministrador, expedido según norma UNE 66803-89.

*Documentos de aptitud de operadores, instaladores y aplicadores:*

- Licencias y certificados de competencia. Se podrán admitir los documentos de aptitud personales y en periodo de vigencia, emitidos por organismos oficialmente reconocidos.
- Reconocimiento de instalador o aplicador. Se podrán admitir los documentos emitidos por el fabricante sobre un determinado proceso o elemento constructivo a favor de una organización o persona física, aceptados por esta. Debiéndose indicar el ámbito de competencia y las condiciones de ejecución reconocidas al instalador o aplicador.

#### **1.16. RECEPCIÓN DE LA OBRA**

Si en la recepción de la obra se detectasen unidades de obra no ejecutadas de acuerdo con el proyecto, que no hubieran sido autorizadas, o se observasen defectos y deficiencias de ejecución imputables al contratista, la Dirección podrá rechazar las obras y ordenar las correcciones oportunas. Debiendo seguir el contratista las instrucciones que, de acuerdo con las prescripciones del proyecto, le dicte la Dirección.

La obra deber entregarse, por el contratista, limpia y libre de escombros, residuos, materiales, medios auxiliares, maquinarias e instalaciones y construcciones provisionales.

En el acto de la recepción deberán entregarse por parte del contratista:

- Las instrucciones, manuales de uso, mantenimiento y conservación y garantías, en su caso, de los equipos, aparatos y máquinas instalados.
- Relación de suministradores y subcontratas que han intervenido en la obra.
- Los permisos y autorizaciones necesarios para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que lo requieran.
- Cualquier otra documentación o exigencia que venga impuesta por las condiciones y acuerdos contractuales.

#### **1.17. CRITERIOS DE MEDICIÓN**

##### **1.17.1. Normas generales**

Al efectuar las mediciones para el abono de la obra, se tomarán las dimensiones de lo realmente ejecutado. Cuando sean inferiores a las que figuran en los planos y las cotas de planos o cuando las correspondientes a la obra realmente ejecutada sean mayores, salvo que, se trate de modificaciones que hayan sido expresamente autorizadas, se tomarán las dimensiones reales.

En cualquier caso, cuando para determinadas unidades de obra se establezca el criterio de medición sobre dimensiones teóricas de planos, se tomarán estas, salvo que sean mayores que las de la obra realmente ejecutada.

En ningún caso servirán de base o referencia, para realizar las mediciones de la obra ejecutada, los errores, excesos, omisiones, imprevisiones o criterios equivocados que pudieran presentar las mediciones de proyecto.

En ningún supuesto se considerarán los excesos de mediciones que se originen por irregularidades o errores de ejecución, obras defectuosas o por refuerzo de estas.

Para las partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista deberá avisar a la Dirección Facultativa con la antelación suficiente, a fin de que, ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos.

Cuando la empresa constructora proponga, en su caso, a la Dirección Facultativa, la

ejecución de cualquier unidad de obra, con mayores dimensiones que las fijadas en el proyecto por juzgarla beneficiosa para ella, y la Dirección Facultativa estimase aceptable, aunque no necesaria, la mejora propuesta, se efectuará la medición de las partidas, de que se trate, según las dimensiones del proyecto.

Cualquier modificación en la ejecución de unidades de obra que presuponga la realización de distinto número de aquellas, en más o en menos, de las que figuran en proyecto, deberá ser conocida y autorizada, con carácter previo a su ejecución.

#### **1.17.2. Formas de medir**

Las unidades de medida a adoptar y los criterios a seguir para la medición de las distintas unidades de obra, con vistas al abono de las mismas, serán los que figuran en el apartado nº 5 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas particulares.

### **1.18. CRITERIOS DE VALORACIÓN**

#### **1.18.1. Prevalencia de las condiciones contractuales.**

Con respecto a los criterios de valoración a considerar, con vistas al abono y liquidación de las obras, elaboración de precios contradictorios, valoración de unidades de obra incompletas y para cualquier otra incidencia económica que pudiera suscitarse durante la ejecución o a la terminación de las obras, tendrá carácter prevalente lo establecido en las condiciones y acuerdos contractuales. No obstante, en defecto de tales condiciones o como complemento de las mismas y en cuanto no se contradigan, se considerarán las que se desarrollan a continuación.

#### **1.18.2. Orden de prelación entre documentos del proyecto.**

A los efectos anteriormente señalados y en cuanto se refiere a los componentes y a las características cualitativas y cuantitativas definidas para cada unidad de obra, tendrán carácter prevalente las descripciones de los precios unitarios, a través de sus epígrafes correspondientes, considerándose completadas y complementadas con las que, para las mismas unidades, figuren en partidas del presupuesto con lo especificado en los planos.

En casos de dudas, omisiones e indefiniciones en las descripciones de los precios unitarios y ante posibles contradicciones entre los documentos o partes del proyecto, el orden de prelación a seguir será el siguiente:

- 1.- Presupuesto
- 2.- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- 3.- Planos de detalle
- 4.- Planos de conjunto
- 5.- Memoria

En cuanto se refiere a la estructura de costes a aplicar, conceptos y gastos incluidos en los precios, cálculo y determinación de precios y componentes y ámbito de aplicación de los precios del proyecto, tendrán carácter prevalente los criterios que se desarrollan a continuación.

#### **1.18.3. Ámbito de aplicación de los precios.**

Salvo que las condiciones contractuales establezcan otras estipulaciones, a los efectos económicos con vistas a la valoración para el abono de las obras, los precios unitarios del proyecto condicionarán la ejecución de las unidades de obra correspondientes, de acuerdo con lo definido y descrito en sus epígrafes, completado y complementado con lo especificado en el resto de los documentos del proyecto, sea cual fuere el importe asignado a los mismos y aunque sus descomposiciones, que tendrán mero carácter informativo, presenten errores, omisiones e imprevisiones. Es decir, el contratista estará obligado a realizar las unidades de obra, según los criterios reseñados y los que se desarrollan a continuación, a cambio de los precios ofertados por él

mismo para dichas unidades, según el importe de adjudicación de la obra.

Los precios de los factores productivos, los auxiliares y los unitarios del proyecto se considerarán válidos, según su definición, para cualquiera que sea el tipo de tecnología o procedimiento que haya de utilizarse para su elaboración o ejecución, se realicen en la propia obra o lleguen a ésta ya elaborados, a menos que en la descripción de los mismos se especifique una procedencia concreta o un procedimiento determinado de elaboración o ejecución, en cuyo caso, su ámbito de aplicación se limitará a dichas concreciones.

Los precios de los materiales y productos del proyecto se considerarán válidos para cualesquiera de las marcas comerciales, modelos o denominaciones específicas industriales que se ajusten a las características técnicas descritas para los mismos y que cumplan con las prescripciones exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, sea cual fuere el lugar, zona o localidad de donde hayan de provenir.

Si en los documentos del proyecto figurase alguna marca, modelo o denominación específica de un producto industrial para designar a este, habrá de entenderse, salvo que en las condiciones contractuales figure otra cosa, que tal mención se constriñe a las calidades y características de dicho producto, pudiendo el contratista utilizar productos de otras marcas o modelos que sean equivalentes, previa aceptación de la Dirección Facultativa.

Aunque no figure expresamente indicado en la descripción de los precios correspondientes, para aquellos materiales sujetos a normas de obligado cumplimiento promulgadas por la Administración que versen sobre condiciones generales u homologación, habrá de entenderse que su precio presupone la adecuación a tales exigencias, sin perjuicio de las que independientemente puedan establecerse en las prescripciones técnicas del Pliego.

Las expresiones relativas a la calidad de un determinado producto a las que se hiciera referencia en algunas descripciones de unidades de obra, presupone, en todo caso, que habrán de cumplirse siempre los requisitos mínimos de calidad exigidos por las normas que sean de aplicación y por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

No obstante, de manera específica para mecanismos eléctricos u otros productos análogos para los que se describe un grado de calidad determinada, ha de entenderse como "calidad media", la de tipo estándar que se encuentra entre las series más económicas de los catálogos comerciales. Por "primera calidad" la de aquellos productos que se hayan en el tramo intermedio, y por "calidad especial", las de aquellos que, por su tonalidad, diseño, o acabado, etc., se identifican con las series de lujo o de mayores precios.

Los precios asignados a las máquinas, tanto de utilización múltiple, como a las que intervienen de forma directa en la ejecución de unidades de obra, se considerarán válidos para cualquier tipología dentro de la familia a que pertenecen.

#### **1.18.4. Conceptos incluidos en los precios.**

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean imprescindibles para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, conforme a las prescripciones establecidas en el presente Pliego y a las normas de buena construcción, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

Todos los gastos que por su concepto sean asimilables a los que forman parte de los costes indirectos o que, siendo imprescindibles para la ejecución de la obra o parte de esta, no sean directamente imputables a unidades concretas, sino al conjunto o a una parte de la obra, se considerarán siempre incluidos en el porcentaje aplicado de costes indirectos y, por tanto, en los precios del proyecto. Por lo que, se hallarán comprendidos en dichos gastos, entre otros, los relativos a instalaciones y dotaciones provisionales y obras accesorias de todo tipo que se precisen para la ejecución de la obra comprendida en el proyecto, cualquiera que sea la forma de suministro o aprovisionamiento, así como los gastos que conlleve la realización de gestiones, pago de tasas, cánones, arbitrios y todos aquellos que fuesen necesarios para la consecución de los mismos.

En todos los precios unitarios se encuentran comprendidos: los trabajos y actividades relativos a replanteos; limpiezas previas; preparación del tajo e implantación de medios precisos para la ejecución; realización de la unidad de obra; repasos de acabado y terminación; limpieza final del tajo; retirada de residuos, escombros, máquinas, herramientas y medios utilizados y los concernientes al mantenimiento y conservación de la unidad de obra terminada hasta la recepción y entrega de la obra.

En los precios relativos a los productos que han de llegar a la obra elaborados o semielaborados se consideran incluidos todos los gastos producidos en taller. También se incluyen en este concepto, la mano de obra requerida para ajustar o reparar en obra las distintas piezas o elementos que, por sus manipulaciones, pudieran sufrir deterioros, así como la relativa a croquizaciones y toma de datos.

En todos los precios relativos a redes, instalaciones, máquinas y equipos o cualquier elemento que lo precise, para verificar su funcionamiento, se considerará siempre que la unidad de obra se entregará instalada, probada y funcionando, por lo que cualquier actividad necesaria para ello, se encuentra incluida en los precios del proyecto, independientemente que, desde la instalación o ejecución de la unidad y su puesta en marcha, pueda transcurrir un tiempo dilatado

En toda unidad de obra en la que intervengan materiales cerámicos, naturales, hidráulicos, morteros, y hormigones u otros que lo precisen, se considerará incluida dentro de su precio, el coste del agua necesaria para el humedecido o regado de los materiales, así como la de regado previo del soporte, en su caso, y del regado posterior de la pieza o elemento constructivo, una vez terminado, si se requiere.

Los precios asignados a los productos comprenden, además de sus costes de adquisición, los relativos a la posible mano de obra y maquinaria, que intervenga en las operaciones de descarga y acopio, así como la que, en su caso, participase en carga y transporte hasta la obra del material, si este se adquiere en fábrica o almacén suministrador, y, también, las pérdidas producidos por dichas operaciones.

Las pérdidas producidas por todos los conceptos, en todas las operaciones y manipulaciones necesarias desde los lugares de acopio de los materiales hasta colocar estos en las unidades de obra, incluso las ocasionadas por la propia ejecución o puesta en obra, están consideradas en los precios unitarios descompuestos, a la hora de determinar las necesidades de dichos materiales.

En los conceptos denominados como "material complementario y piezas especiales" y "pequeño material" se encuentran englobados todos aquellos materiales que completan la unidad de obra y son imprescindibles para su correcta ejecución y acabado.

En los costes horarios de la maquinaria se considerarán incluidos los gastos relativos a: amortizaciones; combustibles y consumo energético; transportes, cargas y descargas; montaje e instalación y desmontaje; mantenimiento, entretenimiento y conservación; seguros y reparaciones; repercusión del servidor u operario que la maneja, obras auxiliares que pudieran precisarse para su instalación; permisos y licencias pertinentes y otros costes asociados.

En los precios de mano de obra se incluyen el salario base, los costes sujetos y los no sujetos a cotización por Seguridad Social, los costes de Seguridad Social y las Gratificaciones Voluntarias.

#### **1.18.5. Gastos generales.**

Salvo que las condiciones y acuerdos contractuales establezcan otras estipulaciones, se considerará que todos aquellos gastos, correspondientes a conceptos que no intervienen en la ejecución material de la obra y que, por tanto, no figuran entre los costes directos e indirectos, y que se originan para el contratista como consecuencia de su actividad empresarial, en general, o del cumplimiento de las obligaciones del contrato de la obra a que se refiere el proyecto, se considerarán incluidos en el porcentaje de Gastos Generales adoptado en el proyecto.

#### **1.18.6. Modificaciones de las unidades previstas en proyecto.**

Cuando fuese necesario introducir unidades de obra no contempladas en el proyecto o

modificar las características cualitativas y cuantitativas de las previstas en el mismo, los nuevos precios, salvo que las estipulaciones contractuales establezcan otras condiciones, se confeccionarán siguiendo la estructura de costes adoptada para los precios del proyecto. De modo que, en cuanto se refiere al cálculo y descomposición de precios, determinación de componentes, conceptos imputables a costes directos e indirectos y conceptos a considerar en los precios de los componentes, se aplicarán iguales criterios que para los precios del proyecto y, en su defecto, los que se establecen, en su caso, en el Banco de Precios del que se hubiesen tomado los precios del proyecto o que hubiere servido de referencia para elaborar estos. Por lo tanto, se tomarán como base para elaborar los nuevos precios, las cantidades de materiales y rendimientos de mano de obra y maquinaria que figuren en las descomposiciones de los precios del proyecto o, en su defecto, en el Banco de Precios a que se refieren éstos, siempre que sean adecuados y salvo que se detecten errores en los mismos.

Cuando la empresa constructora proponga, en su caso, a la Dirección Facultativa, la sustitución de una unidad de obra por otra que reúna mejores condiciones o el empleo de materiales de mayor calidad que los previstos en proyecto, y la Dirección Facultativa estimase aceptable, aunque no imprescindible, la mejora propuesta, podrá autorizar la misma, correspondiendo aplicar los precios previstos en el proyecto.

En el caso de que el contratista decidiese libremente mejorar cualquier unidad de obra, sin contar con la preceptiva autorización previa, con independencia de que venga obligado a su demolición y reconstrucción si así se le ordena, se aplicarán los precios previstos en el proyecto.

En el supuesto de unidades de obra ejecutadas de forma defectuosa o que no cumplan estrictamente las prescripciones establecidas para las mismas en el proyecto, si la Dirección Facultativa estima, de acuerdo con la propiedad, que pueden ser admisibles, con la rebaja que corresponda en los precios de las mismas, el contratista vendrá obligado a aceptar los precios rebajados, fijados por la propiedad, a no ser que prefiera demoler, reparar y reconstruir las unidades afectadas por su cuenta y con arreglo a las condiciones del proyecto.

#### **1.18.7. Relaciones valoradas.**

Las relaciones valoradas que, en su caso, hayan de realizarse para efectuar el pago de la obra ejecutada, durante su ejecución o a la terminación, con vistas a las certificaciones y liquidación, se llevarán a cabo según estipulen las condiciones y acuerdos contractuales. No obstante, en defecto de tales condiciones o como complemento de las mismas, se seguirán los criterios siguientes:

A la medición de las partidas correspondientes realizada según lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas particulares, se aplicarán los precios unitarios del proyecto y los que se hubiesen acordado para las unidades de obra no previstas en el mismo, teniendo en cuenta lo previsto al respecto en las condiciones contractuales y en el presente Pliego.

Al resultado de la valoración, así obtenida, se le aumentarán los porcentajes de Gastos Generales y Beneficio Industrial, adoptados en el presupuesto del proyecto y la cifra que resulte de multiplicar por el coeficiente de adjudicación, deducido de comparar el presupuesto base de licitación del proyecto con el importe de adjudicación de la obra. Finalmente, el importe obtenido se incrementará en el porcentaje de I.V.A. correspondiente

#### **1.18.8. Valoración de unidades de obras incompletas.**

En el supuesto de que fuese necesario valorar unidades de obra que no se encontrasen completamente terminadas, si las estipulaciones contractuales no establecen criterios al respecto, se tomarán, como base, las cantidades de componentes que figuren en las descomposiciones de los precios unitarios del proyecto y, en su defecto, las contempladas en el Banco de Precios del que se hayan tomado éstos, salvo que se adviertan errores, defectos u omisiones en las mismas, en cuyo caso se obtendrán las necesidades y recursos que se deduzcan de la obra ejecutada, siguiendo los criterios de la estructura de costes adoptada para los precios del proyecto.

Los precios de aplicación a dichos componentes serán los asignados a los mismos en las descomposiciones de precios unitarios.

A partir de los resultados obtenidos, según el criterio anterior, se seguirá el procedimiento señalado para las relaciones valoradas.

En los casos de rescisión de contratos, donde hubieran de valorarse los conceptos de costes indirectos, se tomarán como base los componentes que forman parte de los mismos y el desglose de porcentajes correspondientes a cada uno de ellos considerado en proyecto, adoptando la estructura de costes y formas de imputación que se hayan seguido para elaborar los precios del proyecto.



## CONDICIONES PARTICULARES

### 2. CONDICIONES DE LOS MATERIALES.

#### 1 Actuaciones previas

##### 1.1 Derribos

#### Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas

Se realizará un reconocimiento previo del estado de las instalaciones, estructura, estado de conservación, estado de las edificaciones colindantes o medianeras. Además, se comprobará el estado de resistencia de las diferentes partes del edificio. Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio, tales como agua, electricidad y teléfono, neutralizándose sus acometidas. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo, durante los trabajos. Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc. Se desinsectará o desinfectará si es un edificio abandonado. Se comprobará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios.

##### **Proceso de ejecución**

##### Ejecución

En la ejecución se incluyen dos operaciones, derribo y retirada de los materiales de derribo.

La demolición podrá realizarse según los siguientes procedimientos:

- Demolición elemento a elemento, cuando los trabajos se efectúen siguiendo un orden que en general corresponde al orden inverso seguido para la construcción.
- Demolición por colapso, puede efectuarse mediante empuje por impacto de bola de gran masa o mediante uso de explosivos. Los explosivos no se utilizarán en edificios de estructuras de acero, con predominio de madera o elementos fácilmente combustibles.
- Demolición por empuje, cuando la altura del edificio que se vaya a demoler, o parte de éste, sea inferior a 2/3 de la alcanzable por la máquina y ésta pueda maniobrar libremente sobre el suelo con suficiente consistencia. No se puede usar contra estructuras metálicas ni de hormigón armado. Se habrá demolido previamente, elemento a elemento, la parte del edificio que esté en contacto con medianeras, dejando aislado el tajo de la máquina.

Se debe evitar trabajar en obras de demolición y derribo cubiertas de nieve o en días de lluvia. Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, y se designarán y marcarán los elementos que hayan de conservarse intactos. Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra a derribar.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostamiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos. En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones. El corte o desmontaje de un elemento no manejable por una sola persona se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión. En la demolición de elementos de madera se arrancarán o doblarán las puntas y clavos. No se acumularán escombros ni se apoyarán elementos contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, mientras éstos deban permanecer en pie. Tampoco se depositarán

escombros sobre andamios. Se procurará en todo momento evitar la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados del edificio.

El abatimiento de un elemento constructivo se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento, de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento. Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la dirección facultativa. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzos horizontales u oblicuos. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas bajo el solo control del freno.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros. Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por aquella.

La evacuación de escombros, se podrá realizar de las siguientes formas:

- Apertura de huecos en forjados, coincidentes en vertical con el ancho de un entrevigado y longitud de 1 m a 1,50 m, distribuidos de tal forma que permitan la rápida evacuación de los mismos. Este sistema sólo podrá emplearse en edificios o restos de edificios con un máximo de dos plantas y cuando los escombros sean de tamaño manejable por una persona.
- Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombros.
- Mediante canales. El último tramo del canal se inclinará de modo que se reduzca la velocidad de salida del material y de forma que el extremo quede como máximo a 2 m por encima del suelo o de la plataforma del camión que realice el transporte. El canal no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior estará protegida contra caídas accidentales.
- Lanzando libremente el escombros desde una altura máxima de dos plantas sobre el terreno, si se dispone de un espacio libre de lados no menores de 6 x 6 m.
- Por desescombrado mecanizado. La máquina se aproximará a la medianería como máximo la distancia que señale la documentación técnica, sin sobrepasar en ningún caso la distancia de 1 m y trabajando en dirección no perpendicular a la medianería.

En todo caso, el espacio donde cae escombros estará acotado y vigilado. No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

#### Condiciones de terminación

En la superficie del solar se mantendrá el desagüe necesario para impedir la acumulación de agua de lluvia o nieve que pueda perjudicar a locales o cimentaciones de fincas colindantes. Finalizadas las obras de demolición, se procederá a la limpieza del solar.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adopten las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo indicado.

Durante la demolición, si aparecieran grietas en los edificios medianeros se paralizarán los trabajos, y se avisará a la dirección facultativa, para efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese necesario, previa colocación o no de testigos.

### **Conservación y mantenimiento**

En tanto se efectúe la consolidación definitiva, en el solar donde se haya realizado la demolición, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las edificaciones medianeras, así como las vallas y/o cerramientos.

Una vez alcanzada la cota 0, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan podido surgir. Las vallas, sumideros, arquetas, pozos y apeos quedarán en perfecto estado de servicio.

#### **1.1.1 Derribo de fachadas y particiones**

##### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

###### Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Antes de abrir huecos, se comprobará los problemas de estabilidad en que pueda incurrirse por la apertura de los mismos. Si la apertura del hueco se va a realizar en un muro de ladrillo macizo, primero se descargará el mismo, apeando los elementos que apoyan en el muro y a continuación se adintelará el hueco antes de proceder a la demolición total.

##### **Proceso de ejecución**

###### Ejecución

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Al finalizar la jornada de trabajo, no quedarán muros que puedan ser inestables. El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

###### - Levantado de carpintería y cerrajería:

Los elementos de carpintería se desmontarán antes de realizar la demolición de las fábricas, con la finalidad de aprovecharlos, si así está estipulado en el proyecto. Se desmontarán aquellas partes de la carpintería que no están recibidas en las fábricas. Generalmente por procedimientos no mecánicos, se separarán las partes de la carpintería que estén empotradas en las fábricas. Se retirará la carpintería conforme se recupere. Es conveniente no desmontar los cercos de los huecos, ya que de por sí constituyen un elemento sustentante del dintel y, a no ser que se encuentren muy deteriorados, evitan la necesidad de tener que tomar precauciones que nos obliguen a apearlos. Los cercos se desmontarán, en general, cuando se vaya a demoler el elemento estructural en el que estén situados. Cuando se retiren carpinterías y cerrajerías en plantas inferiores a la que se está demoliendo, no se afectará la estabilidad del elemento estructural en el que estén situadas y se dispondrán protecciones provisionales en los huecos que den al vacío.

###### - Demolición de tabiques:

Se demolerán, en general, los tabiques antes de derribar el forjado superior que apoye en ellos. Cuando el forjado haya cedido, no se quitarán los tabiques sin apuntalar previamente aquél. Los tabiques de ladrillo se derribarán de arriba hacia abajo. La tabiquería interior se ha de derribar a nivel de cada planta, cortando con rozas verticales y efectuando el vuelco por empuje, que se hará por encima del punto de gravedad.

###### - Demolición de cerramientos:

Se demolerán, en general, los cerramientos no resistentes después de haber demolido el forjado superior o cubierta y antes de derribar las vigas y pilares del nivel en que se trabaja. El vuelco sólo podrá realizarse para elementos que se puedan despiezar, no empotrados, situados en fachadas hasta una altura de dos plantas y todos los de planta baja. Será necesario previamente atirantar y/o apuntalar el elemento, hacer rozas inferiores de un tercio de su espesor o anular los anclajes, aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad del elemento.

- Demolición de cerramiento prefabricado:

Se levantará, en general, un nivel por debajo del que se está demoliendo, quitando previamente los vidrios. Se podrá desmontar la totalidad de los cerramientos prefabricados cuando no se debilite con ello a los elementos estructurales, disponiendo en este caso protecciones provisionales en los huecos que den al vacío.

- Apertura de huecos:

Se evacuarán los escombros producidos y se terminará del hueco. Si la apertura del hueco se va a realizar en un forjado, se apeará previamente, pasando a continuación a la demolición de la zona prevista, arriostrando aquellos elementos.

### **1.1.2 Levantado de instalaciones**

#### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

###### Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Antes de proceder al levantamiento de aparatos sanitarios y radiadores deberán neutralizarse las instalaciones de agua y electricidad. Será conveniente cerrar la acometida al alcantarillado. Se vaciarán primero los depósitos, tuberías y demás conducciones de agua. Se desconectarán los radiadores de la red. Antes de iniciar los trabajos de demolición del albañil se desconectará el entronque de éste al colector general, obturando el orificio resultante.

##### **Proceso de ejecución**

###### Ejecución

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

En general, se desmontarán sin trocear los elementos que puedan producir cortes o lesiones, como vidrios y aparatos sanitarios. El troceo de un elemento se realizará por piezas de tamaño manejable por una sola persona.

-Levantado de aparatos sanitarios y accesorios, sin recuperación de material:

Se vaciarán primeramente los depósitos, tuberías y demás conducciones. Se levantarán los aparatos procurando evitar que se rompan.

-Levantado de radiadores y accesorios:

Se vaciarán de agua, primero la red y después los radiadores, para poder retirar los radiadores.

-Demolición de equipos industriales:

Se desmontarán los equipos industriales, en general, siguiendo el orden inverso al que se utilizó al instalarlos, sin afectar a la estabilidad de los elementos resistentes a los que estén unidos.

-Demolición de albañil:

Se realizará la rotura, con o sin compresor, de la solera o firme. Se excavarán las tierras por medios manuales hasta descubrir el albañil. Se procederá, a continuación, al desmontaje o rotura de la conducción de aguas residuales.

-Levantado y desmontaje de tuberías de fundición de red de riego:

Se vaciará el agua de la tubería. Se excavará hasta descubrir la tubería. Se desmontarán los tubos y piezas especiales que constituyan la tubería. Se rellenará la zanja abierta.

## **2 Fachadas y particiones**

### **2.1 Particiones**

#### **2.1.1 Particiones de piezas de arcilla cocida o de hormigón**

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Las fábricas pueden estar constituidas por:

-Piezas de arcilla cocida (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.1): ladrillos o bloques de arcilla aligerada.

-Bloques de hormigón de áridos densos y ligeros (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.3).

-Bloques de hormigón celular curado en autoclave (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.1.4).

-Componentes auxiliares para fábricas de albañilería: llaves, amarres, colgadores, ménsulas y ángulos, dinteles, etc. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.2).

-Mortero de albañilería (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.12).

-Yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.4).

Según el CTE DB HE 1, apartado 4. Se comprobará que las propiedades higrométricas de los productos utilizados de las particiones interiores que componen la envolvente térmica, se corresponden con las especificadas en proyecto: conductividad térmica  $\lambda$ , factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$  y, en su caso, densidad  $\rho$  y calor específico  $c_p$ . La envolvente térmica se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los ladrillos y bloques se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno. Si se reciben empaquetados, el envoltorio no será totalmente hermético.

Los sacos de cemento y la arena se almacenarán en un lugar seco, ventilado y protegido de la humedad un máximo de tres meses. El cemento recibido a granel se almacenará en silos.

El mortero se utilizará a continuación de su amasado, hasta un máximo de 2 horas. Antes de realizar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.

Los sacos de yeso se almacenarán a cubierto y protegidos de la humedad. Si el yeso se recibe a granel se almacenará en silos.

##### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### **Condiciones previas: soporte**

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas

de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra. Comprobado el nivel del forjado terminado, si hay alguna irregularidad se rellenará con mortero. Se dispondrá de los precercos en obra.

### **Compatibilidad**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales.

Es aconsejable separar las piezas cerámicas porosas del aluminio mediante dos manos de pintura bituminosa, u otro elemento espaciador. Se debe tener especial cuidado con algunos tipos de ladrillos que tienen cloruros en su composición, ya que estos pueden acelerar el proceso de corrosión.

### **Proceso de ejecución**

#### Ejecución

Replanteo:

Se realizará el replanteo horizontal de la fábrica, según el plano de replanteo del proyecto, respetando en el tabique las juntas estructurales del edificio. Los tabiques con conducciones de diámetro mayor o igual que 2 cm serán de hueco doble.

Se colocarán miras rectas y aplomadas a distancias no mayores que 4 m, y se marcarán las alturas de las hiladas.

En general:

La primera hilada en cada planta se recibirá sobre capa de mortero de 1 cm de espesor, extendida en toda la superficie de asiento de la fábrica. Las hiladas se ejecutarán niveladas, guiándose de las lienzas que marcan su altura. Se comprobará que la hilada que se está ejecutando no se desploma sobre la anterior. Las fábricas se levantarán por hiladas horizontales enteras, salvo cuando dos partes tengan que levantarse en distintas épocas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dispondrán enjarjes. Los encuentros de esquinas o con otras fábricas, se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas.

Colocación de ladrillos de arcilla cocida:

Los ladrillos se humedecerán antes de su colocación, para que no absorban el agua del mortero. Se colocarán a restregón, utilizando suficiente mortero para que penetre en los huecos del ladrillo y las juntas queden rellenas. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante en cada hilada. Las fábricas de arcilla cocida quedarán planas y aplomadas, y tendrán una composición uniforme en toda su altura.

Colocación de bloques de arcilla aligerada:

Los bloques se humedecerán antes de su colocación. Se colocarán sin mortero en la junta vertical. Se asentarán verticalmente, no a restregón, haciendo tope con el machihembrado, y golpeando con una maza de goma para que el mortero penetre en las perforaciones. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. Se comprobará que el espesor del tendel una vez asentados los bloques esté comprendido entre 1 y 1,5 cm. La separación entre juntas verticales de dos hiladas consecutivas deberá ser igual o mayor a 7 cm. Para ajustar la modulación vertical se podrán variar los espesores

de las juntas de mortero (entre 1 y 1,5 cm), o se utilizarán piezas especiales de ajuste vertical o piezas cortadas en obra con cortadora de mesa.

Colocación de bloques de hormigón:

Debido a la conicidad de los alveolos de los bloques huecos, la cara que tiene más superficie de hormigón se colocará en la parte superior para ofrecer una superficie de apoyo mayor al mortero de la junta. Los bloques se colocarán secos, humedeciendo únicamente la superficie del bloque en contacto con el mortero, si el fabricante lo recomienda. Para la formación de la junta horizontal, en los bloques ciegos el mortero se extenderá sobre la cara superior de manera completa; en los bloques huecos, se colocará sobre las paredes y tabiquillos. Para la formación de la junta vertical, se aplicará mortero sobre los salientes de la testa del bloque, presionándolo para evitar que se caiga al transportarlo para su colocación en la hilada. Los bloques se llevarán a su posición mientras el mortero esté aún blando y plástico. Se recogerán las rebabas de mortero sobrante. No se utilizarán piezas menores de medio bloque. Cuando se precise cortar los bloques se realizará el corte con maquinaria adecuada. La fábrica se ejecutará con las llagas alineadas y los tendeles a nivel. Las hiladas intermedias se colocarán con sus juntas verticales alternadas. Los enfoscados se realizarán transcurridos 45 días después de terminar la fábrica para evitar fisuración por retracción del mortero de las juntas.

Condiciones durante la ejecución:

Las fábricas se trabajarán siempre a una temperatura ambiente que oscile entre 5 y 40 ° C. Si se sobrepasan estos límites, 48 horas después, se revisará la obra ejecutada. Durante la ejecución de las fábricas, se adoptarán protecciones:

Contra la lluvia, las partes recién ejecutadas se protegerán con plásticos para evitar el lavado de los morteros.

Contra el calor y los efectos de secado por el viento, se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, para evitar una evaporación del agua del mortero demasiado rápida, hasta que alcance la resistencia adecuada.

Contra heladas: si ha helado antes de iniciar el trabajo, se inspeccionarán las fábricas ejecutadas, debiendo demoler las zonas afectadas que no garanticen la resistencia y durabilidad establecidas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá, protegiendo lo recién construido con mantas de aislante térmico o plásticos.

Frente a posibles daños mecánicos debidos a otros trabajos a desarrollar en obra (vertido de hormigón, andamiajes, tráfico de obra, etc.), se protegerán los elementos vulnerables (aristas, huecos, zócalos, etc.)

Las fábricas deberán ser estables durante su construcción, por lo que se elevarán a la vez que sus correspondientes arriostramientos. En los casos donde no se pueda garantizar su estabilidad frente a acciones horizontales, se arriostrarán a elementos suficientemente sólidos. Cuando el viento sea superior a 50 km/h, se suspenderán los trabajos y se asegurarán las fábricas de ladrillo realizadas.

Elementos singulares:

Los dinteles se realizarán según la solución de proyecto (armado de tendeles, viguetas pretensadas, perfiles metálicos, cargadero de piezas de arcilla cocida /hormigón y hormigón armado, etc.). Se consultará a la dirección facultativa el correspondiente apoyo de los cargaderos, los anclajes de perfiles al forjado, etc.

En el encuentro con el forjado se dejará una holgura en la parte superior de la partición de 2 cm de espesor, que se rellenará transcurridas un mínimo de 24 horas con pasta de yeso.

El encuentro de tabiques con elementos estructurales se hará de forma que no sean solidarios.

Las rozas para instalaciones tendrán una profundidad no mayor que 4 cm sobre ladrillo

macizo y de un canuto sobre ladrillo hueco; el ancho no será superior a dos veces su profundidad, se realizarán con maza y cincel o con máquina rozadora. Se distanciarán de los cercos al menos 15 cm.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### Control de ejecución

Puntos de observación.

-Replanteo:

Comprobación de espesores de las hojas y de desviaciones respecto a proyecto.

Comprobación de los huecos de paso, desplomes y escuadrías del cerco o premarco.

- Ejecución:

Unión a otros tabiques: enjarjes.

Zonas de circulación: según el CTE DB SU 2, apartado 1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1,00 m y 2,20 m medida a partir del suelo.

Encuentro no solidario con los elementos estructurales verticales.

Holgura de 2 cm en el encuentro con el forjado superior rellena a las 24 horas con pasta de yeso.

Cámara de aire: espesor. Limpieza. En caso de cámara ventilada, disposición de un sistema de recogida y evacuación del agua.

- Comprobación final:

Planeidad, medida con regla de 2 m.

Desplome, no mayor de 10 mm en 3 m de altura.

Fijación al tabique del cerco o premarco (huecos de paso, descuadres y alabeos).

Rozas distanciadas al menos 15 cm de cercos y relleno a las 24 horas con pasta de yeso.

### **Conservación y mantenimiento**

Si fuera apreciada alguna anomalía, como aparición de fisuras, desplomes, etc. se pondrá en conocimiento de la dirección facultativa que dictaminará su importancia y, en su caso, las reparaciones que deban efectuarse.

#### **2.1.2 Paneles prefabricados de yeso y escayola**

##### Prescripciones sobre los productos

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Paneles prefabricados de yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.2).

Se comprobará si son hidrofugados, en caso de exigirse en proyecto.

- Pastas:

Adhesivo de base yeso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.3): o cola de montaje: se preparará según las instrucciones del fabricante, respetando el tiempo de empleo. No deben emplearse, al igual que los conglomerantes de yeso, en temperaturas ambientales inferiores a



los 5°C. No se utilizará mezcla de escayola y adhesivo.

Pasta para el relleno de huecos, remates, y revestimientos de acabado: se utilizará una mezcla de escayola y de adhesivo, a partes iguales. Se respetará el tiempo de empleo indicado por el fabricante. No se empleará sólo escayola para el montaje o para el relleno de juntas, por la elevada probabilidad de aparición de fisuras. No se utilizará para el montaje mezcla de escayola y adhesivo.

Pasta de acabado o enlucido de paneles de escayola: en comparación con un yeso normal, será de características superiores en cuanto a dureza superficial, así como de una blancura mayor. Dependiendo del fabricante, podrá estar compuesta por escayola y algún aditivo.

- Cubrejuntas:

Cinta de papel, fijada y rematada con adhesivo.

Cinta de malla de fibra de vidrio autoadherente o no, fijada y rematada con adhesivo.

Recubrimiento aplicable con espátula o pincel, con elasticidad suficiente para mantener el aspecto del tabique realizado con paneles de escayola.

Listón cubriendo la junta, podrá ser de madera, metal, plástico, escayola, etc.

- Bastidores:

Los marcos y premarcos serán del grosor de los paneles, excepto en las zonas que estén previstas para alicatar, en cuyo caso el espesor de los marcos y de los premarcos será la suma del espesor del tabique más el espesor del azulejo más 5 mm. Serán rígidos y provistos de tirantes y refuerzos para evitar deformaciones durante el montaje.

Los bastidores serán totalmente a escuadra y no tendrán machones salientes (serrados previamente). Tendrán una sección que permita la fijación de las garras de anclaje. En el caso de tener que instalar puertas pesadas se recomienda que éstas tengan imposta; en el caso contrario, se detallará la solución adoptada para el paño encima del dintel.

Los dinteles de los cercos, tendrán suficiente sección y resistencia, soportar el tabique de escayola que tengan encima.

Los elementos de carpintería exterior tendrán las mismas características de diseño que los de interior, y además las metálicas tendrán una pestaña la cara interior que permitirá empotrar el tabique de escayola.

-Rigidizadores:

Podrán ser de madera o metálicos, y estarán protegidos convenientemente contra la corrosión o el deterioro en su contacto con el yeso.

También constituyen rigidizadores los tabiques de escayola adosados a los lados.

Deberá estar previsto en obra el número necesario de rigidizadores; siempre serán de diseño y forma compatible con los paneles para el tabique de escayola a realizar.

- Juntas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 9):

Podrán ser bandas de corcho de 5 mm de espesor y anchura 1 ó 2 cm inferior al ancho del panel a colocar; de espuma de poliuretano; de poliestireno expandido de 1 cm espesor y anchura 1 ó 2 cm inferior al ancho del panel a colocar; de lana mineral de espesor de 1 a 2 cm para paredes resistentes al fuego.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado. Terminada la estructura, se comprobará que el soporte (forjado, losa, etc.) haya fraguado totalmente, esté seco, nivelado y limpio de cualquier resto de obra.

Las fachadas, cubiertas y otros muros en contacto con las unidades de tabiquería estarán totalmente terminados e impermeabilizados, y con los vierteaguas colocados. La carpintería de huecos exteriores y cajas de persianas estarán colocadas.

Todos los tabiques que no sean de escayola, por ejemplo, de hormigón, de arcilla cocida, etc., estarán ejecutados y acabados. También los enfoscados estarán ejecutados.

En caso de solado pesado (mármol, terrazo, etc.), deberá estar colocado antes de comenzar el tabique.

El tabicado de los edificios se efectuará de forma descendente, empezando por la última planta y acabando por la primera para evitar que las flechas del forjado afecten a la tabiquería.

Los tabiques no serán solidarios con los elementos estructurales verticales u horizontales. Cuando la estructura pueda tener deformaciones excepcionales, se estudiará el caso de tal forma que se compruebe que las flechas no sean superiores al margen proporcionado por las juntas.

Los cercos interiores y otros elementos a incorporar en el tabique por los instaladores de la tabiquería estarán en obra.

### **Compatibilidad**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Todos los elementos metálicos de unión o refuerzo que entren en contacto con el tabique de escayola, como rigidizadores, esquineros, etc., estarán protegidos contra la corrosión, mediante galvanizado, zincado o, al menos, cubiertos de pintura. En este caso, la pintura elegida deberá ser compatible con los productos a utilizar, tales como el propio panel, la escayola y el adhesivo, y estará totalmente seca antes de entrar en contacto con estos elementos.

Se aislarán las tuberías y los radiadores para evitar condensaciones.

### **Proceso de ejecución**

#### Ejecución

Replanteo:

Se realizará el replanteo según proyecto, marcando las dos caras de los tabiques, y otros elementos a colocar, tales como cercos, rigidizadores, etc.

Se respetarán en el tabique las juntas estructurales del edificio.

Se colocarán miras rectas y aplomadas en esquinas, encuentros y a distancias aproximadas de 2 m. Se realizará el replanteo vertical según la distancia de suelo a techo y la altura de los paneles, para calcular el corte de los paneles de la primera hilada del tabique, de forma que la holgura final con el techo sea de 2 a 3 cm.

Arranque del tabique de escayola:

En general, sobre el soporte sin colocación de solado, se realizará una maestra de mortero de cemento o ladrillo cerámico de 2 cm de espesor sobre el nivel del solado acabado, como base de la banda elástica, y se colocará la primera hilada de tabique con paneles hidrofugados.

En caso de arranque del tabique sobre el solado ya colocado, la primera hilada del tabique se podrá colocar directamente sobre la banda elástica, excepto si el suelo presenta grandes irregularidades, en cuyo caso se realizará previamente una maestra de mortero de cemento.

En el caso de sótanos y plantas a bajo nivel, y que puedan tener humedades por capilaridad, los paneles serán hidrofugados en su totalidad. En zonas húmedas (cocinas y baños) además de colocarse la primera hilada de tabique con paneles hidrofugados, será recomendable que todos los paneles lo sean.

En los bordes de forjados (huecos de escalera, espacios a distinto nivel, etc.), se seguirán las instrucciones del fabricante para garantizar la seguridad y la estabilidad al choque, en relación al espesor mínimo de los paneles y refuerzos necesarios.

Colocación de los paneles:

Los paneles se colocarán de forma que el lado más largo esté en posición horizontal, con la hembra en la parte superior y el macho en la inferior, para asegurar el relleno correcto de la junta de unión.

Las juntas verticales serán alternas de una hilada con respecto a la otra, solapando al menos tres veces el espesor de los paneles. La última hilada, de forma excepcional, se podrá colocar en vertical si ésta es compatible con el machihembrado.

Se cortarán los paneles de la primera hilada del tabique, por su parte inferior, para que la última hilada sea de paneles completos. También podrá admitirse que el corte de ajuste sea en la última hilada. Los cortes de los paneles se harán con serrucho para madera, o con cizalla. Es recomendable utilizar el serrucho lo más paralelo a la superficie del tabique, y no en perpendicular.

Antes de aplicar el adhesivo, se limpiará toda la suciedad y las impurezas depositadas en los cantos. El adhesivo se aplicará en cantidad tal que rebose de la junta una vez colocado y presionado fuertemente el siguiente panel de escayola. Se eliminará el adhesivo sobrante que haya rebosado de cada junta, cortándolo después del inicio del fraguado y antes de su endurecimiento. Las juntas entre los paneles de escayola tendrán un espesor comprendido entre 1 mm y 3 mm.

Elementos singulares:

Encuentros entre tabiques: se resolverán según instrucciones del fabricante: mediante traba pasante en hiladas alternas, traba no pasante en hiladas alternas o a testa sin trabas. En este último caso, se emplearán garras de anclaje entre los paños. Los encuentros en línea de paredes de espesores distintos se realizarán mediante una junta vertical. En los extremos de los tabiques se colocarán rigidizadores, que se anclarán de suelo a techo.

Encuentros de los tabiques con muros: los encuentros de las particiones con muros (de hormigón o fábrica de ladrillo, por ejemplo) se harán mediante juntas elásticas verticales, pegadas con adhesivo. Se cortarán los paneles ajustados, para conseguir que la holgura de la unión sea lo más pequeña posible. Colocados los paneles, se rellenará con el adhesivo adecuado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Encuentros de los tabiques con pilares: en caso de pilares de hormigón las uniones centrales tendrán el mismo tratamiento que las uniones con muros. Cuando el encuentro entre el pilar de hormigón y el tabique de escayola sea en prolongación de una de sus caras, que irá después revestida, se resolverá mediante el uso de junta con malla o banda de papel, que unirá el tabique de escayola con el guarnecido del pilar, y éste se hará preferentemente con adhesivo o mezcla de adhesivo y escayola. En el caso de pilares metálicos, se rodearán con tabique de escayola, sin atestar a tope.

Encuentros de los tabiques con otros cerramientos: los encuentros de las particiones con otros cerramientos se harán mediante roza suficiente en los mismos para recibir los paneles, y juntas elásticas verticales.

Encuentros de los tabiques con los forjados: la holgura total entre el panel y el forjado será

de 2 a 3 cm. Se colocará una junta elástica de anchura igual al espesor del tabique y grosor comprendido entre 10 y 20 mm, que se pegará con adhesivo. Si el forjado está enlucido con yeso, se picará la superficie para que el agarre quede garantizado. El espacio restante se rellenará con adhesivo o con mezcla de adhesivo y escayola. Si para cerrar este encuentro se emplea espuma de poliuretano, se seguirán las instrucciones del fabricante. Posteriormente, se rematará con un cubrejuntas de papel pegado con adhesivo.

**Borde libre superior de tabiques:** si el tabique tiene un espesor menor o igual a 10 cm y su longitud es mayor de 2 m se colocará un rigidizador horizontal que sea resistente a los esfuerzos, según instrucciones del fabricante, que podrá ser un perfil metálico o de madera, anclado verticalmente a la obra o a rigidizadores verticales y horizontalmente a la parte superior del tabique de escayola, mediante garras, tornillos u otros medios, con una separación máxima de 2 m. Los tabiques que acaben con un borde libre, ya sea vertical u horizontal, siempre llevarán un rigidizador en el extremo libre.

**Juntas de dilatación:** se podrán hacer con espuma de poliuretano, poliestireno expandido, o lana mineral, y rematadas con un cubrejuntas de madera, plástico o metal.

**Puertas interiores:** la unión entre bastidores de madera y el tabique de escayola, se reforzará según instrucciones del fabricante, y como mínimo con tres garras por montante, dispuestas preferentemente a la altura de las bisagras y en las juntas entre hiladas. En el caso de bastidores metálicos, el tabique se empotrará en ellos, pegándolos con adhesivo, y colocando unas pletinas de anclaje. En todas las hiladas se rellenará el hueco entre el perfil y el tabique, con una lechada de escayola, adhesivo o mezcla de las dos. Los bastidores deberán estar siempre separados de la obra transversal más de 10 cm para que pueda colocarse un trozo de tabique de escayola (salvo especificación de proyecto, en cuyo caso se dará la solución adecuada). Se crearán las juntas verticales hasta el techo indicadas por el fabricante (en el tercio central del dintel o en la prolongación del montante opuesto a las bisagras; en caso de cercos de gran altura, dos juntas elásticas verticales en la prolongación de los montantes, etc.)

**Carpintería exterior:** la carpintería exterior será fijada a la hoja principal de la fachada, nunca irá sujeta solamente a la hoja interior de trasdosado del tabique.

**Rozas:** las rozas para fontanería y electricidad no serán superiores a un tercio del espesor de la partición. Las rozas se efectuarán cuando las juntas propias del tabique de escayola estén suficientemente endurecidas, siendo recomendable dejar pasar por lo menos dos días. Se realizarán mediante un medio mecánico (rozadoras, taladros, cortadoras, etc.), no se emplearán herramientas que trabajen a percusión. Las dimensiones de las rozas se ajustarán a las dimensiones del elemento o del conducto a empotrar.

**Acabado:**

De forma general, se rematará el tabique de escayola a la obra lo más tarde posible. El sellado de los tabiques de escayola se efectuará posteriormente a las rozas y al enyesado del techo. El tabique quedará plano y aplomado. El enlucido superficial del tabique se realizará al final de todo, previa comprobación de que las juntas del tabique estén secas. Si en el proyecto figura la colocación de radiadores tipo panel, se deberá colocar entre el radiador y el tabique de escayola un panel aislante que evite el exceso de calor sobre la pared.

## **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

### Control de ejecución

Puntos de observación.

-Replanteo:

Se comprobará si existen desviaciones respecto a proyecto en cuanto a replanteo y espesores de las hojas.

Se comprobará los huecos de paso, desplomes y escuadrías del cerco o premarco.

-Ejecución:

Unión a otros tabiques.

Zonas de circulación: según el CTE DB SU 2, apartado 1. Los paramentos carezcan de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1,00 m y 2,20 m medida a partir del suelo.

Encuentro no solidario con los elementos estructurales verticales.

Holgura de 2 a 3 cm en el encuentro con el forjado superior y remate posterior.

-Comprobación final:

Planeidad, medida con regla de 2 m.

Desplome, no mayor de 10 mm en 3 m de altura.

Fijación al tabique del cerco o premarco (huecos de paso, descuadros y alabeos).

Rozas distanciadas al menos 15 cm de cercos, relleno a las 24 horas con pasta de yeso.

### **Conservación y mantenimiento**

Se evitarán las humedades y la transmisión de empujes sobre las particiones.

No se fijarán o colgarán pesos del tabique sin seguir las indicaciones del fabricante.

Se inspeccionará la posible aparición de fisuras, grietas, desplomes, etc.

Todos los trabajos de reparación se llevarán a cabo por profesional cualificado, siendo aconsejable la utilización del mismo material.

## **3 Instalaciones**

### **3.1 Acondicionamiento de recintos- Confort**

#### **3.1.1 Aire acondicionado**

#### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

En general un sistema de refrigeración se puede dividir en cuatro grandes bloques o subsistemas:

-Bloque de generación:

Los elementos básicos en cualquier unidad frigorífica de un sistema por absorción son:

- Compresor.
- Evaporador.
- Condensador.
- Sistema de expansión.

-Bloque de control:

Controles de flujo. El equipo dispondrá de termostatos de ambiente con mandos independiente de frío, calor y ventilación. (ITE 02.11, ITE 04.12).

-Bloque de transporte:

Según el CTE DB HS 4, apartado 4.3, los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán como mínimo en instalaciones entre 250 - 500 kW para tuberías de

cobre o plástico, y 2,50 cm y 3,20 cm para instalaciones superiores. En el caso en que los tramos sean de acero, para instalaciones entre 250 -500 kW el mínimo estará en 1" y para instalaciones superiores el mínimo será de 1 ¼".

Conductos y accesorios. Podrán ser de chapa metálica o de fibra (ITE 02.9):

De chapa galvanizada. El tipo de acabado interior del conducto impedirá el desprendimiento de fibras y la absorción o formación de esporas o bacterias y su cara exterior estará provista de revestimiento estanco al aire y al vapor de agua.

De fibras. Estarán formados por materiales que no propaguen el fuego ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio; además tendrán la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo.

Tuberías y accesorios de cobre. (ITE 02.8, ITE 04.2, ITE 05.2). Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.

-Bloque de consumo:

Unidades terminales. Ventiloinductores (fan-coils), inductores, rejillas, difusores, etc.

Otros componentes de la instalación son:

Filtros, ventiladores, compuertas, etc.

En una placa los equipos llevarán indicado: nombre del fabricante, modelo y número de serie, características técnicas y eléctricas, así como carga del fluido refrigerante.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada. En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías serán tacos y tornillos, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

En caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales. En tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros según RITE-ITE 05.2.4.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc., (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado con cobre, etc.).

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico y en ningún caso se soldará al tubo.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

En las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua evitando la precipitación de iones de cobre sobre el acero, disolviendo el acero y perforando el tubo.

El recorrido de las tuberías no atravesará chimeneas ni conductos.

Según el CTE DB HS 4, apartado 2.1.2, se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo antes de los aparatos de refrigeración o climatización

## **Proceso de ejecución**

### Ejecución

El Instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos o encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre las tuberías de la instalación y tuberías vecinas. La distancia a cualquier conducto eléctrico será como mínimo de 30 cm, debiendo pasar por debajo de este último.

-Tuberías:

- De agua:

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí. Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico. La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto. El paso por elementos estructurales se realizará con pasamuros y el espacio que quede se llenará con material elástico. La tubería no atravesará chimeneas ni conductos. Los dispositivos de sujeción estarán situados de forma que aseguren la estabilidad y alineación de la tubería. Sobre tabiques, los soportes se fijarán con tacos y tornillos. Entre la abrazadera del soporte y el tubo se interpondrá un anillo elástico. No se soldará el soporte al tubo. Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán únicamente mediante accesorios soldados; si fuese preciso aplicar un elemento roscado, no se roscará al tubo, se utilizará el correspondiente enlace de cono elástico a compresión. La bomba se apoyará sobre bancada con elementos antivibratorios, y la tubería en la que va instalada dispondrá de acoplamientos elásticos para no transmitir ningún tipo de vibración ni esfuerzo radial o axial a la bomba. Las tuberías de entrada y salida de agua, quedarán bien sujetas a la enfriadora y su unión con el circuito hidráulico se realizará con acoplamientos elásticos.

- Para refrigerantes:

Las tuberías de conexión para líquido y aspiración de refrigerante, se instalarán en obra, utilizando manguitos para su unión. Las tuberías serán cortadas según las dimensiones establecidas en obra y se colocarán en su sitio sin necesidad de forzarlas o deformarlas. Estarán colocadas de forma que puedan contraerse y dilatarse, sin deterioro para sí mismas ni cualquier otro elemento de la instalación. Todos los cambios de dirección y uniones se realizarán con accesorios con soldadura incorporada. Todo paso de tubos por forjados y tabiques llevará una camisa de tubo de plástico o

metálico que le permita la libre dilatación. Las líneas de aspiración de refrigerante se aislarán por medio de coquillas preformadas de caucho esponjoso de 1,30 cm de espesor, con objeto de evitar condensaciones y el recalentamiento del refrigerante.

-Conductos:

Los conductos se soportarán y fijarán, de tal forma que estén exentos de vibraciones en cualquier condición de funcionamiento. Los elementos de soporte irán protegidos contra la oxidación. Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores, hasta que no haya sido realizada la prueba de estanqueidad. Las uniones entre conductos de chapa galvanizada se harán mediante las correspondientes tiras de unión transversal suministradas con el conducto, y se engatillarán haciendo un pliegue en cada conducto. Todas las uniones de conductos a los equipos se realizarán mediante juntas de lona u otro material flexible e impermeable. Los traslapes se realizarán en el sentido del flujo del aire y los bordes y abolladuras se igualarán hasta presentar una superficie lisa, tanto en el interior como en el exterior del conducto de 5 cm de ancho como mínimo. El soporte del conducto horizontal se empotrará en el forjado y quedará sensiblemente vertical para evitar que transmita esfuerzos horizontales a los conductos. Según el CTE DB HS 5, apartado 3.3.3.1, la salida de la ventilación primaria no deberá estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y deberá sobrepasarla en altura. Según el CTE DB HS 5, apartado 4.1.1.1, para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., deberá tomarse 1 UD para  $0,03 \text{ dm}^3/\text{s}$  de caudal estimado.

-Rejillas y difusores:

Todas las rejillas y difusores se instalarán enrasados, nivelados y a escuadra y su montaje impedirá que entren en vibración. Los difusores de aire estarán contruidos de aluminio anodizado preferentemente, debiendo generar en sus elementos cónicos, un efecto inductivo que produzca aproximadamente una mezcla del aire de suministro con un 30% de aire del local, y estarán dotados de compuertas de regulación de caudal. Las rejillas de impulsión podrán ser de aluminio anodizado extruído, serán de doble deflexión, con láminas delanteras horizontales y traseras verticales ajustables individualmente, con compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de retorno podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas a  $45^\circ$  y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de extracción podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas, a  $45^\circ$ , compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de descarga podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas; su diseño o colocación impedirá la entrada de agua de lluvia y estarán dotadas de malla metálica para evitar la entrada de aves. Las bocas de extracción serán de diseño circular, contruidas en material plástico lavable, tendrán el núcleo central regulable y dispondrán de contramarco para montaje.

Se comprobará que la situación, espacio y recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con los de proyecto, y en caso contrario se procederá a su nueva ubicación o definición de acuerdo con el criterio de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por el instalador autorizado en presencia de la dirección facultativa de los diversos componentes de la instalación. Se realizarán las rozas de todos los elementos que tengan que ir empotrados para posteriormente proceder al falcado de los mismos con elementos específicos o a base de pastas de yeso o cemento. Al mismo tiempo se sujetarán y fijarán los elementos que tengan que ir en superficie y los conductos enterrados se colocarán en sus zanjas; asimismo se realizarán y montarán las conducciones que tengan que realizarse in situ.

-Equipos de aire acondicionado:

Los conductos de aire quedarán fijados a las bocas correspondientes de la unidad y tendrán una sección mayor o igual a la de las bocas de la unidad correspondiente. El agua condensada se canalizará hacia la red de evacuación. Se fijará sólidamente al soporte por los puntos previstos, con



juntas elásticas, con objeto de evitar la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio. La distancia entre los accesos de aire y los paramentos de obra será mayor o igual a 1 m. Una vez colocados los tubos, conductos, equipos etc., se procederá a la interconexión de los mismos, tanto frigorífica como eléctrica, y al montaje de los elementos de regulación, control y accesorios.

#### Condiciones de terminación

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. Una vez fijada la estanquidad de los circuitos, se dotará al sistema de cargas completas de gas refrigerante.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

La instalación se rechazará en caso de:

Cambio de situación, tipo o parámetros del equipo, accesibilidad o emplazamiento de cualquier componente de la instalación de climatización. Diferencias a lo especificado en proyecto o a las indicaciones de la dirección facultativa.

Variaciones en diámetros y modo de sujeción de las tuberías y conductos. Equipos desnivelados.

Los materiales que no sean homologados, siempre que los exija el Reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria IT.IC. o cualquiera de los reglamentos en materia frigorífica.

Las conexiones eléctricas o de fontanería sean defectuosas.

No se disponga de aislamiento para el ruido y vibración en los equipos frigoríficos, o aislamiento en la línea de gas.

El aislamiento y barrera de vapor de las tuberías sean diferentes de las indicadas en la tabla 19.1 de la IT.IC y/o distancias entre soportes superiores a las indicadas en la tabla 16.1.

El trazado de instalaciones no sea paralelo a las paredes y techos.

El nivel sonoro en las rejillas o difusores sea mayor al permitido en IT.IC.

##### Ensayos y pruebas

Prueba hidrostática de redes de tuberías (ITE 06.4.1 del RITE).

Pruebas de redes de conductos (ITE 06.4.2 del RITE).

Pruebas de libre dilatación (ITE 06.4.3 del RITE).

Eficiencia térmica y funcionamiento (ITE 06.4.5 del RITE).

#### **Conservación y mantenimiento**

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad.

#### **3.1.2 Calefacción**

##### Prescripciones sobre los productos

### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

-Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.1).

-Estufas que utilizan combustibles sólidos, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.2).

-Calderas domésticas independientes que utilizan combustibles sólidos, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.3).

-Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a temperatura inferior a 120 °C, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.4).

-Radiadores y convectores (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.5).

-Bloque de generación formado por caldera, (según ITE 04.9 del RITE) o bomba de calor.

Sistemas en función de parámetros como:

- Demanda a combatir por el sistema (calefacción y agua caliente sanitaria).
- Grado de centralización de la instalación (individual y colectiva).
- Sistemas de generación (caldera, bomba de calor y energía solar).
- Tipo de producción de agua caliente sanitaria (con y sin acumulación).
- Según el fluido caloportador (sistema todo agua y sistema todo aire).

Equipos:

- Calderas.
- Bomba de calor (aire-aire o aire-agua).
- Energía solar.
- Otros.

-Bloque de transporte:

Red de transporte formada por tuberías o conductos de aire. (según ITE 04.2 y ITE 04.4 del RITE).

Canalizaciones de cobre calorifugado, acero calorifugado, etc.

Piezas especiales y accesorios.

Bomba de circulación o ventilador.

-Bloque de control:

Elementos de control como termostatos, válvulas termostáticas, etc. (según ITE 04.12 del RITE).

- Termostato situado en los locales.
- Control centralizado por temperatura exterior.
- Control por válvulas termostáticas.
- Otros.

-Bloque de consumo:

Unidades terminales como radiadores, convectores, etc. (según ITE 04.13 del RITE).

Accesorios como rejillas o difusores.

-En algunos sistemas, la instalación contará con bloque de acumulación.

-Accesorios de la instalación (según el RITE):

- Válvulas de compuerta, de esfera, de retención, de seguridad, etc.
- Conductos de evacuación de humos (según ITE 04.5 del RITE).
- Purgadores.
- Vaso de expansión cerrado o abierto.
- Intercambiador de calor.
- Grifo de macho.
- Aislantes térmicos.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se colocarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

En el caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante) o suspendida del forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirá a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique. Tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando se trate de ladrillo macizo y de 1 canuto en caso de ladrillo hueco, siendo el ancho de la roza nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores; si no es así, tendrán una longitud máxima de 1 m. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros, según RITE-ITE 05.2.4.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico, y en ningún caso se soldarán al tubo.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc. (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre, etc.).

Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Para la fijación de los tubos se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible).

El recorrido de las tuberías no deberá atravesar chimeneas ni conductos.

### **Proceso de ejecución**

#### Ejecución

El instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, y en caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación en presencia de esta, procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos y encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre los tubos de la instalación de calefacción y tuberías vecinas. Se deberá evitar la proximidad con cualquier conducto eléctrico.

Antes de su instalación, las tuberías deberán reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

Las calderas y bombas de calor se colocarán en bancada o paramento según recomendaciones del fabricante, quedando fijadas sólidamente. Las conexiones roscadas o embridadas irán selladas con cinta o junta de estanquidad de manera que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera. Alrededor de la caldera se dejarán espacios libres para facilitar labores de limpieza y mantenimiento. Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto.

Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio, conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

Se montarán y fijarán las tuberías y conductos ya sean vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso. Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les correspondan, y en el caso de circuitos hidráulicos se realizarán sus uniones con acoplamientos elásticos. Cada vez que se interrumpa el montaje se tapan los extremos abiertos.

Las tuberías y conductos se ejecutarán siguiendo líneas paralelas y a escuadra con elementos estructurales y con tres ejes perpendiculares entre sí, buscando un aspecto limpio y ordenado. Se colocarán de forma que dejen un espacio mínimo de 3 cm para la posterior colocación del aislamiento térmico y de forma que permitan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. En caso de conductos para gases con condensados, tendrán una pendiente de 0,5% para evacuar los mismos.

Las uniones, cambios de dirección y salidas se podrán hacer mediante accesorios soldados o roscados, asegurando la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. Si no se especifica, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores, etc.), se fijarán sólidamente al paramento y se nivelarán, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.

Se realizará la conexión de todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible, y de la red de evacuación de humos, así como el montaje de todos los elementos de control y demás accesorios.

En el caso de instalación de calefacción por suelo radiante, se extenderán las tuberías por

debajo del pavimento en forma de serpentín o caracol, siendo el paso entre tubos no superior a 20 cm. El corte de tubos para su unión o conexión se realizará perpendicular al eje y eliminando rebabas. En caso de accesorios de compresión se achaflanará la arista exterior. La distribución de agua se realizará a una temperatura de 40 a 50 °C, alcanzando el suelo una temperatura media de 25-28 °C, nunca mayor de 29 °C.

#### Condiciones de terminación

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, eliminando polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En caso de A.C.S. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5. (RITE-ITE 06.2).

En caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. (RITE-ITE-06.2)

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

-Calderas:

Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

-Canalizaciones, colocación:

- Diámetro distinto del especificado.
- Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.
- Buscar que los elementos de fijación no estén en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de proyecto.

Comprobar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

-En el calorifugado de las tuberías:

- Existencia de pintura protectora.
- Espesor de la coquilla se corresponde al del proyecto.
- Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.

-Colocación de manguitos pasamuros:

- Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.

-Colocación del vaso de expansión:

- Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

-Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad.

-Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento. Uniones. Existencia de purgador.

##### Ensayos y pruebas

Prueba hidrostática de las redes de tuberías (ITE 06.4.1 del RITE): una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas. Se realizarán pruebas de circulación de

agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones, y finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen. Posteriormente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

Pruebas de redes de conductos (ITE 06.4.2 del RITE): se realizará taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Pruebas de libre dilatación (ITE 06.4.3 del RITE): las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Eficiencia térmica y funcionamiento (ITE 06.4.5 del RITE): se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en el proyecto, con una variación admisible de  $\pm 2$  °C. El termómetro para medir la temperatura se colocará en un soporte en el centro del local a una altura del suelo de 1,50 m y permanecerá como mínimo 10 minutos antes de su lectura. La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera. En locales donde entre la radiación solar, la lectura se hará dos horas después de que deje de entrar. Cuando haya equipo de regulación, esté se desconectará. Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.

### **Conservación y mantenimiento**

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad. Se protegerán convenientemente las roscas.

#### **3.1.3 Instalación de ventilación**

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Conductos (colector general y conductos individuales):
- Piezas prefabricadas, de arcilla cocida, de hormigón vibrado, fibrocemento, etc.
- Elementos prefabricados, de fibrocemento, metálicas (conductos flexibles de aluminio y poliéster, de chapa galvanizada, etc.), de plástico (P.V.C.), etc.
- Rejillas: tipo. Dimensiones.
- Equipos de ventilación: extractores, ventiladores centrífugos, etc.
- Aspiradores estáticos: de hormigón, cerámicos, fibrocemento o plásticos. Tipos. Características. Certificado de funcionamiento.
- Sistemas para el control de humos y de calor, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 16.1): cortinas de humo, aireadores de extracción natural de extracción de humos y calor, aireadores extractores de humos y calor mecánicos; sistemas de presión diferencial (equipos) y suministro de energía.
- Alarmas de humo autónomas, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17).
- Chimeneas: conductos, componentes, paredes exteriores, terminales, etc., (ver Parte II, Relación de

productos con marcado CE, 16.2).

-Aislante térmico, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3). Tipo. Espesor.

Según el CTE DB HS 3, apartado 3.2 los productos tendrán las siguientes características:

Conductos de admisión: los conductos tendrán sección uniforme y carecerán de obstáculos en todo su recorrido. Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

Según el CTE DB HS 3, apartado 3.2.4, los conductos de extracción para ventilación mecánica cumplirán:

Cada conducto de extracción, salvo los de la ventilación específica de las cocinas, deberá disponer en la boca de expulsión de un aspirador mecánico, pudiendo varios conductos de extracción compartir un mismo aspirador mecánico.

Los conductos deberán tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y serán practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque de los tramos verticales.

Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deberán aislarse térmicamente de tal forma que se evite la producción de condensación. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 del DB SI 1.

Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

El soporte de la instalación de ventilación serán los forjados, sobre los que arrancará el elemento columna hasta el final del conducto, y donde se habrán dejado previstos los huecos de paso con una holgura para poder colocar alrededor del conducto un aislamiento térmico de espesor mínimo de 2 cm, y conseguir que el paso a través del mismo no sea una unión rígida.

Cada tramo entre forjados se apoyará en el forjado inferior.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

#### **Proceso de ejecución**

##### Ejecución

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.1 Aberturas:

Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro deberá colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y se sellarán los extremos en su encuentro con el muro. Los elementos de protección de las aberturas deberán colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.

Cuando los elementos de protección de las aberturas de extracción dispongan de lamas, éstas deberán colocarse inclinadas en la dirección de la circulación del aire.

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.2 Conductos de extracción:

Deberá preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deberán proporcionar una holgura perimétrica de 2 cm que se rellenará con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta deberá apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.

En caso de conductos de extracción para ventilación híbrida, las piezas deberán colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15° con transiciones suaves.

Cuando las piezas sean de hormigón en masa o de arcilla cocida, se recibirán con mortero de cemento tipo M-5a (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, se realizarán las uniones previstas en el sistema, cuidando la estanquidad de sus juntas.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción se taparán para evitar la entrada de escombros u otros objetos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor deberá conectarse al mismo mediante un ramal que desembocará en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente.

Según el CTE DB HS 3, apartado 6.1.3 Sistemas de ventilación mecánicos:

Los aspiradores mecánicos y los aspiradores híbridos deberán disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza.

Previo a los extractores de las cocinas se colocará un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.

Se dispondrá un sistema automático que actúe de forma que todos los aspiradores híbridos y mecánicos de cada vivienda funcionen simultáneamente o bien adoptar cualquier otra solución que impida la inversión del desplazamiento del aire en todos los puntos.

El aspirador híbrido o el aspirador mecánico, en su caso, deberá colocarse aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento.

El sistema de ventilación mecánica deberá colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.

Los empalmes y conexiones serán estancos y estarán protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.

#### Condiciones de terminación

Se revisará que las juntas entre las diferentes piezas están llenas y sin rebabas, en caso contrario se rellenarán o limpiarán.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

-Conducciones verticales:

- Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas.
- Aplomado: comprobación de la verticalidad.
- Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo.
- Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.



- Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos. Fijación. Arriostramiento, en su caso.
- Conexiones individuales:
- Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación. Correcta colocación de la rejilla.
- Aberturas y bocas de ventilación:
- Ancho del retranqueo (en caso de estar colocadas en éste).
  - Aberturas de ventilación en contacto con el exterior: disposición para evitar la entrada de agua.
  - Bocas de expulsión. Situación respecto de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca.
- Bocas de expulsión: disposición de malla antipájaros.
- Ventilación híbrida: altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.
- Medios de ventilación híbrida y mecánica:
- Conductos de admisión. Longitud.
  - Disposición de las aberturas de admisión y de extracción en las zonas comunes.
- Medios de ventilación natural:
- Aberturas mixtas en la zona común de trasteros: disposición.
  - Número de aberturas de paso en la partición entre trastero y zona común.
  - Aberturas de admisión y extracción de trasteros: comunicación con el exterior y separación vertical entre ellas.
  - Aberturas mixtas en almacenes: disposición.
  - Aireadores: distancia del suelo.
  - Aberturas de extracción: conexión al conducto de extracción. Distancia a techo. Distancia a rincón o esquina.

### Ensayos y pruebas

Prueba de funcionamiento: por conducto vertical, comprobación del caudal extraído en la primera y última conexión individual.

## **3.2 Instalación de electricidad: baja tensión y puesta a tierra**

### **Prescripciones sobre los productos**

#### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Instalación de baja tensión:

En general, la determinación de las características de la instalación se efectúa de acuerdo con lo señalado en la norma UNE 20.460-3.

-Caja general de protección (CGP). Corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora, que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente.

-Línea General de alimentación (LGA). Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN-60439-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

-Contadores.

- Colocados en forma individual.
- Colocados en forma concentrada (en armario o en local).

-Derivación individual: es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.
- Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 3,20 cm.

-Interruptor de control de potencia (ICP).

-Cuadro General de Distribución. Tipos homologados por el MICT:

- Interruptores diferenciales.
- Interruptor magnetotérmico general automático de corte omnipolar.
- Interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.

-Instalación interior:

- Circuitos. Conductores y mecanismos: identificación, según especificaciones de proyecto.
- Puntos de luz y tomas de corriente.
- Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión.
- Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electrobobinas.

-Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores y regletas.

El instalador poseerá calificación de Empresa Instaladora.

-En algunos casos la instalación incluirá grupo electrógeno y/o SAI. En la documentación del producto suministrado en obra, se comprobará que coincide con lo indicado en el proyecto, las indicaciones de la dirección facultativa y las normas UNE que sean de aplicación de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión: marca del fabricante. Distintivo de calidad. Tipo de homologación cuando proceda. Grado de protección. Tensión asignada. Potencia máxima admisible. Factor de potencia. Cableado: sección y tipo de aislamiento. Dimensiones en planta. Instrucciones de montaje.

No procede la realización de ensayos.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

-Instalación de puesta a tierra:

- Conductor de protección.
- Conductor de unión equipotencial principal.
- Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- Conductor de equipotencialidad suplementaria.
- Borne principal de tierra, o punto de puesta a tierra.
- Masa.
- Elemento conductor.

Toma de tierra: pueden ser barras, tubos, pletinas, conductores desnudos, placas, anillos o bien mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones. Otras estructuras enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas. Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra no afectará a la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión y comprometa las características del diseño de la instalación.

El almacenamiento en obra de los elementos de la instalación se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

Instalación de baja tensión:

La fijación se realizará una vez acabado completamente el paramento que la soporte. Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

En el caso de instalación empotrada, los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 1 m. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.

Instalación de puesta a tierra:

El soporte de la instalación de puesta a tierra de un edificio será por una parte el terreno, ya sea el lecho del fondo de las zanjas de cimentación a una profundidad no menor de 80 cm, o bien el terreno propiamente dicho donde se hincarán picas, placas, etc.

El soporte para el resto de la instalación sobre nivel de rasante, líneas principales de tierra y conductores de protección, serán los paramentos verticales u horizontales totalmente acabados o a falta de revestimiento, sobre los que se colocarán los conductores en montaje superficial o empotrados, aislados con tubos de PVC rígido o flexible respectivamente.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

En general:

En general, para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En la instalación de baja tensión:

Cuando algún elemento de la instalación eléctrica deba discurrir paralelo o instalarse próximo a una tubería de agua, se colocará siempre por encima de ésta. Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción IBT-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.

Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta: la elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente; la condensación; la inundación por avería en una conducción de líquidos, (en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación); la corrosión por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo; la explosión por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable; la intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

En la instalación de puesta a tierra:

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no se utilizarán como tomas de tierra por razones de seguridad.

## **Proceso de ejecución**

### Ejecución

Instalación de baja tensión:

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa. Se marcará por instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas, etc.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería.

Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de la misma deberá estar homologada por UNESA y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, autoextinguible de grado 7 de resistencia al choque), para la entrada de la acometida de la red general. Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 15 cm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. La caja de protección quedará empotrada y fijada sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, las dimensiones de la hornacina superarán las de la caja en 15 cm en todo su perímetro y su

profundidad será de 30 cm como mínimo.

Se colocará un conducto de 10 cm desde la parte superior del nicho, hasta la parte inferior de la primera planta para poder realizar alimentaciones provisionales en caso de averías, suministros eventuales, etc.

Las puertas serán de tal forma que impidan la introducción de objetos, colocándose a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marco metálicos protegidos frente a la corrosión. Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material.

Se ejecutará la línea general de alimentación (LGA), hasta el recinto de contadores, discurriendo por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente. La unión de los tubos será roscada o embutida. Cuando tenga una longitud excesiva se dispondrán los registros adecuados. Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, sirviéndose de pasa hilos (guías) impregnadas de sustancias que permitan su deslizamiento por el interior.

El recinto de contadores, se construirá con materiales no inflamables, y no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx). Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Se ejecutarán las derivaciones individuales, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas o bien directamente empotradas o enterradas en el caso de derivaciones horizontales, disponiéndose los tubos como máximo en dos filas superpuestas, manteniendo una distancia entre ejes de tubos de 5 cm como mínimo. En cada planta se dispondrá un registro, y cada tres una placa cortafuego. Los tubos por los que se tienden los conductores se sujetarán mediante bases soportes y con abrazaderas y los empalmes entre los mismos se ejecutarán mediante manguitos de 10 cm de longitud.

Se colocarán los cuadros generales de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada por 4 puntos como mínimo o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Se ejecutará la instalación interior; si es empotrada se realizarán rozas siguiendo un recorrido horizontal y vertical y en el interior de las mismas se alojarán los tubos de aislante flexible. Se colocarán registros con una distancia máxima de 15 m. Las rozas verticales se separarán de los cercos y premarcos al menos 20 cm y cuando se dispongan rozas por dos caras de paramento la distancia entre dos paralelas será como mínimo de 50 cm, y su profundidad de 4 cm para ladrillo macizo y 1 canuto para hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 5 mm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasahilos) mediante bornes o dedales aislantes. Las tapas de las cajas de derivación quedarán adosadas al paramento.

Si el montaje fuera superficial, el recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada.

Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Para garantizar una continua y correcta conexión los contactos se dispondrán limpios y sin humedad y se protegerán con envoltentes o pastas.

Las canalizaciones estarán dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones.

Las canalizaciones eléctricas se identificarán. Por otra parte, el conductor neutro o

compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Para la ejecución de las canalizaciones, estas se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos no excederá de 40 cm. Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño, y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables, cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.

Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose para este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

Los empalmes y conexiones se realizarán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y su verificación en caso necesario.

En caso de conductores aislados en el interior de huecos de la construcción, se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura. La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Paso a través de elementos de la construcción: en toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables. Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos

Instalación de puesta a tierra:

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, principalmente la situación de las líneas principales de bajada a tierra, de las instalaciones y masas metálicas. En caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa y se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación.

Durante la ejecución de la obra se realizará una puesta a tierra provisional que estará formada por un cable conductor que unirá las máquinas eléctricas y masas metálicas que no dispongan de doble aislamiento y un conjunto de electrodos de picas.

Al iniciarse las obras de cimentación del edificio se dispondrá el cable conductor en el fondo de la zanja, a una profundidad no inferior a 80 cm formando un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio, al que se conectarán los electrodos, hasta conseguir un valor mínimo de resistencia a tierra.

Una serie de conducciones enterradas unirá todas las conexiones de puesta a tierra situadas en el interior del edificio. Estos conductores irán conectados por ambos extremos al anillo y la separación entre dos de estos conductores no será inferior a 4 m.

Los conductores de protección estarán protegidos contra deterioros mecánicos, químicos, electroquímicos y esfuerzos electrodinámicos. Las conexiones serán accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas. Ningún aparato estará intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Para la ejecución de los electrodos, en el caso de que se trate de elementos longitudinales hincados verticalmente (picas), se realizarán excavaciones para alojar las arquetas de conexión, se

preparará la pica montando la punta de penetración y la cabeza protectora, se introducirá el primer tramo manteniendo verticalmente la pica con una llave, mientras se compruebe la verticalidad de la plomada. Paralelamente se golpeará con una maza, enterrando el primer tramo de la pica, se quitará la cabeza protectora y se enroscará el segundo tramo, enroscando de nuevo la cabeza protectora y volviendo a golpear; cada vez que se introduzca un nuevo tramo se medirá la resistencia a tierra. A continuación se deberá soldar o fijar el collar de protección y una vez acabado el pozo de inspección se realizará la conexión del conductor de tierra con la pica.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se cuidará que resulten eléctricamente correctas. Las conexiones no dañarán ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, se preverá un dispositivo para medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, ser desmontable, mecánicamente seguro y asegurar la continuidad eléctrica.

Si los electrodos fueran elementos superficiales colocados verticalmente en el terreno, se realizará un hoyo y se colocará la placa verticalmente, con su arista superior a 50 cm como mínimo de la superficie del terreno; se recubrirá totalmente de tierra arcillosa y se regará. Se realizará el pozo de inspección y la conexión entre la placa y el conductor de tierra con soldadura aluminotérmica.

Se ejecutarán las arquetas registrables en cuyo interior alojarán los puntos de puesta a tierra a los que se sueldan en un extremo la línea de enlace con tierra y en el otro la línea principal de tierra. La puesta a tierra se ejecutará sobre apoyos de material aislante.

La línea principal se ejecutará empotrada o en montaje superficial, aislada con tubos de PVC, y las derivaciones de puesta a tierra con conducto empotrado aislado con PVC flexible. Sus recorridos serán lo más cortos posibles y sin cambios bruscos de dirección, y las conexiones de los conductores de tierra serán realizadas con tornillos de aprieto u otros elementos de presión, o con soldadura de alto punto de fusión.

#### Condiciones de terminación

##### Instalación de baja tensión:

Las rozas quedarán cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared. Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas. Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

##### Instalación de puesta a tierra:

Al término de la instalación, el instalador autorizado, e informada la dirección facultativa, emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Instalación de baja tensión:

##### Instalación general del edificio:

##### -Caja general de protección:

- Dimensiones del nicho mural. Fijación (4 puntos).
- Conexión de los conductores. Tubos de acometidas.

##### -Línea general de alimentación (LGA):

- Tipo de tubo. Diámetro y fijación en trayectos horizontales. Sección de los conductores.

- Dimensión de patinillo para línea general de alimentación. Registros, dimensiones.
- Número, situación, fijación de pletinas y placas cortafuegos en patinillos de líneas generales de alimentación.
- Recinto de contadores:
  - Centralización de contadores: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones de líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.
  - Contadores trifásicos independientes: número y fijación del conjunto prefabricado y de los contadores. Conexiones.
  - Cuarto de contadores: dimensiones. Materiales (resistencia al fuego). Ventilación. Desagüe.
  - Cuadro de protección de líneas de fuerza motriz: situación, alineaciones, fijación del tablero. Fijación del fusible de desconexión, tipo e intensidad. Conexiones.
  - Cuadro general de mando y protección de alumbrado: situación, alineaciones, fijación. Características de los diferenciales, conmutador rotativo y temporizadores. Conexiones.
- Derivaciones individuales:
  - Patinillos de derivaciones individuales: dimensiones. Registros, (uno por planta). Número, situación y fijación de pletinas y placas cortafuegos.
  - Derivación individual: tipo de tubo protector, sección y fijación. Sección de conductores. Señalización en la centralización de contadores.
- Canalizaciones de servicios generales:
  - Patinillos para servicios generales: dimensiones. Registros, dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas, placas cortafuegos y cajas de derivación.
  - Líneas de fuerza motriz, de alumbrado auxiliar y generales de alumbrado: tipo de tubo protector, sección. Fijación. Sección de conductores.
- Tubo de alimentación y grupo de presión:
  - Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo.

#### Instalación interior del edificio:

- Cuadro general de distribución:
    - Situación, adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores.
  - Instalación interior:
    - Dimensiones, trazado de las rozas.
    - Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
    - Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
    - Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
    - Acometidas a cajas.
    - Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
    - Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
  - Cajas de derivación:
    - Número, tipo y situación. Dimensiones según número y diámetro de conductores. Conexiones. Adosado a la tapa del paramento.
  - Mecanismos:
    - Número, tipo y situación. Conexiones. Fijación al paramento.
- Instalación de puesta a tierra:
- Conexiones:
    - Punto de puesta a tierra.
  - Borne principal de puesta a tierra:
    - Fijación del borne. Sección del conductor de conexión. Conexiones y terminales.



Seccionador.

-Línea principal de tierra:

- Tipo de tubo protector. Diámetro. Fijación. Sección del conductor. Conexión.

-Picas de puesta a tierra, en su caso:

- Número y separaciones. Conexiones.

-Arqueta de conexión:

- Conexión de la conducción enterrada, registrable. Ejecución y disposición.

-Conductor de unión equipotencial:

- Tipo y sección de conductor. Conexión. Se inspeccionará cada elemento.

-Línea de enlace con tierra:

- Conexiones.

-Barra de puesta a tierra:

- Fijación de la barra. Sección del conductor de conexión. Conexiones y terminales.

Ensayos y pruebas

Instalación de baja tensión.

Instalación general del edificio:

Resistencia al aislamiento:

- De conductores entre fases (si es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

Instalación de puesta a tierra:

- Resistencia de puesta a tierra del edificio. Verificando los siguientes controles:

- La línea de puesta a tierra se empleará específicamente para ella misma, sin utilizar otras conducciones no previstas para tal fin.
- Comprobación de que la tensión de contacto es inferior a 24 V en locales húmedos y 50 V en locales secos, en cualquier masa del edificio.
- Comprobación de que la resistencia es menor de 20 ohmios.

**Conservación y mantenimiento**

Instalación de baja tensión. Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

Instalación de puesta a tierra. Se preservarán todos los elementos de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad.

**Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

**Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Instalación de baja tensión y de puesta a tierra. Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

### **3.3 Instalación de fontanería y aparatos sanitarios**

#### **3.3.1 Fontanería**

**Prescripciones sobre los productos**

**Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

Productos constituyentes: llaves de paso, tubos, válvulas antirretorno, filtro, armario o arqueta del contador general, marco y tapa, contador general, depósito auxiliar de alimentación, grupo de presión, depósitos de presión, local de uso exclusivo para bombas, válvulas limitadoras de presión, sistemas de tratamiento de agua, batería de contadores, contadores divisionarios, colectores

de impulsión y retorno, bombas de recirculación, aislantes térmicos, etc.

-Red de agua fría.

Filtro de la instalación general: el filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu\text{m}$ , con malla de acero inoxidable y baño de plata, y autolimpiable.

Sistemas de control y regulación de la presión:

Grupos de presión. Deben diseñarse para que pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

Las bombas del equipo de bombeo serán de iguales prestaciones.

Deposito de presión: estará dotado de un presostato con manómetro.

Sistemas de tratamiento de agua:

Los materiales utilizados en la fabricación de los equipos de tratamiento de agua deben tener las características adecuadas en cuanto a resistencia mecánica, química y microbiológica para cumplir con los requerimientos inherentes tanto al agua como al proceso de tratamiento.

Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

-Instalaciones de agua caliente sanitaria.

Distribución (impulsión y retorno).

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, deberá ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

-Tubos: material. Diámetro nominal, espesor nominal y presión nominal. Serie o tipo de tubo y tipo de rosca o unión. Marca del fabricante y año de fabricación. Norma UNE a la que responde. Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo. Se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- Tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996
- Tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996
- Tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997
- Tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995
- Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000
- Tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE EN ISO 15877:2004
- Tubos de polietileno (PE), según Normas UNE EN 12201:2003
- Tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004
- Tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE EN ISO 15876:2004
- Tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004
- Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002;
- Tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.

-Griferías: materiales. Defectos superficiales. Marca del fabricante o del importador sobre el cuerpo o sobre el órgano de maniobra. Grupo acústico y clase de caudal.

-Accesorios:

Grapa o abrazadera: será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Sistemas de contabilización de agua fría: los contadores de agua deberán fabricarse con materiales que posean resistencia y estabilidad adecuada al uso al que se destinan, también deberán

resistir las corrosiones.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán las condiciones y requisitos expuestos a continuación:

No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.

Deben ser resistentes a la corrosión interior.

Deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas.

Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.

Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.

Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Para cumplir las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

Uniones de tubos: de acero galvanizado o zincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico.

-El ACS se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

-El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación. Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

-El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen. El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el proyecto y las normas UNE que sea de aplicación de acuerdo con el CTE.

Se verificará el marcado CE para los productos siguientes:

Tubos y racores de acero para el transporte de líquidos acuosos, incluido el agua destinada al consumo humano (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 15.2).

Juntas para la conexión de tubos de acero y racores para el transporte de líquidos acuosos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 15.3).

Tubos y racores de acero inoxidable para el transporte de líquidos acuosos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 15.4).

Tubos redondos de cobre (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 15.10).

Las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características técnicas mínimas que deban reunir.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

#### Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá disponerse vista, registrable o estar empotrada.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Revisión de documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

#### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua. No se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado. Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente.

Si las tuberías y accesorios están concebidos como partes de un mismo sistema de instalación, éstos no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministre no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan

producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Cuando los tubos discurren enterrados o empotrados los revestimientos que tendrán serán según el material de los mismos, serán:

Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.

Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.

Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura

## **Proceso de ejecución**

### Ejecución

Ejecución redes de tuberías, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.1:

Cuando discurren por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección.

Uniones y juntas:

Las uniones de los tubos serán estancas, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.2. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción. Son admisibles las soldaduras fuertes. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Protecciones:

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.2, tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.3, cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.4, cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm. Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.5, a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles, que actúen de protección contra el ruido.

Grapas y abrazaderas, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.1: la colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan

ruidos y/o vibraciones al edificio.

Soportes, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.2, se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución.

Alojamiento del contador general, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.1: la cámara o arqueta de alojamiento del contador general estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice “in situ”, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Las cámaras o arquetas estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara.

Contadores divisionarios aislados, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.2: se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos para el contador general en cuanto a sus condiciones de ejecución.

Depósito auxiliar de alimentación para grupo de sobre elevación, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.1: habrá de ser fácilmente accesible así como fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación. Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con sifón para el rebosado. Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero. Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito, de uno o varios dispositivos de cierre. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores. La centralita dispondrá de un hidronivel. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Asimismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas para grupo de sobre elevación, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.2: se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia del conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán interpuestos elementos antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.3: estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. El depósito de presión dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito. Si se instalaran varios depósitos de presión, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación.

Funcionamiento alternativo de grupo de presión convencional, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.2: se preverá una derivación alternativa (by-pass) para el funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías

motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual. Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición. Sólo se instalarán aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

#### Condiciones de terminación

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

- Instalación general del edificio:

- Acometida: tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro (exterior al edificio). Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.
- Contador general: situación del armario o cámara; colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros.
- Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.
- Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo.
- Grupo de presión: marca y modelo especificado.
- Depósito hidroneumático: homologado por el Ministerio de Industria.
- Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.
- Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Separación de otras centralizaciones de contadores (gas, electricidad...) Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves.

- Instalación particular del edificio:

- Montantes:
  - Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.
  - En caso de instalación de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte.
  - Diámetro y material especificados (montantes).
  - Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.
  - Posición paralela o normal a los elementos estructurales.
  - Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.
- Derivación particular:
  - Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.
  - Llaves de paso en locales húmedos.
  - Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm.
  - Diámetros y materiales especificados.
  - Tuberías de PVC, condiciones especiales para no impedir la dilatación.
  - Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.
  - Tuberías de cobre recibidas con grapas de latón. La unión con galvanizado

mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas.

- Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.
- Grifería:
  - Verificación con especificaciones de proyecto.
  - Colocación correcta con junta de aprieto.
- Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente: cumple las especificaciones de proyecto.
  - Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso.
  - Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.
  - En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección.
  - Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos.

#### Ensayos y pruebas

Pruebas de las instalaciones interiores:

- Prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.  
En caso de instalaciones de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:
- Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad.
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrio hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Serán motivo de rechazo las siguientes condiciones:

- Medidas no se ajustan a lo especificado.
- Colocación y uniones defectuosas.
- Estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, se rechazará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.
- Funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, se rechazará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

#### **Conservación y mantenimiento**

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante un año deben ser taponadas.

Se procederá a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido antes de la entrega de la obra.

Sistemas de tratamiento de agua:

Los productos químicos utilizados en el proceso deben almacenarse en condiciones de seguridad en función de su naturaleza y su forma de utilización. La entrada al local destinado a su almacenamiento debe estar dotada de un sistema para que el acceso sea restringido a las personas autorizadas para su manipulación.



### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Instalación general del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones:

- Prueba de presión
- Prueba de estanquidad
- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
- Nivel de agua/ aire en el deposito.
- Lectura de presiones y verificaciones de caudales.
- Comprobación del funcionamiento de válvulas.
- Instalaciones particulares.
- Prueba hidráulica de las conducciones:
- Prueba de presión
- Prueba de estanquidad
- Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo.
- Caudal en el punto más alejado.

### **3.4 Instalación de gas y combustibles líquidos**

#### **3.4.1 Gas natural**

#### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Tubos y accesorios:
  - De polietileno calidad PE80 o PE 100, conformes a la norma UNE-EN 1555.
  - De cobre, estirado en frío, sin soldadura (tubos), tipo Cu-DHP, de acuerdo con UNE-EN 1057.
  - De acero, tubos conforme a UNE 36864, UNE 19040, UNE 19041 y UNE 14096, accesorios conforme a UNE-EN 10242.
  - Acero inoxidable conforme a UNE 19049-1.
  - Otros materiales aceptados en UNE-EN 1775.
  - Vainas, conductos y pasamuros: metálicos, plásticos rígidos o de obra, conforme a UNE 60670-4.
  - Tallos de polietileno-cobre o polietileno-acero. Conforme a UNE 60405.
  - Conjuntos de regulación y reguladores de presión. Según UNE 60404, UNE 60410 o UNE 60402.
  - Contadores y sus soportes, según UNE-EN 1359, UNE 60510, UNE-EN 12261, UNE-EN 12480, UNE 60495.
  - Centralizaciones de contadores según UNE 60490.
  - Llaves de corte según UNE-EN 331, fácilmente precintables y bloqueables en posición “cerrado”.
  - Conexiones a aparatos, rígidas o flexibles, según UNE 60670-7.
  - Tomas de presión, según UNE 60719.

- Juntas elastoméricas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 12.1).
- Sistemas de detección de fugas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 12.2).

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

#### **Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)**

El almacenamiento en obra se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

#### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

##### **Características técnicas de cada unidad de obra**

###### Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá disponerse vista, registrable o estar empotrada.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

###### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Los conductos de extracción no podrán compartirse con otros conductos ni con locales de otros usos excepto con los trasteros.

Las distancias mínimas de separación de una tubería vista a conducciones de otros servicios (conducción eléctrica, de agua, vapor, chimeneas, mecanismos eléctricos, etc.), deberán ser de 3 cm en curso paralelo y de 1 cm en cruce. La distancia mínima al suelo deberá ser de 3 cm. Estas distancias se medirán entre las partes exteriores de los elementos considerados (conducciones o mecanismos). No habrá contacto entre tuberías, ni de una tubería de gas con estructuras metálicas del edificio.

En caso de conducciones ajenas que atraviesan el recinto de centralización de contadores, se deberá evitar que una conducción ajena a la instalación de gas discurra de forma vista. Cuando esto no se pueda evitar, se debe tener en cuenta lo siguiente:

La conducción que lo atraviesa no deberá tener accesorios o juntas desmontables y los puntos de penetración y salida deben ser estancos. Si se trata de tubos de plomo o de material plástico deberán estar, además, alojados en el interior de un conducto.

Las conducciones vistas de suministro eléctrico se deberán alojar en una vaina continua de acero.

La conducción no deberá obstaculizar las ventilaciones del recinto ni la operación y mantenimiento de la instalación de gas (llaves, reguladores de abonado, contadores, etc.).

##### **Proceso de ejecución**

###### Ejecución

Como criterio general, las instalaciones de gas se deberán ejecutar de forma que las tuberías

sean vistas o alojadas en vainas o conductos, para poder ser reparadas o sustituidas total o parcialmente en cualquier momento de su vida útil, a excepción de los tramos que deban discurrir enterrados.

Cuando las tuberías (vistas o enterradas) atraviesen muros o paredes exteriores o interiores de la edificación, se deberán proteger con tubos pasamuros adecuados.

Las tuberías pertenecientes a la instalación común deberán discurrir por zonas comunitarias del edificio (fachada, azotea, patios, vestíbulos, caja de escalera, etc.). Las tuberías de la instalación individual deberán discurrir por zonas comunitarias del edificio, o por el interior de la vivienda o local que suministran.

Cuando en algún tramo de la instalación receptora no se puedan cumplir estas condiciones, se adoptará en él la modalidad de “tuberías alojadas en vainas o conductos”

El paso de tuberías no debe transcurrir por el interior de: huecos de ascensores o montacargas; locales que contengan transformadores eléctricos de potencia; locales que contengan recipientes de combustible líquido (a estos efectos, los vehículos a motor o un depósito nodriza no tienen la consideración de recipiente de combustible líquido); conductos de evacuación de basura o productos residuales; chimeneas o conductos de evacuación de productos de la combustión; conductos o bocas de aireación o ventilación, a excepción de aquellos que sirvan para la ventilación de locales con instalaciones y/o equipos que utilicen el propio gas suministrado.

No se debe utilizar el alojamiento de tuberías dentro de los forjados que constituyan el suelo o techo de las viviendas o locales.

En caso de tuberías vistas: deberán quedar convenientemente fijadas a elementos sólidos de la construcción mediante accesorios de sujeción, para soportar el peso de los tramos y asegurar la estabilidad y alineación de la tubería. Los elementos de sujeción serán desmontables, quedando convenientemente aislados de la conducción y permitiendo las posibles dilataciones de las tuberías.

Cerca de la llave de montante y en todo caso al menos una vez en zona comunitaria, se deberá señalar la tubería adecuadamente con la palabra “gas” o con una franja amarilla situada en zona visible. En caso de tuberías vistas no se podrá utilizar tubo de polietileno.

Las tuberías alojadas en el interior de vainas o conductos deberán ser continuas o bien estar unidas mediante soldadura y no podrán disponer de órganos de maniobra, en todo su recorrido por la vaina o conducto. Las vainas serán continuas en todo su recorrido y quedarán convenientemente fijadas mediante elementos de sujeción. Cuando la vaina sea metálica, no estará en contacto con las estructuras metálicas del edificio ni con otras tuberías, y será compatible con el material de la tubería, a efectos de evitar la corrosión. Cuando su función sea la ventilación de tuberías, los dos extremos de la vaina deberán comunicar con el exterior del recinto, zona o cámara que atraviesa (o bien uno solo, debiendo estar entonces el otro sellado a la tubería).

Los conductos serán continuos en todo su recorrido, si bien podrán disponer de registros para el mantenimiento de las tuberías. Estos registros serán estancos con accesibilidad de grado 2 ó 3. Cuando el conducto sea metálico, no deberá estar en contacto con las estructuras metálicas del edificio ni con otras tuberías y deberá ser compatible con el material de la tubería, a efectos de evitar la corrosión.

Cuando su función sea la ventilación de tuberías, los dos extremos del conducto deberán comunicar con el exterior del recinto, zona o cámara que atraviesa (o bien uno solo, debiendo estar entonces el otro sellado a la tubería).

No se instalarán tuberías enterradas directamente en el suelo de las viviendas o locales cerrados destinados a usos no domésticos. Los tramos enterrados de las instalaciones receptoras se llevarán a cabo según los métodos constructivos y de protección de tuberías fijados en el reglamento vigente. Se podrán enterrar tubos de polietileno, de cobre o de acero, recomendándose el uso de polietileno en lo referente a redes y acometida exterior de combustibles gaseosos.

Tuberías empotradas. Esta modalidad de ubicación se limitará al interior de un muro o pared, y tan solo se puede utilizar en los casos en que se deban rodear obstáculos o conectar dispositivos alojados en armarios o cajetines. Si la pared que rodea el tubo contiene huecos, éstos se deberán obturar. Para ello se debe utilizar tubo de acero soldado o de acero inoxidable, o bien tubo de cobre con una longitud máxima de empotramiento de 40 cm, pero en estos tramos de tubería no puede existir ninguna unión. Excepcionalmente, en el caso de tuberías que suministren a un conjunto de regulación y/o de contadores, la longitud de empotramiento de tuberías podrá estar comprendida entre 40 cm y 2,50 m. Cuando una tubería se instale empotrada, de forma previa a su instalación se deberá limpiar de todo óxido o suciedad, aplicar una capa de imprimación y protegerla mediante la aplicación de una doble capa de cinta protectora anticorrosión adecuada (al 50% de solape).

Ubicación de los conjuntos de regulación. Los conjuntos de regulación deberán ser de grado de accesibilidad 2 y solo se instalarán en los siguientes emplazamientos:

- a) En el interior de armarios adosados o empotrados en paredes exteriores de la edificación.
- b) En el interior de armarios o nichos exclusivos para este uso situados en el interior de la edificación, pero con al menos una de sus paredes colindante con el exterior.
- c) En el interior de recintos de centralización de contadores.
- d) En el interior de salas de calderas, cuando sea para el suministro de gas a las mismas.

En el caso de situación en nicho, recinto de centralización de contadores y salas de calderas, se puede prescindir del armario.

En los casos a) y b) el armario o nicho deberá disponer de una ventilación directa al exterior al menos de 5 cm<sup>2</sup>, siendo admisible la de la holgura entre puerta y armario, cuando dicha holgura represente una superficie igual o mayor de dicho valor.

En los casos c) y d), cuando el recinto de centralización de contadores o la sala de calderas estén ubicados en el interior del edificio, sus puertas de acceso deberán ser estancas y sus ventilaciones directas al exterior.

En los casos b), c) y d), el conducto de la válvula de alivio deberá disponer de ventilación directa al exterior.

Ubicación de los reguladores MOP (Máxima presión de operación) de entrada: superior a 0,05 en inferior o igual a 0,4 bar y MOP de salida inferior a 0,05 bar y los MOP de entrada inferior a 0,05 bar y MOP de salida inferior a 0,05 bar. Estos reguladores se deben instalar directamente en la entrada del contador o en línea en la instalación individual de gas.

Tomas de presión. En toda instalación receptora individual se deberá instalar una toma de presión, preferentemente a la salida del contador.

Llave de acometida: es la llave que da inicio a la instalación receptora de gas, se deberá instalar en todos los casos. El emplazamiento lo deberá decidir la empresa distribuidora, situándola próxima o en el mismo muro o límite de la propiedad, y satisfaciendo la accesibilidad grado 1 ó 2 desde zona pública, tanto para la empresa distribuidora como para los servicios públicos, (bomberos, policía, etc.).

Llave del edificio: se deberá instalar lo más cerca posible de la fachada del edificio o sobre ella misma, y permitirá cortar el servicio de gas a éste. El emplazamiento lo determina la empresa instaladora y la empresa distribuidora de acuerdo con la Propiedad. Su accesibilidad deberá ser de grado 2 ó 3 para la empresa distribuidora.

Llave de montante colectivo: se deberá instalar cuando exista más de un montante colectivo y tendrá grado de accesibilidad 2 ó 3 para la empresa distribuidora desde la zona común o pública.

Llave de usuario: salvo lo indicado en el apartado 4.2 de la Norma UNE 60670-5:2005, la llave de usuario se deberá instalar en todos los casos para aislar cada instalación individual y tener grado 2 de accesibilidad para la empresa distribuidora desde zona común o desde el límite de la

propiedad, salvo en el caso de que exista una autorización expresa de la empresa distribuidora.

Llaves integrantes de la instalación individual:

Llave de contador. Se deberá instalar en todos los casos y situarse en el mismo recinto, lo más cerca posible de la entrada del contador o de la entrada del regulador de usuario cuando este se acople a la entrada del contador.

Llave de vivienda o de local privado. Se deberá instalar en todos los casos y tener accesibilidad de grado 1 para el usuario. Se deberá instalar en el exterior de la vivienda o local de uso no doméstico al que suministra, pero debiendo ser accesible desde el interior. Se podrá instalar en su interior, pero en este caso el emplazamiento debe ser tal que el tramo anterior a la llave dentro de la vivienda o local privado resulte lo más corto posible.

Llave de conexión de aparato. Se deberá instalar para cada aparato a gas, y deberá estar ubicada lo más cerca posible del aparato a gas y en el mismo recinto. Su accesibilidad debe ser de grado 1 para el usuario. En el caso de aparatos de cocción, la llave del aparato se puede instalar, para facilitar la operatividad de la misma, en un recinto contiguo de la misma vivienda o local privado, siempre y cuando estén comunicados mediante una puerta.

Contadores. Para gases menos densos que el aire, los contadores no deberán situarse en un nivel inferior al primer sótano o semisótano. Para gases más densos que el aire, los contadores no se deberán situar en un nivel inferior al de la planta baja. Los recintos, (local técnico, armario o nicho y conducto técnico) destinados a la instalación de contadores deberán estar reservados exclusivamente para instalaciones de gas. El totalizador del contador se deberá situar a una altura inferior a 2,20 m del suelo. En el caso de módulos prefabricados, esta altura puede ser de hasta 2,40 m, siempre y cuando se habilite el recinto con una escalera o útil similar que facilite al técnico correspondiente efectuar la lectura.

En caso de fincas plurifamiliares, los contadores se deberán instalar centralizados, en recintos situados en zonas comunitarias del edificio y con accesibilidad grado 2 para la empresa distribuidora.

En caso de fincas unifamiliares o locales destinados a usos no domésticos, el contador se deberá instalar en un recinto tipo armario o nicho, situado preferentemente en la fachada o muro límite de la propiedad, y con accesibilidad grado 2 desde el exterior del mismo para la empresa distribuidora.

En caso de instalación centralizada de contadores: se pueden centralizar de forma total en un local técnico o armario, o bien de forma parcial en locales técnicos, armarios o conductos técnicos en rellano. Los locales técnicos, armarios y conductos técnicos pueden ser prefabricados o construirse con obra de fábrica y enlucidos interiormente. La puerta de acceso al recinto, sea local técnico o armario de centralización total o parcial, o armario o nicho para más de un contador, abrirá hacia fuera y dispondrá de cerradura con llave normalizada por la empresa distribuidora. Si se trata de un local técnico, la puerta abrirá desde el interior del mismo sin necesidad de llave. En el recinto de centralización, junto a cada llave de contador, existirá una placa identificativa que lleve grabada, de forma indeleble, la indicación de la vivienda (piso y puerta) o local al que suministra. Dicha placa debe ser metálica o de plástico rígido.

En el caso de recintos de centralización diseñados para más de dos contadores, en un lugar visible del interior del recinto se colocará un cartel informativo que contenga, como mínimo, las siguientes inscripciones:

- Prohibido fumar o encender fuego.
- Asegúrese que la llave de maniobra es la que corresponde.
- No abrir una llave sin asegurarse que las del resto de la instalación correspondiente están cerradas.
- En el caso de cerrar una llave equivocadamente, no la vuelva a abrir sin comprobar que el resto de las llaves de la instalación correspondiente están cerradas.

- Además, en el exterior de la puerta del recinto se deberá situar un cartel informativo que contenga la siguiente inscripción: “Contadores de gas”.

Ventilación de los recintos de centralización de contadores: los locales técnicos, armarios exteriores o interiores y conductos técnicos de centralización de contadores deberán disponer de una abertura de ventilación situada en su parte inferior y otra situada en su parte superior. Las aberturas de ventilación podrán ser por orificio o por conducto. Las aberturas de ventilación serán preferentemente directas, es decir, deberán comunicar con el exterior o con un patio de ventilación. Las aberturas de ventilación se deberán proteger con una rejilla fija. La ventilación directa de los armarios situados en el exterior también se podrán realizar a través de la parte inferior y superior de la propia puerta.

Locales donde se ubican los aparatos de gas: en los locales que estén situados a un nivel inferior a un primer sótano no se deberán instalar aparatos de gas. Cuando el gas suministrado sea más denso que el aire, en ningún caso se debe instalar aparatos de gas en un primer sótano.

Los locales destinados a dormitorio y los locales de baño, ducha o aseo, no deberán contener aparatos de gas de circuito abierto. En este tipo de locales sólo se pueden instalar aparatos a gas de circuito estanco, debiendo cumplir la reglamentación vigente en lo referente a locales húmedos, en el caso de baños, duchas o aseos.

No se deberán ubicar aparatos de circuito abierto conducidos de tiro natural en un local o galería cerrada que comunique con un dormitorio, local de baño o ducha, cuando la única posibilidad de acceso de estos últimos sea a través de una puerta que comunique con el local o galería donde está el aparato. Los aparatos a gas de circuito abierto conducido para locales de uso doméstico, se deben instalar en galerías, terrazas, en recintos o locales exclusivos para estos aparatos, o en otros locales de uso restringido (lavaderos, garajes individuales, etc.). También se pueden instalar este tipo de aparatos en cocinas, siempre que se apliquen las medidas necesarias que impidan la interacción entre los dispositivos de extracción mecánica de la cocina y el sistema de evacuación de los productos de combustión.

Los dos párrafos anteriores no son de aplicación a los aparatos de uso exclusivo para la producción de agua caliente sanitaria.

#### Condiciones de terminación

Al término de la instalación, el instalador autorizado, e informada la dirección facultativa, emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

Dimensiones y cota de solera:

- Colocación de la llave de cierre y del regulador de presión.
- Enrasado de la tapa con el pavimento.
- En los montantes, colocación y diámetro de la tubería así como que la distancia de las grapas de fijación sea menor o igual a 2 m.
- Colocación de manguitos pasamuros y existencia de la protección de los tramos necesarios con fundas.
- Colocación y precintado de las llaves de paso.
- Diámetros y colocación de los conductos, así como la fijación de las grapas.
- Colocación de los manguitos pasamuros y existencia de fundas para protección de tramos.

En la entrada al contador y en cada punto de consumo, existencia de una llave de paso.

En el calentador, cumplimiento de las distancias de protección y su conexión al conducto de evacuación cuando así se requiera.

Existencia de rejillas de aireación en el local de consumo, así como su altura de colocación y

dimensiones.

### Ensayos y pruebas

La instalación deberá superar una prueba de estanquidad cuyo resultado deberá ser documentado de acuerdo con la legislación vigente. La prueba de estanquidad se deberá realizar con aire o gas inerte, sin usar ningún otro tipo de gas o líquido. Antes de iniciar la prueba de estanquidad se deberá asegurar que están cerradas las llaves que delimitan la parte de la instalación a ensayar, así como que están abiertas las llaves intermedias. Una vez alcanzado el nivel de presión necesario y transcurrido un tiempo prudencial para que se establezca la temperatura, se deberá realizar la primera lectura de presión y empezar a contar el tiempo de ensayo.

### **Conservación y mantenimiento**

Se preservarán todos los elementos de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad.

Se mantendrán tapadas todas las instalaciones hasta el momento de su conexión a los aparatos y a la red.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Pruebas previas al suministro:

Previamente a la solicitud de puesta en servicio, la empresa suministradora deberá disponer de la documentación técnica de la instalación receptora, según lo establecido en la legislación vigente. Una vez firmado el contrato de suministro, la empresa suministradora deberá proceder a realizar las pruebas previas contempladas en la legislación vigente. Levadas a cabo con resultado satisfactorio, la empresa suministradora extenderá un Certificado de Pruebas Previas y solicitará para instalaciones receptoras suministradas desde redes de distribución, la puesta en servicio de la instalación a la empresa distribuidora correspondiente.

Puesta en servicio:

Para la puesta en servicio de una instalación suministrada desde una red de distribución, la empresa distribuidora procederá a realizar las comprobaciones y verificaciones establecidas en las disposiciones que al respecto le son de aplicación. Una vez llevadas a cabo, para dejar la instalación en servicio, la empresa distribuidora deberá realizar, además, las siguientes operaciones:

Comprobar que quedan cerradas, bloqueadas y precintadas las llaves de usuario de las instalaciones individuales que no sean objeto de puesta en servicio en ese momento.

Comprobar que quedan cerradas, bloqueadas, precintadas y taponadas las llaves de conexión de aquellos aparatos a gas pendientes de instalación o de poner en marcha.

Abrir la llave de acometida y purgar las instalaciones que van a quedar en servicio, que en el caso más general deberán ser: la acometida interior, la instalación común y, si se da el caso, las instalaciones individuales que sean objeto de puesta en servicio.

La operación de purgado deberá realizarse con la precauciones necesarias, asegurándose que al darla por acabada no existe mezcla de aire-gas dentro de los límites de inflamabilidad en el interior de la instalación dejada en servicio.

## **3.5 Instalación de alumbrado**

### **3.5.1 Alumbrado de emergencia**

#### **Prescripciones sobre los productos**

**Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

-Instalación de alumbrado de emergencia:

Según el CTE DB SU 4, apartado 2.3:

La instalación será fija, con fuente propia de energía, con funcionamiento automático en caso de fallo de la instalación de alumbrado normal. (Se considerará como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal).

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación deberá alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

Durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo la instalación cumplirá las condiciones de servicio indicadas en el CTE DB SU 4, apartado 2.3.

Según el apartado 3.4 de ITC-BT28, la alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (es decir, disponible en 0,5 segundos). Se incluyen dentro de este alumbrado el de seguridad y el de reemplazamiento.

Según el apartado 3.4 DE ITC-BT28:

-Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia:

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598 -2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

-Luminaria alimentada por fuente central:

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente, o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria. Las luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma UNE-EN 60.598 - 2-22.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos; se dispondrán en un cuadro único; situado fuera de la posible intervención del público.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

-Señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios:

Según el CTE DB SU 4, apartado 2.4:

La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes;

La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no



debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.

La relación entre la luminancia  $L_{blanca}$ , y la luminancia  $L_{color} > 10$ , no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

-Luminaria:

Tensión asignada o la(s) gama(s) de tensiones.

Clasificación de acuerdo con las UNE correspondientes.

Indicaciones relativas al correcto emplazamiento de las lámparas en un lugar visible.

Gama de temperaturas ambiente en el folleto de instrucciones proporcionado por la luminaria.

Flujo luminoso.

-Equipos de control y unidades de mando:

Los dispositivos de verificación destinados a simular el fallo de la alimentación nominal, si existen, deben estar claramente marcados.

Características nominales de los fusibles y/o de las lámparas testigo cuando estén equipadas con estos.

Los equipos de control para el funcionamiento de las lámparas de alumbrado de emergencia y las unidades de mando incorporadas deben cumplir con las CEI correspondientes.

-La batería de acumuladores eléctricos o la fuente central de alimentación:

Los aparatos autónomos deben estar claramente marcados con las indicaciones para el correcto emplazamiento de la batería, incluyendo el tipo y la tensión asignada de la misma.

Las baterías de los aparatos autónomos deben estar marcadas, con el año y el mes o el año y la semana de fabricación, así como el método correcto a seguir para su montaje.

-Lámpara: se indicará la marca de origen, la potencia en vatios, la tensión de alimentación en voltios y el flujo nominal en lúmenes. Además, para las lámparas fluorescentes, se indicarán las condiciones de encendido y color aparente, el flujo nominal en lúmenes, la temperatura de color en °K y el índice de rendimiento de color.

Además se tendrán en cuenta las características contempladas en las UNE correspondientes.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

El almacenamiento de los productos en obra se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

La fijación se realizará una vez acabado completamente el paramento que lo soporte.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el

contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Cuando algún elemento de la instalación eléctrica deba discurrir paralelo o instalarse próximo a una tubería de agua, se colocará siempre por encima de ésta.

### **Proceso de ejecución**

#### Ejecución

En general:

Según el CTE DB SU 4, apartado 2.1, contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos indicados en mismo.

Según el CTE DB SU 4, apartado 2.2, las luminarias de emergencia se colocarán del siguiente modo; una en cada puerta de salida, o para destacar un peligro potencial, o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en puertas existentes en los recorridos de evacuación, escaleras, para que cada tramo reciba iluminación directa, cualquier cambio de nivel, cambios de dirección e intersecciones de pasillos.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Una vez replanteada la situación de la luminaria y efectuada su fijación al soporte, se conectarán tanto la luminaria como sus accesorios utilizando los aislamientos correspondientes.

#### - Alumbrado de seguridad:

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tengan que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal. La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

#### - Alumbrado de evacuación:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación deberá proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40. El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

#### - Alumbrado ambiente o anti-pánico:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40. El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

#### - Alumbrado de zonas de alto riesgo:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajara en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local. El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10. El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

- Alumbrado de reemplazamiento:

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

#### Tolerancias admisibles

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques no metálicos.

#### Condiciones de terminación

El instalador autorizado deberá marcar en el espacio reservado en la etiqueta, la fecha de puesta en servicio de la batería.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

- Luminarias, conductores, situación, altura de instalación, puesta a tierra: deben coincidir en número y características con lo especificado en proyecto.
- Conexiones: ejecutadas con regletas o accesorios específicos al efecto.
- Luminarias, lámparas: número de estas especificadas en proyecto.
- Fijaciones y conexiones: Se permitirán oscilaciones en la situación de las luminarias de más menos 5 cm.

##### Ensayos y pruebas

Alumbrado de evacuación:

La instalación cumplirá las siguientes condiciones de servicio durante 1 hora, como mínimo a partir del instante en que tenga lugar una caída al 70% de la tensión nominal:

- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos a los citados.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

Alumbrado ambiente o anti pánico:

- Proporcionará una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.
- El cociente entre la iluminancia máxima y la mínima será menor que 40.
- Proporcionará la iluminancia prevista durante al menos una hora.
- Alumbrado de zonas de alto riesgo;
- Proporcionará una iluminancia horizontal mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia

normal (el mayor de los dos valores).

- El cociente entre la iluminancia máxima y la mínima será menor que 10.
- Proporcionará la iluminancia prevista, cuando se produzca el fallo del suministro normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

### **Conservación y mantenimiento**

Todos los elementos de la instalación se protegerán de la suciedad y de la entrada de objetos extraños.

Se procederá a la limpieza de los elementos que lo necesiten antes de la entrega de la obra.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

### **3.5.2 Instalación de iluminación**

#### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el proyecto.

- Equipos eléctricos para montaje exterior: grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102. Montados a una altura mínima de 2,50 m sobre el nivel del suelo. Entradas y salidas de cables por la parte inferior de la envolvente.
- Luminarias para lámparas de incandescencia o de fluorescencia y otros tipos de descarga e inducción: marca del fabricante, clase, tipo (empotrable, para adosar, para suspender, con celosía, con difusor continuo, estanca, antideflagrante...), grado de protección, tensión asignada, potencia máxima admisible, factor de potencia, cableado, (sección y tipo de aislamiento, dimensiones en planta), tipo de sujeción, instrucciones de montaje. Las luminarias para alumbrado interior serán conformes la norma UNE-EN60598. Las luminarias para alumbrado exterior serán de clase I o clase II y conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3 y a la UNE-EN 60598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior.
- Lámpara: marca de origen, tipo o modelo, potencia (vatios), tensión de alimentación (voltios) y flujo nominal (lúmenes). Para las lámparas fluorescentes, condiciones de encendido y color aparente, temperatura de color en °K (según el tipo de lámpara) e índice de rendimiento de color. Los rótulos luminosos y las instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío entre 1 y 10 kV, estarán a lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.
- Accesorios para las lámparas de fluorescencia (reactancia, condensador y cebadores). Llevarán grabadas de forma clara e identificables siguientes indicaciones:
- Reactancia: marca de origen, modelo, esquema de conexión, potencia nominal, tensión de alimentación, factor de frecuencia y tensión, frecuencia y corriente nominal de alimentación.
- Condensador: marca de origen, tipo o referencia al catálogo del fabricante, capacidad, tensión de alimentación, tensión de ensayo cuando ésta sea mayor que 3 veces la nominal,

tipo de corriente para la que está previsto, temperatura máxima de funcionamiento. Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga, para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

- Cebador: marca de origen, tipo o referencia al catálogo del fabricante, circuito y tipo de lámpara para los que sea utilizable.
- Equipos eléctricos para los puntos de luz: tipo (interior o exterior), instalación adecuada al tipo utilizado, grado de protección mínima.
- Conductores: sección mínima para todos los conductores, incluido el neutro. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán cumplir las condiciones de ITC-BT-09.
- Elementos de fijación.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

El almacenamiento de los productos en obra se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

La fijación se realizará una vez acabado completamente el paramento que lo soporte.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- Cuando algún elemento de la instalación eléctrica deba discurrir paralelo o instalarse próximo a una tubería de agua, se colocará siempre por encima de ésta.

#### **Proceso de ejecución**

##### Ejecución

Según el CTE DB SU 4, apartado 1, en cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado que proporcione el nivel de iluminación establecido en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo. En las zonas de los establecimientos de uso Pública Concurrencia en las que la actividad se desarrolla con un nivel bajo de iluminación se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

Según el CTE DB HE 3, apartado 2.2, las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control que cumplan las siguientes condiciones:

Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 m de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los casos indicados de las zonas de los grupos 1 y 2 (según el apartado 2.1).

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Una vez replanteada la situación de la luminaria y efectuada su fijación al soporte, se conectarán tanto la luminaria como sus accesorios, con el circuito correspondiente.

Se proveerá a la instalación de un interruptor de corte omnipolar situado en la parte de baja tensión.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

En redes de alimentación subterráneas, los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 40 cm desde el nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro interior no será inferior a 6 cm. Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo.

#### Tolerancias admisibles

La iluminancia medida es un 10% inferior a la especificada.

#### Condiciones de terminación

Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### Control de ejecución

Lámparas, luminarias, conductores, situación, altura de instalación, puesta a tierra, cimentaciones, báculos: coincidirán en número y características con lo especificado en proyecto.

Conexiones: ejecutadas con regletas o accesorios específicos al efecto.

#### Ensayos y pruebas

Accionamiento de los interruptores de encendido del alumbrado con todas las luminarias equipadas con sus lámparas correspondientes.

### **Conservación y mantenimiento**

Todos los elementos de la instalación se protegerán de la suciedad y de la entrada de objetos extraños.

Se procederá a la limpieza de los elementos que lo necesiten antes de la entrega de la obra.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

### **3.6 Instalación de protección**

#### **3.6.1 Instalación de protección contra incendios**

#### **Prescripciones sobre los productos**

### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios, cumplirán las condiciones especificadas en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios RD 1942/ 1993.

Existen diferentes tipos de instalación contra incendios:

- Extintores portátiles o sobre carros.
- Columna seca (canalización según apartado correspondiente del capítulo Fontanería).
- Bocas de incendio equipadas.
- Grupos de bombeo.
- Sistema de detección y alarma de incendio, (activada la alarma automáticamente mediante detectores y/o manualmente mediante pulsadores).
- Instalación automática de extinción, (canalización según apartado correspondiente del capítulo Fontanería, con toma a la red general independiente de la de fontanería del edificio).
- Hidrantes exteriores.
- Rociadores.
- Sistemas de control de humos.
- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de señalización.
- Sistemas de gestión centralizada.

Las características mínimas se especifican en cada una de las normas UNE correspondientes a cada instalación de protección de incendios.

Todos los componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

Productos con marcado CE:

- Productos de protección contra el fuego (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.1).
- Hidrantes (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.2).
- Sistemas de detección y alarma de incendios (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.3):
  - o Dispositivos de alarma de incendios acústicos.
  - o Equipos de suministro de alimentación.
  - o Detectores de calor puntuales.
  - o Detectores de humo puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización.
  - o Detectores de llama puntuales.
  - o Pulsadores manuales de alarma.
  - o Detectores de humo de línea que utilizan un haz óptico de luz.
  - o Seccionadores de cortocircuito.

- Dispositivos entrada/ salida para su uso en las vías de transmisión de detectores de fuego y alarmas de incendio.
- Detectores de aspiración de humos.
- Equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo.
- Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.4):
  - Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.
  - Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.
- Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.5):
  - Dispositivos automáticos y eléctricos de control y retardo.
  - Dispositivos automáticos no eléctricos de control y de retardo.
  - Dispositivos manuales de disparo y de paro.
  - Conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores.
  - Válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO<sub>2</sub>.
  - Dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO<sub>2</sub>.
  - Difusores para sistemas de CO<sub>2</sub>.
  - Conectores.
  - Detectores especiales de incendios.
  - Presostatos y manómetros.
  - Dispositivos mecánicos de pesaje.
  - Dispositivos neumáticos de alarma.
  - Válvulas de retención y válvulas antirretorno.
- Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.6):
  - Rociadores automáticos.
  - Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo.
  - Conjuntos de válvula de alarma para sistemas de tubería seca.
  - Alarmas hidromecánicas.
  - Detectores de flujo de agua.
- Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción por polvo (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.7).
- Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas de espuma, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 17.8).

De acuerdo con el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, la recepción de estos se hará mediante certificación de entidad de control que posibilite la colocación de la correspondiente marca de conformidad a normas.

No será necesaria la marca de conformidad de aparatos, equipos u otros componentes cuando éstos se diseñen y fabriquen como modelo único para una instalación determinada. No obstante, habrá de presentarse ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, antes de la puesta en funcionamiento del aparato, el equipo o el sistema o componente, un proyecto firmado por técnico titulado competente, en el que se especifiquen sus características técnicas y de funcionamiento y se acredite el cumplimiento de todas las prescripciones de seguridad exigidas por el citado Reglamento, realizándose los ensayos y pruebas que correspondan de acuerdo con él.

Las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas.

Asimismo serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características mínimas técnicas prescritas en proyecto.



### **Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)**

Los productos se protegerán de humedad, impactos y suciedad, a ser posible dentro de los respectivos embalajes originales. Se protegerán convenientemente todas las roscas de la instalación.

No estarán en contacto con el terreno.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

El soporte de las instalaciones de protección contra incendios serán los paramentos verticales u horizontales, así como los pasos a través de elementos estructurales, cumpliendo recomendaciones de la subsección Electricidad: baja tensión y puesta a tierra y el capítulo Fontanería según se trate de instalación de fontanería o eléctrica. Quedarán terminadas las fábricas, cajeados, pasatubos, etc., necesarios para la fijación, (empotradas o en superficie) y el paso de los diferentes elementos de la instalación. Las superficies donde se trabaje estarán limpias y niveladas.

El resto de componentes específicos de la instalación de la instalación de protección contra incendios, como extintores, B.I.E., rociadores, etc., irán sujetos en superficie o empotrados según diseño y cumpliendo los condicionantes dimensionales en cuanto a posición según el CTE DB SI. Dichos soportes tendrán la suficiente resistencia mecánica para soportar su propio peso y las acciones de su manejo durante su funcionamiento.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En el caso de utilizarse en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos.

Cuando las canalizaciones sean superficiales, nunca se soldará el tubo al soporte.

### **Proceso de ejecución**

#### Ejecución

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, con excepción de los extintores portátiles, se realizará por instaladores debidamente autorizados.

La Comunidad Autónoma correspondiente, llevará un libro de Registro en el que figurarán los instaladores autorizados.

Durante el replanteo se tendrá en cuenta una separación mínima entre tuberías vecinas de 25 cm y con conductos eléctricos de 30 cm. Para las canalizaciones se limpiarán las roscas y el interior de estas.

Además de las condiciones establecidas en la subsección Electricidad: baja tensión y puesta a tierra y el capítulo Fontanería, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

Se realizará la instalación ya sea eléctrica o de fontanería.

Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, con ayuda de pasahilos impregnados con sustancias para hacer fácil su paso por el interior.

Para las canalizaciones el montaje podrá ser superficial u empotrado. En el caso de canalizaciones superficiales las tuberías se fijarán con tacos o tornillos a las paredes con una separación máxima entre ellos de 2 m; entre el soporte y el tubo se interpondrá anillo elástico. Si la canalización es empotrada está ira recibida al paramento horizontal o vertical mediante grapas, interponiendo anillo elástico entre estas y el tubo, tapando las rozas con yeso o mortero.

El paso a través de elementos estructurales será por pasatubos, con holguras rellenas de material elástico, y dentro de ellos no se alojará ningún accesorio.

Todas las uniones, cambios de dirección, etc., serán roscadas asegurando la estanquidad con pintura de minio y empleando estopa, cintas, pastas, preferentemente teflón.

Las reducciones de sección de los tubos, serán excéntricas enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Cuando se interrumpa el montaje se taparán los extremos.

Una vez realizada la instalación eléctrica y de fontanería se realizará la conexión con los diferentes mecanismos, equipos y aparatos de la instalación, y con sus equipos de regulación y control.

#### Tolerancias admisibles

Extintores de incendio: se comprobará que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m sobre el suelo.

Columna seca: la toma de fachada y las salidas en las plantas tendrán el centro de sus bocas a 90 cm sobre el nivel del suelo.

Bocas de incendio: la altura de su centro quedará, como máximo, a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 2,5 cm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existen, estén situadas a la altura citada.

#### Condiciones de terminación

Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

- Extintores de incendios

Columna seca:

- Unión de la tubería con la conexión siamesa.
- Fijación de la carpintería.

Toma de alimentación:

- Unión de la tubería con la conexión siamesa.
- Fijación de la carpintería.

Bocas de incendio, hidrantes:

- Dimensiones.
- Enrase de la tapa con el pavimento.
- Uniones con la tubería.

Equipo de manguera:

- Unión con la tubería.
- Fijación de la carpintería.

Extintores, rociadores y detectores:

- La colocación, situación y tipo.
- Resto de elementos:

Comprobar que la ejecución no sea diferente a lo proyectado.

Se tendrán en cuenta los puntos de observación establecidos en los apartados correspondientes de la subsección Electricidad: baja tensión y puesta a tierra y el capítulo Fontanería, según sea el tipo de instalación de protección contra incendios.

#### Ensayos y pruebas

Columna seca (canalización según capítulo Electricidad, baja tensión y puesta a tierra y Fontanería).

El sistema de columna seca se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica.

Bocas de incendio equipadas, hidrantes, columnas secas.

Los sistemas se someterán, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica.

Rociadores.

Conductos y accesorios.

Prueba de estanquidad.

Funcionamiento de la instalación:

Sistema de detección y alarma de incendio.

Instalación automática de extinción.

Sistemas de control de humos.

Sistemas de ventilación.

Sistemas de gestión centralizada.

Instalación de detectores de humo y de temperatura.

#### **Conservación y mantenimiento**

Se vaciará la red de tuberías y se dejarán sin tensión todos los circuitos eléctricos hasta la fecha de la entrega de la obra.

Se repondrán todos los elementos que hayan resultado dañados antes de la entrega.

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

##### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Previas las pruebas y comprobaciones oportunas, la puesta en funcionamiento de las instalaciones precisará la presentación, ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, de un certificado de la empresa instaladora visado por un técnico titulado competente designado por la misma.

### **3.7 Instalación de evacuación de residuos**

#### **3.7.1 Residuos líquidos**

##### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la

documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los elementos que componen la instalación de la red de evacuación de agua son:

- Cierres hidráulicos, los cuales pueden ser: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos, arquetas sifónicas.
- Válvulas de desagüe. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable.
- Redes de pequeña evacuación.
- Bajantes y canalones
- Calderetas o cazoletas y sumideros.
- Colectores, los cuales podrán ser colgados o enterrados.
- Elementos de conexión.
- Arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Los tipos de arquetas pueden ser: a pie de bajante, de paso, de registro y de trasdós.
- Separador de grasas.
- Elementos especiales.
- Sistema de bombeo y elevación.
- Válvulas antirretorno de seguridad.
- Subsistemas de ventilación.
- Ventilación primaria.
- Ventilación secundaria.
- Ventilación terciaria.
- Ventilación con válvulas de aireación-ventilación.
- Depuración.
- Fosa séptica.
- Fosa de decantación-digestión.

De forma general, las características de los materiales para la instalación de evacuación de aguas serán:

- Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- Lisura interior.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

Las bombas deben ser de regulación automática, que no se obstruyan fácilmente, y siempre que sea posible se someterán las aguas negras a un tratamiento previo antes de bombearlas.

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias

sólidas en suspensión en el agua.

Estos sistemas deben estar dotados de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire del depósito de recepción.

El material utilizado en la construcción de las fosas sépticas debe ser impermeable y resistente a la corrosión.

Productos con marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de la construcción:

Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.1.1).

Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento. Pasos de hombre y cámaras de inspección, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.1.2).

Tubos y accesorios de acero galvanizado en caliente para canalización de aguas residuales, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.1.3).

Tubos y accesorios de acero inoxidable soldados longitudinalmente, para canalización de aguas residuales, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.1.4).

Pozos de registro (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.2).

Plantas elevadoras de aguas residuales (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.3).

Válvulas de retención para aguas residuales en plantas elevadoras de aguas residuales (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.4.1).

Válvulas equilibradoras de presión para sistemas de desagüe (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.4.2).

Canales de desagüe para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.5).

Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Fosas sépticas prefabricadas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.6.1).

Pequeñas instalaciones para el tratamiento de aguas residuales iguales o superiores a 50 PT. Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas ensambladas en su destino y/o embaladas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.6.2).

Dispositivos antiinundación para edificios (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.7).

Juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje, de caucho vulcanizado, elastómeros termoplásticos, materiales celulares de caucho vulcanizado y elementos de estanquidad de poliuretano moldeado (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 14.8).

Se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el proyecto.

Accesorios de desagüe: defectos superficiales. Diámetro del desagüe. Diámetro exterior de la brida. Tipo. Estanquidad. Marca del fabricante. Norma a la que se ajusta.

Desagües sin presión hidrostática: estanquidad al agua: sin fuga. Estanquidad al aire: sin fuga. Ciclo de temperatura elevada: sin fuga antes y después del ensayo. Marca del fabricante. Diámetro nominal. Espesor de pared mínimo. Material. Código del área de aplicación. Año de fabricación. Comportamiento funcional en clima frío.

Las piezas que no cumplan las especificaciones de proyecto, hayan sufrido daños durante el

transporte o que presentaren defectos serán rechazadas.

### **Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)**

El almacenamiento en obra se hará dentro de los respectivos embalajes originales y de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

Se habrán dejado en los forjados los huecos necesarios para el paso de conducciones y bajantes, al igual que en los elementos estructurales los pasatubos previstos en proyecto.

Se procederá a una localización de las canalizaciones existentes y un replanteo de la canalización a realizar, con el trazado de los niveles de la misma.

Los soportes de la instalación de saneamiento según los diferentes tramos de la misma serán:

Paramentos verticales (espesor mínimo ½ pie).

Forjados.

Zanjas realizadas en el terreno.

##### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no se fijarán a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos).

Para realizar la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Con tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;

Con tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.1:

Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.1. Para las tuberías de acero inoxidable las calidades del mismo se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el AISI- 304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el AISI-316.

Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.2:

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las

vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales. Para los tramos de las derivaciones interiores, los conductos no deberán quedar sujetos a la obra con elementos rígidos (morteros, yesos). En el caso de utilizar tubería de gres (debido a existencia de aguas residuales muy agresivas), la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. La derivación o manguetón del inodoro que atraviese un paramento o forjado, no se sujetará con mortero, sino a través de pasatubos, o sellando el intersticio entre obra y conducto con material elástico. Cualquier paso de tramos de la red a través de elementos estructurales dejará una holgura a rellenar con material elástico.

Válvulas de desagüe: en su montaje no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador. Se deberán proteger las tuberías de fundición enterradas en terrenos particularmente agresivos. Se podrá evitar la acción de este tipo de terrenos mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificado y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.<sup>4</sup>

En redes de pequeña evacuación en el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

En el caso de colectores enterrados, para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;

Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

## **Proceso de ejecución**

### Ejecución

El ensamblaje de las válvulas de desagüe y su interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos, y siempre desde el propio local en que estén instalados. Los sifones individuales se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua. No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 2 cm y el tubo de salida como mínimo a 5 cm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación. El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, y se garantizará

que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

Los canalones, en general y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, hacia el exterior. Para la construcción de canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas del alero. Con canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 70 cm. Todos sus accesorios deben llevar una zona de dilatación de al menos 1 cm. La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 70 cm para tubos de diámetro no superior a 5 cm y cada 50 cm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada. En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros. En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 1 cm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no deberá ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro. Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos. En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados “in situ”.

Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar ventilado y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona. El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.



Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.

En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- En tubos de PVC y para todos los diámetros, 3 cm.
- En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 3 mm.

Aunque se deberá comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. 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 tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.

Si las arquetas son fabricadas “in situ”, podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases. Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

- Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.
- Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo, como disponer mallas de geotextil. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras (grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm). Esta base, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito anteriormente. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se

realizará un último vertido y la compactación final.

Con tuberías de materiales plásticos, el lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión. Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, (diámetro inferior a 0,1 mm), no supere el 12 %. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

El depósito acumulador de aguas residuales será de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 8 cm. Tendrá, preferiblemente, en planta una superficie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos. Debe quedar un mínimo de 10 cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración. El fondo del tanque deberá tener una pendiente mínima del 25 %.

Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para evitar dicho riesgo.

En caso de existencia de fosa seca, ésta dispondrá de espacio suficiente para que haya, al menos, 60 cm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Igualmente, se le dotará de sumidero de al menos 10 cm de diámetro, ventilación adecuada e iluminación mínima de 200 lux.

Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos necesarios para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio.

En la entrada del equipo se dispondrá una llave de corte, así como a la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. No se conectará la tubería de descarga a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

#### Tolerancias admisibles

No se admitirán desviaciones respecto a los valores de proyecto superiores al 10%.

#### Condiciones de terminación

Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

- Red horizontal:
- Conducciones enterradas:

Zanjas de saneamiento. Profundidad. Lecho de apoyo de tubos. Pendientes. Relleno.

Tubos. Material y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado.

Pozo de registro y arquetas:

Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapas de registro.

Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado.

- Conducciones suspendidas:

Material y diámetro según especificaciones. Registros.

Sujeción con bridas o ganchos al forjado (cada 70 cm). Pendientes.

Juntas estancas.

Pasatubos y sellado en el paso a través de muros.

Red de desagües:

- Desagüe de aparatos:

Sifones individuales en aparatos sanitarios y conexión a los aparatos.

Botes sifónicos (en su caso). Conexión y tapa.

Sifones registrables en desagües de aparatos de bombeo (lavadoras...)

Pendientes de la red horizontal. Conexión a bajantes.

Distancia máxima de inodoros a bajantes. Conexión del aparato a bajante.

- Sumideros:

Replanteo. Nº de unidades. Tipo.

Colocación. Impermeabilización, solapos.

Cierre hidráulico. Conexión. Rejilla.

- Bajantes:

Material y diámetro especificados.

Existencia de pasatubos y sellado a través de forjados.

Dos fijaciones mediante abrazaderas, por cada tubo.

Protección en zona de posible impacto.

Remate de ventilación. Se prolonga por encima de la cubierta la longitud especificada.

La ventilación de bajantes no esta asociada a otros conductos de ventilación de locales (tipo Shunt)

- Ventilación:

Conducciones verticales:

Disposición: tipos y secciones según especificaciones. Correcta colocación y unión entre piezas.

Aplomado: comprobación de la verticalidad.

Sustentación: correcta sustentación de cada nivel de forjado. Sistema de apoyo.

Aislamiento térmico: espesor especificado. Continuidad del aislamiento.

Aspirador estático: altura sobre cubierta. Distancia a otros elementos.

Fijación. Arriostramiento, en su caso.

Conexiones individuales:

Derivaciones: correcta conexión con pieza especial de derivación. Correcta colocación de la rejilla.

Revestimientos o falseado de la instalación: se pondrá especial cuidado en no interrumpirlos

en todo su recorrido, desde el suelo hasta el forjado superior. No se admitirán falseos interrumpidos en los falsos techos o pasos de tuberías no selladas.

#### Ensayos y pruebas

Según CTE DB HS 5, apartado 5.6, se realizarán pruebas de estanqueidad.

#### **Conservación y mantenimiento**

La instalación no se utilizará para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Se revisará que estén cerradas todas las conexiones de los desagües que vayan a conectarse a la red de alcantarillado y se tapanán todas las arquetas para evitar caídas de personas, materiales y objetos

#### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

##### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

#### **4 Revestimientos**

##### **4.1 Revestimiento de paramentos**

###### **4.1.1 Enfoscados, guarnecidos y enlucidos**

#### **Prescripciones sobre los productos**

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Agua. Procedencia. Calidad.
- Cemento común (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.1).
- Cal (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.7).
- Pigmentos para la coloración (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.20).
- Aditivos: plastificante, hidrofugante, etc. (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.9).
- Enlistonado y esquinas: podrán ser metálicas para enlucido exterior (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.5.1), interior (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8.5.2), etc.
- Malla de refuerzo: material (de tela metálica, armadura de fibra de vidrio etc.). Paso de retícula. Espesor.
- Morteros para revoco y enlucido (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.11).
- Yeso para la construcción (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.2.4).
- Aditivos de los morteros monocapa: retenedores de agua (mejoran las condiciones de curado), hidrofugantes (evitan que el revestimiento absorba un exceso de agua), aireantes (contribuyen a la obtención de una masa de producto más manejable, con menor cantidad de agua), cargas ligeras (reducen el peso del producto y su módulo elástico, aumentan su deformabilidad), fibras, de origen natural o artificial, (permiten mejorar la cohesión de la masa y mejorar su comportamiento frente a las deformaciones) y pigmentos (dan lugar a una extensa gama cromática).

- Junquillos para juntas de trabajo o para despieces decorativos: material (madera, plástico, aluminio lacado o anodizado). Dimensiones. Sección.

**Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento).**

- Mortero húmedo: el camión hormigonera lo depositará en cubilotes facilitados por el fabricante.
- Mortero seco: se dispondrá en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, con amasado automático, o en sacos.
- Mortero predosificado: se dispondrá en silos compartimentados, estancos y aislados de la humedad, separándose el conglomerante y el árido.
- Cemento: si el suministro es en sacos, se dispondrán en lugar ventilado y protegido de la intemperie, humedad del suelo y paramentos. Si el suministro es a granel, se almacenará en silos o recipientes aislados de la humedad. En general, el tiempo máximo de almacenamiento será de tres, dos y un mes, para las clases resistentes de cemento 32,5, 42,5 y 52,5 o para morteros que contengan esos cementos.
- Cales aéreas (endurecen lentamente por la acción del CO<sub>2</sub> presente en el aire). Cal viva en polvo: se almacenará en depósitos o sacos de papel herméticos y en lugar seco para evitar su carbonatación. Cal aérea hidratada (apagada): se almacenará en depósitos herméticos, estancos a la acción del anhídrido carbónico, en lugar seco y protegido de corrientes de aire.
- Cales hidráulicas (fragan y endurecen con el agua): se conservarán en lugar seco y protegido de corrientes de aire para evitar su hidratación y posible carbonatación.
- Áridos: se protegerán para que no se contaminen por el ambiente ni por el terreno, tomando las precauciones para evitar su segregación.
- Aditivos: se protegerán para evitar su contaminación ni la alteración de sus propiedades por factores físicos o químicos.
- Adiciones (cenizas volantes, humo de sílice): se almacenarán en silos y recipientes impermeables que los protejan de la humedad y la contaminación.

**Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

**Características técnicas de cada unidad de obra**

Condiciones previas: soporte

- Enfoscados:

Compatibilidad con los componentes del mortero, tanto de sus características físicas como mecánicas: evitar reacciones entre el yeso del soporte y el cemento de componente de mortero. Las resistencias mecánicas del mortero, o sus coeficientes de dilatación, no serán superiores a los del soporte. Estabilidad (haber experimentado la mayoría de las retracciones). No degradable. Resistencia a la deformación. Porosidad y acciones capilares suficientes para conseguir la adhesión del mortero. Capacidad limitada de absorción de agua. Grado de humedad: si es bajo, según las condiciones ambientales, se mojará y se esperará a que absorba el agua; si es excesivo, no estará saturado para evitar falta de adherencia y producción de eflorescencias superficiales.

Limpieza. Exento de polvo, trazas de aceite, etc. que perjudiquen la adherencia del mortero.

Rugosidad. Si no la tiene, se creará mediante picado o colocación con anclajes de malla metálica o plástico.

Regularidad. Si carece de ella, se aplicará una capa niveladora de mortero con rugosidad suficiente para conseguir adherencia; asimismo habrá endurecido y se humedecerá previamente a la ejecución del enfoscado. Libre de sales solubles en agua (sulfatos, portlandita, etc.).

La fábrica soporte se dejará a junta degollada, barriéndose y regándose previamente a la aplicación del mortero. Si se trata de un paramento antiguo, se rascará hasta descascarillarlo.

Se admitirán los siguientes soportes para el mortero: fábricas de ladrillos cerámicos o sílico-calceos, bloques o paneles de hormigón, bloques cerámicos.

No se admitirán como soportes del mortero: los hidrofugados superficialmente o con superficies vitrificadas, pinturas, revestimientos plásticos o a base de yeso.

- Guarnecidos:

La superficie a revestir con el guarnecido estará limpia y humedecida. El guarnecido sobre el que se aplique el enlucido estará fraguado y tener consistencia suficiente para no desprenderse al aplicar éste. La superficie del guarnecido estará, además, rayada y limpia.

- Revocos:

Revoco con mortero hecho en obra de cemento o de cal: la superficie del enfoscado sobre el que se va a revocar estará limpia y humedecida y el mortero del enfoscado habrá fraguado.

Revoco con mortero preparado: en caso de realizarse sobre enfoscado, éste se limpiará y humedecerá. Si se trata de revoco monocapa sobre paramento sin revestir, el soporte será rugoso para facilitar la adherencia; asimismo garantizará resistencia, estabilidad, planeidad y limpieza.

Si la superficie del soporte fuera excesivamente lisa se procederá a un "repicado" o a la aplicación de una imprimación adecuada (sintética o a base de cemento). Los soportes que mezclen elementos de distinto acabado se tratarán para regularizar su distinta absorción. Cuando el soporte sea muy absorbente se tratará con una imprimación previa que puede ser una emulsión añadida al agua de amasado.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

- Enfoscados:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2, en fachadas, cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, será químicamente compatible con el aislante

No son aptas para enfoscar las superficies de yeso, ni las realizadas con resistencia análoga o inferior al yeso. Tampoco lo son las superficies metálicas que no hayan sido forradas previamente con piezas de arcilla cocida.

En ambientes con ciclos hielo-deshielo, se controlará la porosidad del mortero, (tipo de conglomerante, aditivos, cantidad de agua de amasado, grado de hidratación, sistema de preparación, etc.), para evitar que el agua acceda a su interior.

Será recomendable el empleo de cementos resistentes a los sulfatos, de bajo contenido de aluminato tricálcico, para disminuir el riesgo de reacción con los iones sulfato procedentes de sales solubles en el agua (su existencia es posible dentro de la obra de fábrica), que daría lugar al compuesto expansivo "ettringita", lo que alteraría la estabilidad del mortero. Asimismo, dichas sales solubles pueden cristalizar en los poros del mortero dando lugar a fisuraciones.

En caso de que el mortero incorpore armaduras, el contenido de iones cloruro en el mortero fresco no excederá del 0,1% de la masa de cemento seco, pues pueden influir en la corrosión de las armaduras.

Para evitar la aparición de eflorescencias (manchas en la superficie del mortero por la

precipitación y posterior cristalización de sales disueltas en agua, cuando esta se evapora): se controlará el contenido de nitratos, sulfatos, cloruros alcalinos y de magnesio, carbonatos alcalinos, e hidróxido de calcio carbonatado (portlandita), todos ellos solubles en el agua de la obra de fábrica o su entorno. Asimismo, se controlarán los factores que permitan la presencia de agua en la fábrica (humectación excesiva, protección inadecuada).

No se emplearán áridos que contengan sulfuros oxidables, en caso de utilizar escorias siderúrgicas, se comprobará que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

En caso de colocar armaduras en el mortero, se utilizarán aditivos anticongelantes no agresivos para las mismas, en especial los que contienen cloruros. El agua utilizada para el riego y curado del mortero no contendrá sustancias nocivas para el mismo.

- Guarnecidos:

No se revestirán con yeso los paramentos de locales en los que la humedad relativa habitual sea superior al 70%, los locales que frecuentemente hayan de ser salpicados por agua, como consecuencia de la actividad desarrollada, las superficies metálicas, sin previamente revestirlas con una superficie de arcilla cocida ni las superficies de hormigón realizadas con encofrado metálico si previamente no se han dejado rugosas mediante rayado o salpicado con mortero.

Según el CTE DB SE A, apartado 3, durabilidad, ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto y especialmente, los detalles, evitando el contacto directo con yesos, etc.

- Revocos:

El revoco con mortero preparado monocapa no se colocará sobre soportes incompatibles con el material (por ejemplo de yeso), ni sobre soportes no adherentes, como amianto - cemento o metálicos. Los puntos singulares de la fachada (estructura, dinteles, cajas de persiana) requieren un refuerzo o malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica.

## **Proceso de ejecución**

### Ejecución

- En general:

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.3.1, las juntas de dilatación de la hoja principal, tendrán un sellante sobre un relleno introducido en la junta, que quedará enrasado con el paramento sin enfoscar.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.2, en muros de sótano en contacto con el terreno, según el tipo de muro, de impermeabilización y el grado de impermeabilidad exigido, se revestirá su cara interior con una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.3.2, en fachadas, en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad, se exigirán las siguientes condiciones:

Para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm, (salvo los acabados con una capa plástica delgada), adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro (como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal) y adaptación a los movimientos del soporte. Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, se dispondrá una armadura (malla de fibra de vidrio o de poliéster) para mejorar el comportamiento frente a la fisuración.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los

movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Para conseguir una resistencia muy alta a la filtración de la barrera contra la penetración del agua, se dispondrá un revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la hoja principal, con las siguientes características: estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo; adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad; permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal; adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, (que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo); estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

Para conseguir una resistencia media a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal, el enfoscado de mortero tendrá un espesor mínimo de 10 mm; para conseguir una resistencia alta a la filtración, el enfoscado de mortero llevará aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.3. Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados se dispondrá un refuerzo del revestimiento exterior con armaduras dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.4. En fachadas con revestimiento continuo, si la hoja principal está interrumpida por los pilares, se reforzará el revestimiento con armaduras colocadas a lo largo del pilar de forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.1.3. Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero: el paramento donde se va aplicar el revestimiento estará limpio. Se aplicarán al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no será mayor que 2 cm. No se aplicará el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0°C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación. En los encuentros se solaparán las capas del revestimiento al menos 25 cm.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.3.2. Condiciones del revestimiento intermedio: se dispondrá adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 5.1.3.5. Condiciones del revestimiento exterior. Se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

Según el CTE DB HS 1 apartado 2.1.2. Si el muro en contacto con el terreno, para conseguir una impermeabilización tipo II y se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas, la capa protectora podrá ser un mortero reforzado con una armadura. Cuando el muro sea de fábrica para conseguir una impermeabilización tipo I3, se recubrirá por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, como una capa de mortero hidrófugo sin revestir.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior, sobre la barrera impermeable colocada en los arranques de fachada, se dispondrá una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.1.3.6. Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado podrán sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción.



Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5. En cubiertas, cuando se disponga una capa de protección, y la cubierta no sea transitable, se podrá utilizar mortero que conforme una capa resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y con peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.2 Solado fijo. Podrá ser de capa de mortero o mortero filtrante.

Según el CTE DB HS 1, apartado. 2.4.3.5.4 Capa de rodadura. Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, se colocará entre estas dos capas una capa separadora de mortero para evitar la adherencia entre ellas de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración. Esta capa de mortero se aplicará sobre el impermeabilizante en los puntos singulares que estén impermeabilizados.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical. Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, éste podrá realizarse con mortero en bisel con un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento.

- Enfoscados:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos. Para enfoscados exteriores estará terminada la cubierta.

Se humedecerá el soporte, previamente limpio. Habrá fraguado el mortero u hormigón del soporte a revestir. En caso de haber discontinuidades en el soporte, se colocará un refuerzo de tela metálica en la junta, tensa y fijada con un solape mínimo de 10 cm a cada lado.

No se confeccionará el mortero cuando la temperatura del agua de amasado sea inferior a 5°C o superior a 40 °C. Se emplearán aditivos anticongelantes si así lo requiere el clima. Se amasará exclusivamente la cantidad que se vaya a necesitar.

En caso de enfoscados maestreados: se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero, formando arista en esquinas, rincones y guarniciones de hueco de paramentos verticales y en todo el perímetro del techo con separación no superior a 1 m en cada paño. Se aplicará el mortero entre maestras hasta conseguir un espesor de 15 mm; cuando sea se realizará por capas sucesivas. Si una capa de enfoscado se forma a base de varias pasadas de un mismo mortero fresco sobre fresco, cada pasada se aplicará después de comenzar a endurecer la anterior.

En caso de enfoscados sin maestrear, se dispondrán en paramentos donde el enfoscado vaya a quedar oculto o donde la planeidad final se obtenga con un revoco, estuco o plaqueado.

En enfoscados exteriores vistos se hará un llagueado, en recuadros de lado no mayor que 3 m, para evitar agrietamientos. Se respetarán las juntas estructurales.

Se suspenderá la ejecución en tiempo de heladas (comprobando el enfoscado al reiniciar el trabajo), en tiempo de lluvias si no está protegido y en tiempo seco o ventoso.

- Guarnecidos:

Previamente al revestido, se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas y repasado la pared, tapando los desperfectos que pudiera haber; asimismo se habrán recibido los ganchos y repasado el techo. Los muros exteriores estarán terminados, incluso el revestimiento exterior si lo lleva, así como la cubierta del edificio o al menos tres forjados sobre la planta en que se va a realizar el guarnecido.

No se realizará el guarnecido cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C.

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos, aplomándolos y punteándolos con pasta de yeso en su parte perforada. Una vez colocado se realizará una maestra a cada uno de sus

lados.

En caso de guarnecido maestreado, se ejecutarán maestras de yeso a base de bandas de al menos 12 mm de espesor, en rincones, esquinas y guarniciones de huecos de paredes, en todo el perímetro del techo y en un mismo paño cada 3 m como mínimo.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin adición posterior de agua. Se aplicará la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas. El espesor del guarnecido será de 12 mm y se cortará en las juntas estructurales del edificio. Cuando el espesor del guarnecido sea superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas de este espesor máximo, previo fraguado de la anterior, terminada rayada para mejorar la adherencia. Se evitarán los golpes y vibraciones que puedan afectar a la pasta durante su fraguado.

- Revocos:

Se habrán recibido los cercos de puertas y ventanas, bajantes, canalizaciones y demás elementos fijados a los paramentos.

En caso de revoco tendido con mortero de cemento: el mortero de revoco se aplicará con llana, comenzando por la parte superior del paramento; el espesor total del revoco no será inferior a 8 mm.

En caso de revoco proyectado con mortero de cemento: una vez aplicada una primera capa de mortero con el fratás de espesor no inferior a 3 mm, se proyectarán dos capas más, (manualmente con escobilla o mecánicamente) hasta conseguir un espesor total no inferior a 7 mm, continuando con sucesivas capas hasta conseguir la rugosidad deseada.

En caso de revoco tendido con mortero de cal o estuco: se aplicará con fratás una primera capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con grano grueso, debiéndose comenzar por la parte superior del paramento; una vez endurecida, se aplicará con el fratás otra capa de mortero de cal de dosificación 1:4 con el tipo de grano especificado. El espesor total del revoco no será inferior a 10 mm.

En caso de revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: se iniciará el tendido por la parte superior del paramento. El mortero se aplicará con llana y la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor del revoco no será inferior a 1 mm.

En caso de revoco proyectado con mortero preparado de resinas sintéticas: se aplicará el mortero manual o mecánicamente en sucesivas capas evitando las acumulaciones; la superficie a revestir se dividirá en paños no superiores a 10 m<sup>2</sup>. El espesor total del revoco no será inferior a 3 mm.

En caso de revoco con mortero preparado monocapa: si se ha aplicado una capa regularizadora para mejorar la planeidad del soporte, se esperará al menos 7 días para su endurecimiento. Se replantearán y realizarán juntas de despiece con junquillos adheridos a la fachada con el propio mortero de base del monocapa antes de empezar a aplicar el revestimiento. Las juntas de despiece horizontales se dispondrán cada 2,20 metros y las verticales cada 7 metros y tendrán un ancho entre 10 y 20 mm, respetando las juntas estructurales. Se colocará malla de fibra de vidrio tratada contra los álcalis (que quedará embutida entre dos capas de revestimiento) en: todos los puntos singulares (dinteles, forjados, etc.), cajas de persiana sobresaliendo un mínimo de 20 cm a cada lado con el cerramiento, huecos de ventana con tiras como mínimo de 20 por 40 cm colocadas en diagonal. Los encuentros entre soportes de distinta naturaleza se resolverán, marcando la junta o puentando la unión y armando el revestimiento con mallas.

El mortero predosificado industrialmente, se mezclará con agua y se aplicará en una única capa de unos 10 a 15 mm de espesor o en dos manos del producto si el espesor es mayor de 15 mm, dejando la primera con acabado rugoso. La aplicación se realizará mediante proyección mecánica (mediante máquinas de proyección continuas o discontinuas) o aplicación manual con llana. En caso de colocar refuerzos de malla de fibra de vidrio, de poliéster o metálica, se situará en el centro del espesor del revoco. La totalidad del producto se aplicará en las mismas condiciones climáticas. En

climas muy secos, con viento, o temperaturas elevadas, se humedecerá la superficie con manguera y difusor para evitar una desecación excesiva. Los junquillos se retirarán a las 24 horas, cuando el mortero empiece a endurecer y tenga la consistencia suficiente para que no se deforme la línea de junta.

Se suspenderá la ejecución cuando la temperatura sea inferior a 0°C o superior a 30°C a la sombra, o en tiempo lluvioso cuando el paramento no esté protegido. Se evitarán golpes o vibraciones que puedan afectar al mortero durante el fraguado. En ningún caso se permitirán los secados artificiales. Una vez transcurridas 24 horas desde su ejecución, se mantendrá húmeda la superficie revocada hasta que haya fraguado.

#### Tolerancias admisibles

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.2., para conseguir una resistencia media a la filtración, el revestimiento continuo exterior tendrá un espesor de entre 10 y 15 mm.

En caso de revoco con mortero preparado monocapa, el espesor podrá ser de unos 10 a 20 mm.

#### Condiciones de terminación

##### - Enfoscados:

La textura (fratasado o sin fratar) será lo bastante rugosa en caso de que sirva de soporte a otra capa de revoco o estuco. Se mantendrá húmeda la superficie enfoscada mediante riego directo hasta que el mortero haya fraguado, especialmente en tiempo seco, caluroso o con vientos fuertes. Este sistema de curado podrá sustituirse mediante la protección con revestimiento plástico si se retiene la humedad inicial de la masa durante la primera fase de endurecimiento. El acabado podrá ser:

- Fratasado, cuando sirva de soporte a un enlucido, pintura rugosa o aplacado con piezas pequeñas recibidas con mortero o adhesivo.
- Bruñido, cuando sirva de soporte a una pintura lisa o revestimiento pegado de tipo ligero o flexible o cuando se requiera un enfoscado más impermeable.

##### - Guarnecidos:

Sobre el guarnecido fraguado se enlucirá con yeso fino terminado con llana, quedando a línea con la arista del guardavivos, consiguiendo un espesor de 3 mm.

##### - Revocos:

Revoco tendido con mortero de cemento: admite los acabados repicado, raspado con rasqueta metálica, bruñido, a fuego o esgrafiado.

Revoco tendido con mortero de cal o estuco: admite los acabados lavado con brocha y agua con o sin posterior picado, raspado con rasqueta metálica, alisado, bruñido o acabado con espátula.

Revoco tendido con mortero preparado de resinas sintéticas: admite los acabados pétreos con llana, raspado o picado con rodillo de esponja.

Revoco con mortero preparado monocapa: acabado en función de los pigmentos y la textura deseada (abujardado, bruñido, fratasado, lavado, etc.) que se obtienen a aplicando distintos tratamientos superficiales una vez aplicado el producto, o por proyección de áridos y planchado de la piedra cuando el mortero aún está fresco.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

#### Control de ejecución

Puntos de observación.

##### - Enfoscados:

Comprobación del soporte: está limpio, rugoso y de adecuada resistencia (no yeso o análogos).

Idoneidad del mortero conforme a proyecto.

Tiempo de utilización después de amasado.

Disposición adecuada del maestreado.

Planeidad con regla de 1 m.

- Guarnecidos:

Comprobación del soporte: que no esté liso (rugoso, rayado, picado, salpicado de mortero), que no haya elementos metálicos en contacto y que esté húmedo en caso de guarnecidos.

Se comprobará que no se añade agua después del amasado.

Comprobar la ejecución de maestras o disposición de guardavivos.

- Revocos:

Comprobación del soporte: la superficie no está limpia y humedecida.

Dosificación del mortero: se ajusta a lo especificado en proyecto.

#### Ensayos y pruebas

- En general:

Prueba escorrentía en exteriores durante dos horas.

Dureza superficial en guarnecidos y enlucidos >40 shore.

- Enfoscados:

Planeidad con regla de 1 m.

- Guarnecidos:

Se verificará espesor según proyecto.

Comprobar planeidad con regla de 1 m.

- Revocos:

Espesor, acabado y planeidad: defectos de planeidad superiores a 5 mm en 1 m, no se interrumpe el revoco en las juntas estructurales.

#### **Conservación y mantenimiento**

Una vez ejecutado el enfoscado, se protegerá del sol y del viento para permitir la hidratación, fraguado y endurecimiento del cemento.

#### **4.1.2 Pinturas**

##### Prescripciones sobre los productos

##### **Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Imprimación: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosivo (de efecto barrera o protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, imprimación previa impermeabilización de muros, juntas y sobre hormigones de limpieza o regulación y las cimentaciones, etc.

- Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:

Medio de disolución: agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.); disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vinílica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).

Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).

Pigmentos.

Aditivos en obra: antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

En la recepción de cada pintura se comprobará, el etiquetado de los envases, en donde deberán aparecer: las instrucciones de uso, la capacidad del envase, el sello del fabricante

. Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del producto y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos, según el CTE DB SE A apartado 3 durabilidad.

Las pinturas se almacenarán de manera que no soporten temperaturas superiores a 40°C, y no se utilizarán una vez transcurrido su plazo de caducidad, que se estima en un año.

Los envases se mezclarán en el momento de abrirlos, no se batirá, sino que se removerá.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

##### Condiciones previas: soporte

Según el CTE DB SE A apartado 10.6, inmediatamente antes de comenzar a pintar se comprobará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante.

El soporte estará limpio de polvo y grasa y libre de adherencias o imperfecciones. Para poder aplicar impermeabilizantes de silicona sobre fábricas nuevas, habrán pasado al menos tres semanas desde su ejecución.

Si la superficie a pintar está caliente a causa del sol directo puede dar lugar, si se pinta, a cráteres o ampollas. Si la pintura tiene un vehículo al aceite, existe riesgo de corrosión del metal.

En soportes de madera, el contenido de humedad será del 14-20% para exteriores y del 8-14% para interiores.

Si se usan pinturas de disolvente orgánico las superficies a recubrir estarán secas; en el caso de pinturas de cemento, el soporte estará humedecido.

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

Según el tipo de soporte a revestir, se considerará:

- Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: se eliminarán las eflorescencias salinas y la alcalinidad con un tratamiento químico; asimismo se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro, se aislarán con productos adecuados. En caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.

- Superficies de madera: en caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con productos fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se realizará una limpieza general de la superficie y se comprobará el contenido de humedad. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se liján las superficies.
- Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. Si se trata de hierro se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo metálico, seguido de una limpieza manual de la superficie. Se aplicará un producto que desengrase a fondo de la superficie.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

#### Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- sobre ladrillo: cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.
- sobre madera: pintura al óleo, al esmalte y barnices.
- sobre metal: pintura al esmalte.

En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.
- sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.
- sobre madera: pintura plástica, al óleo, al esmalte, laca nitrocelulósica y barniz.
- sobre metal: pintura al esmalte, pintura martelé y laca nitrocelulósica.

### **Proceso de ejecución**

#### Ejecución

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido. No se pintará con viento o corrientes de aire por posibilidad de no poder realizar los empalmes correctamente ante el rápido secado de la pintura. Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

- Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido, hasta la impregnación de los poros del ladrillo, yeso o cemento y una mano de acabado.
- Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.
- Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías, dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.
- Pintura al cemento: se preparará en obra y se aplicará en dos capas espaciadas no menos de 24 horas.
- Pintura plástica, acrílica, vinílica: si es sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora y dos manos de acabado; si es sobre madera, se aplicará una mano de imprimación tapaporos, un plastecido de vetas y golpes con posterior lijado y dos manos de acabado.

- Pintura al aceite: se aplicará una mano de imprimación con brocha y otra de acabado, espaciándolas un tiempo entre 24 y 48 horas.
- Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida en caso de que el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado en caso de superficies metálicas.
- Pintura martelé o esmalte de aspecto martelado: se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva y una mano de acabado a pistola.
- Laca nitrocelulósica: en caso de que el soporte sea madera, se aplicará una mano de imprimación no grasa y en caso de superficies metálicas, una mano de imprimación antioxidante; a continuación, se aplicaran dos manos de acabado a pistola de laca nitrocelulósica.
- Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante.
- Barniz graso o sintético: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

#### Condiciones de terminación

- Pintura al cemento: se regarán las superficies pintadas dos o tres veces al día unas 12 horas después de su aplicación.
- Pintura al temple: podrá tener los acabados lisos, picado mediante rodillo de picar o goteado mediante proyección a pistola de gotas de temple.

#### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

##### Control de ejecución

Se comprobará que se ha ejecutado correctamente la preparación del soporte (imprimación selladora, anticorrosivo, etc.), así como la aplicación del número de manos de pintura necesarios.

##### **Conservación y mantenimiento**

Se comprobará el aspecto y color, la inexistencia de desconchados, embolsamientos y falta de uniformidad, etc., de la aplicación realizada.

### **3. ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD.**

Por parte de la Propiedad, y con la aprobación de la Dirección Facultativa, se encargará a un Laboratorio de Control de Calidad, con homologación reconocida, la ejecución del Control de Calidad de aceptación. Independientemente el Constructor deberá llevar a su cargo y bajo su responsabilidad el Control de Calidad de producción. El Constructor deberá facilitar, a su cargo, al Laboratorio de Control designado por la Propiedad, las muestras de los distintos materiales necesarios, para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que estimase oportuno ordenar la Dirección Facultativa. Con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculo alguno en la buena marcha de la obra, las distintas muestras de materiales se entregarán con antelación suficiente, y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo.

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en período constructivo, bien terminadas, el Constructor facilitará al Laboratorio de Control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

En los cuadros que se acompañan, se detalla una relación de materiales con especificación de los controles a realizar, y su intensidad de muestreo, en su grado mínimo. El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los mismos conducirá al rechazo del material en la situación en que se encuentra, ya sea en almacén, bien acoplado en la obra, o colocado, siendo de cuenta del Constructor los gastos que ocasionase su sustitución. En este caso, el Constructor tendrá

derecho a realizar a su cargo, un contraensayo, que designará el Director de Obra, y de acuerdo con las instrucciones que al efecto se dicten por el mismo. En base a los resultados de este contraensayo, la Dirección Facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el Constructor plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo origen. Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones, y en el que por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material, y se juzgase como de posible utilización por parte de la Dirección Facultativa, previo el consentimiento de la Propiedad, el Director de Obra podrá actuar sobre la devaluación del precio del material, a su criterio, debiendo el Constructor aceptar dicha devaluación, si la considera más aceptable que proceder a su sustitución. La Dirección Facultativa decidirá si es viable la sustitución del material, en función de los condicionamientos de plazo marcados por la Propiedad.

**CUADRO DE MATERIALES CON ESPECIFICACIÓN DE CONTROLES A REALIZAR  
Y SU INTENSIDAD DE MUESTREO**

MATERIAL	CONTROLES A REALIZAR	INTENSIDAD DE MUESTREO
<b>**SANEAMIENTO**</b>	Comprobación de las características de la tubería. Ensayo de flexión longitudinal (caso de que la tubería este situada a una cota superior a -3 m.).	1 Ensayo por obra (cada ensayo consta de 3 de- terminaciones). 1 Ensayo por obra (cada ensayo consta de 3 determinaciones).
<b>**ALBAÑILERÍA**</b>		
- Bloques y ladrillos.	Resistencia a compresión. Absorción. Heladicidad. Eflorescencias.	3 ensayos por suministrador. 3 ensayos por suministrador. 3 ensayos por suministrador.
- Yesos.	Principio y fin del fraguado. Finura molido.	1 ensayo por obra. 1 ensayo por obra.
- Morteros.	Resistencia a compresión del mortero. Consistencia. Aptitud de la arena para su empleo.	Uno por mes.
<b>CARPINTERÍA</b>	Control dimensional.	1 ensayo por tipo.
<b>MATERIALES DE INSTALACIONES</b>	Ensayo de tubos de conducto de instalaciones de fontanería y calefacción. Certificado de calidad del fabricante.	3 ensayos por edificio.

Sevilla 06/2015

Estudiante GITI

Luis Julio Martínez Barthe



## 7 Mediciones y presupuesto

### Optimización climatización y ACS

#### Presupuesto parcial nº 1 INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 IC001	u	<b>Caldera de Condensación FERROLI Potencia Nominal 250 kW quemador atmosférico multigas, válvula de entrada modulante para gas, regulador presión, válvula electromagnética y termopar gas, depósito de inercia 500 l, circulador, válvula seguridad circuito calefacción termostatos de seguridad y temperatura, manómetro, termómetro, bastidor con conexiones agua y gas, módulos de control y programador, conteniendo todo en un envoltente de chapa esmaltada, encendido automático y conducto de humos, placa de identificación energética, homologado por el M.I., incluso montaje y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	2,00	14.816,05	29.632,10
1.2 IC002	u	<b>Enfriadora de agua Carrier, condensada por agua, de 418 Kw de potencia, para temp. entrada agua condensador 30° y salida evaporador 7°, con salto térmico de 5°, estructura de acero a la que se acoplan: Compresores de tornillo de doble rotor con válvula de control de capacidad variable. Evaporador y condensador inundados multitubulares para aumentar la eficiencia del intercambio de calor. Circuitos cargados con gas R-134a puro, cuadro eléctrico completo con indicadores, termostatos de regulación y antihielo, presostatos, válvulas de expansión, colocada sobre apoyos elásticos, ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	37.566,89	37.566,89
1.3 IC003	u	<b>Torre de enfriamiento de agua APAREL TC-216, de circuito cerrado, para un caudal de 22,7 l/s a 30° temp. salida y 35° de entrada con temp. BH de 24° mueble de chapa galvanizada pintada a ambas caras, intercambiador multitubular con tubo exterior de acero e interior de cobre, relleno y separador de gotas, tipo laminar, colector de acero, pulverizador de polipropileno y hélice inoxidable, ventiladores centrifugos de 2*5,5 Kw, válvula flotador, termostato control de ventilador, conexiones para agua y eléctricas, ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	20.462,86	20.462,86
1.4 IC004	u	<b>Bomba de recirculación Wilo BL-50/170-11/2, para un caudal máximo de 25 l/s con selector de velocidad, material complementario, pequeño material, montaje y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	4.114,87	4.114,87
1.5 IC005	u	<b>Kit Chimenea Ubbink con adaptador para flexible, terminal, conjunto de soporte y codo, placa acortable, brida de bloqueo, araña y demás accesorios necesarios para empalme con colectores de caldera. Medida la cantidad ejecutada</b>			
		Total u .....	1,00	3287,90	3287,90

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 2 INSTALACIÓN ACS

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 IACS001	u	<b>Caldera de Condensación FERROLI Potencia Nominal 160 kW quemador atmosférico multigas, válvula de entrada modulante para gas, regulador presión, válvula electromagnética y termopar gas, depósito de inercia 500 l, circulador, válvula seguridad circuito calefacción termostatos de seguridad y temperatura, manómetro, termómetro, bastidor con conexiones agua y gas, módulos de control y programador, conteniendo todo en un envoltente de chapa esmaltada, encendido automático y conducto de humos, placa de identificación energética, homologado por el M.I., incluso montaje y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	1.384,96	1.384,96
2.2 IACS002	u	<b>Intercambiador de calor Mecalia Tecmi-250 de 21 placas, de 436 Kw,18772 l/h en circuito primario y 10728 l/h en el secundario formado por bastidor de acero esmaltado con placa móvil, placa fija conteniendo cuatro manguitos acero inoxidable para conexiones a tuberías y barras guías igualmente de acero inoxidable, conexiones montaje y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	2.662,04	2.662,04
2.3 IACS003	u	<b>Deposito acumulador para agua caliente sanitaria SICC 116 PE 4000 l, construido con chapa de acero inoxidable, aislamiento térmico de poliuretano blando con conductividad térmica <math>K = 0.037</math> W/mk, espesor 50 mm y PVC acoplado, con termostato y equipo de seguridad con válvula de retención, válvula de seguridad y grifos de llenado y vaciado incluso p.p. de tuberías, aislamiento de estas, piezas especiales y ayudas de albañilería. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	731,09	731,09
2.4 IACS004	u	<b>Adaptación de las nuevas redes de agua caliente sanitaria a interconectar a las redes existentes de producción de ACS. Englobará la conexión de la canalización existente procedente del sistema de grupo de presión, al igual que la interconexión con la salida de producción de ACS a conectar con redes de salida existentes en el edificio. Incluso parte proporcional de pequeño material, elemento de conexión a instalación existente, válvulas antirretornos, válvulas de cierre, conexionados, replanteos, accesorios de anclaje, ayudas de albañilería y p.p. de costes indirectos. Medida la partida alzada completamente colocada, terminada, chequeada, funcionando y certificada.</b>			
		Total u .....	1,00	879,00	879,00
2.5 IACS005	u	<b>Demolición con herramientas apropiadas para la descomposición en piezas de menor tamaño, de manera que se agilice su retirada, del acumulador perteneciente a la instalación de Agua Caliente Sanitaria situada en sala anexa a la sala de calderas, de manera que se pueda realizar los trabajos de sustitución e instalación del nuevo equipo en su lugar. Incluso retirada y transporte de estos elementos a vertederos autorizados. Medida la unidad, totalmente ejecutada, finalizada y certificada.</b>			
		Total u .....	1,00	327,00	327,00

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS Y PROCESOS COMUNES

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1 EC001	u	<b>Vaso de expansión cerrado, para instalaciones de agua caliente, de 150 l de capacidad, construido en chapa de acero electrosoldada, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería, homologado por el M.I. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	357,31	357,31
3.2 EC002	u	<b>Vaso de expansión cerrado, para instalaciones de agua caliente, de 80 l de capacidad, construido en chapa de acero electrosoldada, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería, homologado por el M.I. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	1,00	192,91	192,91
3.3 EC003	u	<b>Válvula de compuerta de 32 mm (1 1/4") diám. construida en latón forjado, para roscar y para una presión de trabajo de hasta 16 kg/cm2 y 120° de temperatura, incluso pequeño material y montaje. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	10,00	25,08	250,80
3.4 EC004	u	<b>Válvula de compuerta de 50 mm (2") diám. construida en latón forjado, para roscar y para una presión de trabajo de hasta 16 kg/cm2 y 120° de temperatura, incluso pequeño material y montaje. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	10,00	44,08	440,80
3.5 EC005	u	<b>Válvula de compuerta de 80 mm (3") diámetro, construida en hierro fundido, con bridas, para una presión de trabajo de hasta 16 kg/cm2 y 120° de temperatura, incluso contrabridas, pequeño material y montaje. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	7,00	297,45	2.082,15
3.6 EC006	u	<b>Válvula de compuerta de 100 mm (4") diámetro, construida en hierro fundido, con bridas, para una presión de trabajo de hasta 16 kg/cm2 y 120° de temperatura, incluso contrabridas, pequeño material y montaje. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	2,00	350,00	700,00
3.7 EC007	u	<b>Válvula de compuerta de 130 mm (5") diámetro, construida en hierro fundido, con bridas, para una presión de trabajo de hasta 16 kg/cm2 y 120° de temperatura, incluso contrabridas, pequeño material y montaje. Medida la cantidad ejecutada.</b>			
		Total u .....	12,00	524,84	6.298,08
3.8 EC008	u	<b>Válvulas antirretorno ACO de acero inoxidable 316. No se ha hecho distinción en el tamaño porque el precio no varía demasiado entre ellos.</b>			
		Total u .....	7,00	116,96	818,72
3.9 EC009	u	<b>Manguitos antivibratorios SGL 5" de acero inoxidable y caucho.</b>			
		Total u .....	6,00	195,24	1.171,44
3.10 EC010	u	<b>Manguitos antivibratorios SGL 2 1/2" de acero inoxidable y caucho.</b>			
		Total u .....	8,00	149,92	1.199,36
3.11 EC011	u	<b>Manguitos antivibratorios SGL 1 1/4" de acero inoxidable y caucho.</b>			
		Total u .....	4,00	124,17	496,68
3.12 EC012	u	<b>Válvulas de 3 vías de 2" de Spirax Sarco de acero inoxidable 316.</b>			
		Total u .....	1,00	238,37	238,37
3.13 EC013	u	<b>Válvulas de 3 vías de 2" de Spirax Sarco de acero inoxidable 316.</b>			
		Total u .....	1,00	447,46	447,46

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 3 ELEMENTOS Y PROCESOS COMUNES

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.14 EC014	u	<b>Adecuación del sistema de suministro de gas a calderas (tanto ACS como calefacción). La partida incluirá la canalización necesaria desde el contador de gas existente a caldera formada por tubería de cobre interior y exterior envainado de acero apta para gas natural, de diámetro adecuado para el correcto suministro, incluso válvulas de esfera, electroválvulas de seguridad con rearme manual, conectores de todos los elementos, abrazaderas, tacos de sujeción y piezas especiales necesarias de manera que quede el conjunto completamente montado. Medida la partida alzada totalmente ejecutada, instalada, certificada y funcionando.</b>			
		Total u .....	1,00	533,00	533,00
3.15 EC015	u	<b>De puesta en marcha de toda la instalación y chequeo del correcto funcionamiento de todos los elementos que la componen. Incluso las pruebas reglamentarias según la normativa vigente, inspecciones de los organismos de control autorizados según reglamentos, incluso elaboración de planos AS-BUILT. Medida la unidad completamente terminada, finalizada y certificada.</b>			
		Total u .....	1,00	41,20	41,20
3.16 EC016	u	<b>Ejecución de desagües en las nuevas salas de calderas y técnicas, conectadas entre sí y la red de saneamiento del edificio mediante tubo PVC a las arquetas existentes, incluyendo materiales complementarios y cazoleta de PVC. Medida la unidad completamente ejecutada y certificada.</b>			
		Total u .....	2,00	828,00	1.656,00
3.17 EC017	u	<b>Demolición con herramientas apropiadas para la descomposición de estos en piezas de menor tamaño, de manera que se agilice su retirada, de los equipos existentes en la sala de calderas y sala de máquinas de las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria y Climatización (calor y frío), como calderas, planta enfriadora, intercambiador de calor, bombas, etc y accesorios, así como desmantelamiento de los cuadros eléctricos que comandan estos equipos, de manera que se pueda realizar los trabajos de sustitución e instalación del nuevo equipos en su lugar. Incluso retirada y transporte de estos elementos a vertederos autorizados. Medida la unidad, totalmente ejecutada, finalizada y certificada.</b>			
		Total u .....	1,00	1.245,00	1.245,00
3.18 EC018	u	<b>Limpieza general de la sala de calderas, sala técnica y sala donde se encuentra el acumulador de Agua Caliente Sanitaria para su adecuación para el comienzo de las obras de sustitución e instalación de los nuevos equipos. Medida la unidad, totalmente ejecutada, finalizada y certificada.</b>			
		Total u .....	1,00	51,50	51,50

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.1 IE001	u	<b>Cuadro general de baja tensión en sala técnica, procedente del embarrado del contador existente, capaz de soportar la intensidad máxima de cortocircuito, ubicado en el interior de la dependencia destinada para albergar las máquinas de producción de frío y equipos de bombeos, de donde partirán los distintos circuitos de fuerza que componen la instalación de agua caliente sanitaria y climatización, incluyendo todos los elementos necesarios y con las siguientes características: grado de protección según normativa, con una reserva de espacio del 30% como mínimo. Conteniendo los elementos de protección (magnetotérmicos, protecciones de corrientes diferenciales-residuales, relés, contactores y demás dispositivos para el correcto funcionamiento de los sistemas de calderas, bombeo, enfriadora, torre de refrigeración, elementos auxiliares eléctricos, etc.). La envolvente deberá contar con revestimiento metálicos de fondo y paredes laterales, con frontal con puerta mecanizada para albergar los elementos de mando del cuadro y leyendas serigrafiadas. Conexión con la toma de tierra, identificación de circuitos, rotulación indeleble, pegatinas de riesgo eléctrico del instalador, material complementario, transporte, pequeño material y mano de obra de fabricación e instalación. Medida la unidad conectada, probada, certificada y funcionando, según el reglamento electrotécnico de baja tensión, realizándose las pruebas reglamentarias según la ITC-BT-05 del REBT-02, marca de primera calidad a aprobar por la dirección facultativa.</b>			
		Total u .....	1,00	2.340,00	2.340,00
4.2 IE002	u	<b>Acometidas trifásicas para dar suministro eléctrico a cada uno de los distintos receptores de potencia que conforma la instalación de ACS y Climatización según esquema unifilar, realizado con cable de cobre RZ1-K(AS) tendido bajo tubo en el exterior, colocado según ITC-BT-21 del REBT-02, incluso piezas especiales, elementos de fijación, conexionado, elementos auxiliares, sectorización en el paso de sectores de incendios diferentes y ayudas de albañilería. Medida la partida alzada ejecutada desde el cuadro general de mando y protección correspondiente al circuito, hasta la caja de registro del último recinto suministrado. Totalmente instalado, funcionando y certificado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</b>			
		Total u .....	11,00	247,00	2.717,00
4.3 IE003	u	<b>Suministro e instalación de circuitos secundarios para dar suministro al alumbrado y fuerza de los locales a adecuar, realizado con cable de cobre RZ1-K(AS) de tres conductores de 2,5mm<sup>2</sup> de sección nominal mínima según normativa vigente, tendido bajo tubo en el exterior, colocado según ITC-BT-21 del REBT-02, incluso piezas especiales, elementos de fijación, conexionado, elementos auxiliares, sectorización en el paso de sectores de incendios diferentes y ayudas de albañilería. Medida la partida alzada ejecutada desde el cuadro general de mando y protección correspondiente al circuito, hasta la caja de registro del último recinto suministrado. Totalmente instalado, funcionando y certificado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.</b>			
		Total u .....	1,00	103,00	103,00

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.4 IE004	u	<b>Luminaria de alto rendimiento para sala de calderas resistente a impactos, polvos y chorros de agua, para lámparas fluorescentes compactas que proporcionan una distribución amplia, montadas con recuperadores de flujo y provistas de cierre de cristal. Apta para ambientes con exigencias de protección de atmósferas explosivas, según directiva ATEX 64/9CE CLASE I categoría 3GD para ZONA 2 (estanca y antideflagrante). Cuerpo de acero pintado con polvos epoxi poliéster de color blanco, incluyéndose el recuperador de flujo para distribución amplia, el cristal de cierre será resistente y preparado para evitar rupturas, junta de estanqueidad y marco perimetral. Con dos lámparas fluorescentes de 36W cada una a 230V. La luminaria poseerá un grado de protección IP65 (totalmente estanca y antideflagrante). Incluso equipo electrónico a 230V con corrección del factor de potencia &gt;0'95, fusible y encendido. Todos los elementos de fijación en acero inoxidable. Incluso elementos de fijación para su correcta colocación y fijación sobre estructura, irán fijados con materiales y elementos de características adecuadas para tal función, incluso conexión, instalación, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado, medios auxiliares, ayudas de albañilería, piezas especiales, p.p. de conductor de Cu (Cobre) y de canalización formada por tubo rígido para instalación en montaje fijo en superficie según indicaciones de la ITC-BT-21, (la longitud será la marcada como distancia media entre luminarias y las derivaciones de una luminaria a otra se realizarán siempre en el interior de esta, asegurando la zona ATEX), p.p. de costes indirectos. Medida la unidad completamente colocada, chequeada, funcionando y certificada. Marca de primera calidad a aprobar por la dirección facultativa.</b>			
		Total u .....	2,00	51,50	103,00
4.5 IE005	u	<b>Luminaria de alto rendimiento para sala de depósito y enfriadora resistente a impactos, polvos y chorros de agua, para lámparas fluorescentes compactas que proporcionan una distribución amplia, montadas con recuperadores de flujo y provistas de cierre de cristal del tipo estanca. Cuerpo de acero pintado con polvos epoxi poliéster de color blanco, incluyéndose el recuperador de flujo para distribución amplia, el cristal de cierre será resistente y preparado para evitar rupturas, junta de estanqueidad y marco perimetral. Con dos lámparas fluorescentes de 36W cada una a 230V. La luminaria poseerá un grado de protección IP65 (totalmente estanca). Incluso equipo electrónico a 230V con corrección del factor de potencia &gt;0'95, fusible y encendido. Todos los elementos de fijación en acero inoxidable. Incluso conexión, instalación, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado, medios auxiliares, ayudas de albañilería, piezas especiales, p.p. de conductor de Cu (Cobre) y de canalización formada por tubo rígido para instalación en montaje fijo en superficie según indicaciones de la ITC-BT-21, (la longitud será la marcada como distancia media entre luminarias y las derivaciones de una luminaria a otra se realizarán siempre en el interior de esta), p.p. de costes indirectos. Medida la unidad completamente colocada, chequeada, funcionando y certificada. Marca de primera calidad a aprobar por la dirección facultativa.</b>			
		Total u .....	4,00	30,90	123,60

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
4.6 IE006	u	<b>Luminaria adosada de emergencia con piloto testigo de carga led blanco, de autonomía 1 hora, de 250 lúmenes y lámpara de emergencia 8W, marca de primera calidad a aprobar por dirección facultativa, formada por: batería protegida contra descargas excesivas e inversión de polaridad, protección contra choques eléctricos clase II, luminaria apta para ser montada en superficies normalmente inflamables, colocada sobre techo o pared, IP 44 IK 04, construida según normas une 20-392-93 y une-en 60598-2-22, incluso montaje e instalación, incluyendo etiqueta autoadhesiva de señalización de salida según planos, lámparas, conexionado, replanteo, accesorios de anclaje ,ayudas de albañilería, pequeño material y material complementario, mano de obra y p.p. de conductores de cobre según. Medida la unidad montada, instalada y funcionando.</b>			
		Total u .....	4,00	41,20	164,80
4.7 IE007	u	<b>Luminaria empotrada de emergencia, estanca y antideflagrante a instalar en salas de calderas, aptos para ambientes con exigencias de protección de atmósferas explosivas, según directiva ATEX 64/9CE CLASE I categoría 3GD (estanca y antideflagrante), con piloto testigo de carga led blanco, de autonomía 1 hora, de 250 lúmenes y lámpara de emergencia 8W, marca de primera calidad a aprobar por dirección facultativa, formada por: batería protegida contra descargas excesivas e inversión de polaridad, protección contra choques eléctricos clase II, luminaria apta para ser montada en superficies normalmente inflamables, construida según normas une 20-392-93 y une-en 60598-2-22, incluso montaje e instalación, incluyendo etiqueta autoadhesiva de señalización de salida según planos, lámparas, conexionado, replanteo, accesorios de anclaje ,ayudas de albañilería, pequeño material y material complementario, mano de obra y p.p. de conductores de cobre según esquema unifilar. medida la unidad montada, instalada y funcionando.</b>			
		Total u .....	2,00	72,10	144,20

## Optimización climatización y ACS

## Presupuesto parcial nº 5 REFORMAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
5.1 R001	u	Caja de ventilación Salvador Escoda CVB-240/180N RE 200W 1980 m3/h, con aspiración e impulsión circular, alojado en cabina de chapa galvanizada, con aislamiento de conductos o rejillas, cableado interior y conexiones elásticas, elementos de cuelgue o soporte. Medida la cantidad ejecutada.			
		Total u .....	2,00	402,98	805,90
5.2 R002	u	Extintor móvil, de polvo ABC, con 12 kg de capacidad eficacia 21-A,113-B, formado por recipiente de chapa de acero electrosoldada, con presión incorporada, homologado por el M.I., según rgto. de recipientes a presión, válvula de descarga, manómetro, manguera y boquilla de descarga, herrajes de cuelgue, placa de timbre, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería; instalado según CTE y RIPCI. Medida la cantidad ejecutada.			
		Total u .....	2,00	82,55	165,10
5.3 R003	u	Extintor móvil, de anhídrido carbónico, con 3,5 kg de capacidad, eficacia 21-B, formado por recipiente de acero sin soldaduras, con presión incorporada, homologado por el M.I., según rgto. de recipientes a presión, válvula de seguridad y descarga, boquilla, herrajes de cuelgue, placa timbrada, incluso pequeño material, montaje y ayudas de albañilería; instalado según CTE y RIPCI. Medida la cantidad ejecutada.			
		Total u .....	1,00	99,82	99,82
5.4 R004	u	Central electrónica de detección de gas para mínimo 2 zonas convencional para la señalización, control y alarma de la instalación térmica, con sensor, fuente de alimentación interna, para conexión a red, conexión y desconexión de zonas independientes, indicadores de SERVICIO-AVERIA-ALARMA. Incluido detector de gas realizado en tubo PVC corrugado y conductor de cobre unipolar aislado, incluido caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, apto para la comunicación con la central de alarmas, suministro y colocación de 3 electroválvulas de gas natural normalmente cerrada con rearme manual para instalación a baja presión, embridadas, accesorios. Medida totalmente montado, instalado, funcionando y certificado. Medida la unidad completamente colocada, chequeada, funcionando y certificada.			
		Total u .....	1,00	201,40	201,40
5.5 R005	m2	Tabique de ladrillo cerámico hueco sencillo 24x11,5x4 cm, recibido con pasta de yeso YG; según CTE. Medido a cinta corrida.			
		Total m2 .....	3,00	11,42	34,26
5.6 R006	m3	Demolición masiva con medios manuales de tabique del vestíbulo.			
		Total m3 .....	1,00	12,88	12,88
5.7 R007	u	Puerta para sala de máquinas, calderas y vestíbulo con clasificación mínima de EI2 45-C5, de dimensiones 1400x2100mm (apta para montar y desmontar elementos interiores de la sala), con puertas dobles, cerradura exterior y apertura interior, incluido apertura en pared para la instalación de las nuevas puertas, ayudas de albañilería, materiales complementarios, etc. Medida la unidad completamente instalada, funcionando y certificada.			
		Total u .....	1,00	177,00	177,00
5.8 R008	u	De puerta para sala de máquinas, calderas y vestíbulo con clasificación mínima de EI2 30-C5, de dimensiones 800x2100mm (aptas para montar y desmontar elementos interiores de la sala), con puertas simples, cerradura exterior y apertura interior, incluido apertura en pared para la instalación de las nuevas puertas, ayudas de albañilería, materiales complementarios, etc. Medida la unidad completamente instalada, funcionando y certificada.			
		Total u .....	2,00	81,89	163,78



**Presupuesto de ejecución material**

1 INSTALACION CLIMATIZACIÓN .	95.064,62
2 INSTALACIÓN ACS .	5.984,09
3 ELEMENTOS Y PROCESOS COMUNES .	18.220,78
4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD .	5.695,60
5 REFORMAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .	1.660,20
Total:	<u>126.625,29</u>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO VEINTISEIS MIL SEISCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS.

**Presupuesto de ejecución por contrata**

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	126.625,29
GASTOS GENERALES 13%	16.461,28
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	7597,51
IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO 18%	27.123,13
Total:	<u>177.807,22</u>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SIETE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS.

Sevilla 06/2015  
Estudiante GITI  
Luis Julio Martinez Barthe

## 8 Normas y Referencias

---

### Disposiciones Legales

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas complementarias (ITE). (BOE 29/08/2007) junto con sus respectivas correcciones de errores y modificaciones.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. DB SU: Seguridad de utilización. DB HS: Salubridad. DB SI: Seguridad en caso de incendio. DB HR: Protección al ruido. DB HE: Ahorro de energía junto con sus respectivas correcciones de errores y modificaciones.
- Normativa aplicable de ámbito nacional y específica de la Comunidad Autónoma de Andalucía y provincia de Sevilla, en cuanto a condiciones de las instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (BOE 05/12/1992) junto con sus respectivas modificaciones y corrección de errores.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, del Ministerio de Industria y Energía (BOE 08/04/1996).
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo (BOE 18/07/2003).
- Disposiciones de aplicación Directiva del Parlamento Europeo y de Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos en presión. Real Decreto 769, de 07/05/1999; Ministerio de Industria y Energía (BOE 31/05/1999).
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones complementarias ITC-MIG. Orden de 18 de noviembre de 1974, del Ministerio de Industria (BOE núm. 292, 06/12/1974) (C.E. BOE núm. 39, 14/02/1975)\* Modificación de las ITC MIG-R.7.1 y MIGR.
- 7.2. Orden de 29 de mayo de 1998, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 139, 11/06/1998)
- Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible. Real Decreto 494/1988, de 20 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 125, 25/05/1988)
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible. Orden de 7 de junio de 1988, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 147, 20/06/1988)
- Reglamento general del servicio público de gases combustibles. Decreto 2913/1973, de 26 de octubre, del Ministerio de Industria (BOE núm. 279, 21/11/1973)

- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE Nº: 224 de 18/09/2002). Regulación del procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión. Decreto 363, de 24 de agosto de 2004; Departamento de Trabajo e Industria (DOGC 4205, 26/08/2004)
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo (BOE núms. 64 y 65, 16 y 17/03/1971) (C.E. - BOE núm. 82, 06/03/1971)
- Prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995, de 10 de noviembre de la Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997)
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE nº 256 25-10-1997)
- Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Y sus instrucciones técnicas complementarias ITC MI-IRG (1-13). Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 281, 24/11/1993) (C.E. - BOE núm. 57, 08/03/1994)
- Directiva del Consejo de Comunidades Europeas 90/396 CEE sobre aparatos de gas
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 (BOE 04-09-2006).
- Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la directiva 93/68/CEE del consejo.

#### Normativa Aplicada

- Norma UNE 60601:2013. *Salas de máquinas y equipos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.*
- Norma UNE 60.670-2/13:2014 - *Instalaciones receptoras de gas suministradas en una presión máxima de operación (MOP) inferior o iguales en 5 bar.*
- Norma UNE 20324-1M:2000 - *Grados de protección proporcionados mieda las envolventes (Código IP) (IEC 60529:1999).*
- Norma UNE - EN 13.501-1:2007+A1:2010 - *Clasificación en función del comportamiento frente en el fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.*
- Norma UNE - EN 50.194-1:2011+2:2007 - *Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.*
- Norma UNE - EN 50.244:2001+ ERRATUM - *Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.*

- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o normas básicas.
- Normas particulares de la empresa suministradora de gas.

## 9 Bibliografía

---

- IDAE (2008): *guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria en edificios de viviendas*. Madrid.
- Rioja Salud. *Medidas preventivas para evitar la infección de Legionella en el hogar*. <http://www.riojasalud.es/salud-publica-y-consumo/vida-sana/sanidad-ambiental/3840-medidas-preventivas-para-evitar-la-infeccion-de-legionella-en-el-hogar480>. [Consulta: 13-03-2015]
- Instalaciones y eficiencia energética.com. *Calderas de condensación y baja temperatura*. <http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/calderas-de-condensacion-y-de-baja-temperatura/>. [Consulta:16-05-2015]
- Gobierno de España (2013). *Ahorro de energía*. CTE DB HE. Madrid.
- Gobierno de España (2003). *Revisión, limpieza y desinfección de depósitos de ACS y mantenimiento de torres de refrigeración*. Real Decreto 865/2003. Madrid.
- Gobierno de España (2013). *Reglamento de instalaciones térmicas en edificios*. RITE. Madrid.

Catálogos comerciales:

- WILO S.L. *Standard pumps; monobloc pumps, special monobloc pumps*.
- GRUPPO FERROLI S.L.U. *Energy Top B*.
- CARRIER S.A. *Enfriadoras de agua de condensación por agua (30XW-30XWH)*
- MECALIA S.L. *Intercambiadores Tecmi-250*.
- SICC S.L. *Catálogo técnico acumuladores 116 PE/Z*.
- INDUMEC S.L. *Torres de refrigeración APAREL serie TC*.
- POTERMIC S.A. *Vasos de expansión para calefacción y ACS*.
- UBBINK. *Evacuación de humos de combustión*.