MEMORIA DE INSTALACIONES

Nicolás Gómez Núñez

PFG Julio 26 - Universidad Francisco de Vitoria

ÍNDICE

1. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- 1.1. Normativa aplicable
- 1.2. Características del edificio
- 1.3. Sistemas de protección
- 1.4. Medios de extinción
- 1.5. Evacuación
- 1.6. Alumbrado y señalización de emergencia
- 1.7. Justificación de la solución adoptada

2. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO
- 2.1. Normativa aplicable
- 2.2. Descripción general de la instalación
- 2.3. Evacuación de aguas residuales
- 2.4. Unidades de descarga
- 2.5. Dimensionado de las derivaciones
- 2.6. Bajantes
- 2.7. Colectores horizontales
- 2.8. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales
- 2.9. Materiales
- 2.10. Justificación de la solución adoptada

3. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
- 3.1. Normativa aplicable
- 3.2. Descripción general de la instalación
- 3.3. Sistema de distribución
- 3.4. Materiales
- 3.5. Cálculo de caudales
- 3.6. Dimensionado de la instalación
- 3.7. Alimentación de los aparatos sanitarios
- 3.8. Producción de Agua Caliente Sanitaria
- 3.9. Elementos de control
- 3.10. Justificación de la solución adoptada

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- 4.1. Normativa aplicable
- 4.2. Previsión de cargas
- 4.3. Descripción de la instalación
- 4.4. Instalación interior de las viviendas
- 4.5. Alumbrado
- 4.6. Servicios generales
- 4.7. Protección de la instalación
- 4.8. Justificación de la solución adoptada
- 4.8.1. Criterios de diseño de iluminación
- 4.8.2. Luminarias seleccionadas
- 4.8.3. Tipos de interruptores y enchufes

5. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

5.1. Generalidades
5.2. Normativa aplicable
5.3. Condiciones de diseño
5.4. Datos climáticos
5.5. Caracterización térmica de cerramientos exteriores
5.6. Caracterización térmica de forjados
5.7. Caracterización térmica de cubiertas
5.8. Cálculo de cargas térmicas
5.8.1. Vivienda tipo de cálculo
5.9. Cálculo del suelo radiante
5.9.1. Criterios de diseño
5.9.2. Dimensionado de la vivienda tipo
5.9.3. Distribución de colectores
5.9.4. Funcionamiento de la instalación
5.9.5. Consideraciones finales

6. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

6.1. Normativa aplicable
6.2. Descripción general del sistema
6.3. Principio de funcionamiento
6.4. Distribución del aire
6.5. Caudales de ventilación
6.6. Difusores y rejillas
6.7. Justificación de la solución adoptada

7. COORDINACIÓN DE LAS INSTALACIONES Y CONCLUSIONES

7.1. Coordinación entre instalaciones
7.2. Eficiencia energética
7.3. Mantenimiento y explotación
7.4. Seguridad de las instalaciones
7.5. Sostenibilidad
7.6. Conclusiones

1. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1.1. Normativa aplicable

El diseño de la instalación de protección contra incendios se ajusta al Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI: Seguridad en caso de incendio, y al Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI), aprobado por Real Decreto 513/2017.

El edificio se clasifica como uso residencial vivienda, estableciéndose las condiciones de evacuación, sectorización y dotación de instalaciones de protección activa conforme a las características del inmueble.

1.2. Características del edificio

El proyecto corresponde a un edificio residencial de apartamentos desarrollado en varias plantas sobre rasante y dos plantas de sótano destinadas principalmente a aparcamiento e instalaciones. El edificio dispone de viviendas de distintas tipologías, espacios comunes de circulación vertical mediante núcleo de comunicaciones y zonas técnicas destinadas a las instalaciones generales del edificio.

La compartimentación interior permite sectorizar las distintas zonas de uso, limitando la propagación del incendio entre viviendas, zonas comunes y aparcamientos, conforme a las exigencias del Documento Básico SI.

Los recorridos de evacuación se desarrollan desde cada vivienda hasta el núcleo protegido de comunicaciones verticales, permitiendo la evacuación ordenada de los ocupantes hacia el exterior del edificio. La longitud de dichos recorridos cumple las limitaciones establecidas por el CTE DB-SI, tal y como queda representado en los planos específicos de protección contra incendios.

1.3. SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Extintores portátiles:

Se instalarán extintores portátiles de eficacia 21A-113B en cada planta del edificio, situados en zonas de paso y escaleras, de manera que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta un extintor no supere los 15 metros.

Bocas de incendio equipadas (BIE):

Se instalan bocas de incendio equipadas de 25 mm en las zonas comunes del edificio, garantizando que la distancia máxima hasta cualquier punto del edificio sea inferior a 25 metros. Las BIE se conectan a un grupo de presión específico para protección contra incendios con una potencia de 6 kW.

Sistema de detección y alarma:

Se instalará un sistema de detección automática de incendios en las zonas comunes, garajes y locales comerciales, conectado a una central de alarma que activará los sistemas de evacuación en caso de emergencia.

Alumbrado de emergencia:

Se dispondrá alumbrado de emergencia en todos los recorridos de evacuación, escaleras, vestíbulos y salidas, garantizando una iluminación mínima de 1 lux en el eje central de los pasillos y 5 lux en los puntos donde estén situados los equipos de protección contra incendios.

1.4. Medios de extinción

La instalación de protección activa dispone de extintores portátiles distribuidos estratégicamente en las zonas comunes del edificio.

Los extintores se sitúan junto a los recorridos de evacuación y próximos a las salidas de planta, garantizando que la distancia máxima de recorrido hasta un equipo de extinción sea la establecida por el CTE DB-SI.

En las zonas que lo requieren se proyectan Bocas de Incendio Equipadas (BIE), conectadas a la red de abastecimiento específica de protección contra incendios, garantizando el caudal y la presión necesarios para su correcto funcionamiento durante una emergencia.

Todos los equipos estarán correctamente señalizados mediante señalización fotoluminiscente conforme a la norma UNE 23035.

1.5. Evacuación

La evacuación del edificio se organiza mediante recorridos claramente definidos que conducen a los ocupantes desde cada vivienda hasta el núcleo de comunicaciones protegido y posteriormente hacia la salida al exterior.

Los recorridos se han diseñado buscando la máxima claridad y reduciendo cambios innecesarios de dirección.

Los planos de protección contra incendios reflejan:

- recorridos de evacuación;
- sentido de circulación;
- salidas;
- ubicación de equipos de extinción;
- pulsadores de alarma;
- sectores de incendio.

Las distancias máximas de evacuación cumplen las limitaciones establecidas por el Documento Básico SI para edificios de uso residencial.

1.6. Alumbrado y señalización de emergencia

Todos los recorridos de evacuación disponen de alumbrado de emergencia que garantiza una iluminación suficiente en caso de fallo del suministro eléctrico.

El sistema asegura:

- iluminación mínima de 1 lux en el eje de los recorridos de evacuación;

- iluminación reforzada sobre extintores, BIE, cuadros eléctricos y salidas;
- autonomía mínima de una hora.

Asimismo, todas las salidas, equipos de protección contra incendios y cambios de dirección de los recorridos de evacuación se encuentran señalizados mediante señalización fotoluminiscente permanente conforme a la normativa vigente.

1.7. Justificación de la solución adoptada

Se ha optado por un sistema basado en detección automática mediante detectores ópticos, complementado con pulsadores manuales, extintores portátiles y BIE distribuidas en las zonas comunes del edificio.

Esta solución proporciona una detección temprana del incendio y facilita tanto la intervención inicial como la evacuación segura de los ocupantes.

La disposición de todos los elementos responde a criterios de accesibilidad, mantenimiento y rapidez de actuación, garantizando el cumplimiento de las exigencias del Código Técnico de la Edificación y del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, además de mantener la coherencia con la distribución arquitectónica y los planos del proyecto.

2. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

2.1. Normativa aplicable

El diseño y ejecución de la instalación de evacuación de aguas se rige por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS-5: Evacuación de aguas. Este documento establece las condiciones que deben cumplir los edificios para que la evacuación de aguas residuales y pluviales se realice de forma segura y salubre.

El sistema de evacuación se proyecta mediante red separativa, diferenciando las aguas residuales de las aguas pluviales. La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato sanitario y los diámetros mínimos de las derivaciones se establecen según las tablas normativas del CTE.

2.2. Descripción general de la instalación

El edificio dispone de una red separativa de evacuación, diferenciando completamente las aguas residuales de las aguas pluviales hasta su conexión con las redes generales correspondientes.

La instalación se organiza mediante:

- derivaciones individuales procedentes de cada aparato sanitario;
- ramales horizontales de planta;
- bajantes verticales alojadas en los patinillos de instalaciones;
- colectores horizontales situados en los niveles inferiores del edificio;
- conexión final con la red general de saneamiento.

Las bajantes se concentran en los núcleos húmedos de las viviendas, reduciendo la longitud de las derivaciones horizontales y facilitando tanto el mantenimiento como la ejecución de la instalación. Esta disposición permite además agrupar las instalaciones de fontanería y ventilación en los mismos patinillos, optimizando el espacio destinado a instalaciones.

2.3. Evacuación de aguas residuales

La evacuación de las aguas residuales se realiza mediante una red de tuberías de PVC sanitario que recoge las descargas procedentes de todos los aparatos sanitarios de las viviendas.

Cada aparato descarga mediante su correspondiente sifón hacia derivaciones individuales que confluyen en ramales de planta, desde donde las aguas son conducidas hasta las bajantes principales.

Los cambios de dirección se resuelven mediante piezas de gran radio y derivaciones en "Y", reduciendo las pérdidas de carga y favoreciendo la autolimpieza de la instalación.

El trazado de las tuberías mantiene pendientes constantes que garantizan la circulación por gravedad sin producir velocidades excesivas ni depósitos sólidos.

2.4. Unidades de descarga

El dimensionado de la instalación se realiza conforme a las unidades de descarga establecidas por la tabla 4.1 del Documento Básico HS 5 para cada aparato sanitario.

Tabla 4.1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario		Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
		Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo		1	2	32	40
Bidé		2	3	32	40
Ducha		2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para beber		-	0.5	-	25
Sumidero sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

En el proyecto se consideran los siguientes valores:

Aparato sanitario	UD	Derivación mínima
Lavabo	1	Ø32 mm
Ducha	2	Ø50 mm
Fregadero	3	Ø40 mm
Inodoro con cisterna	4	Ø100 mm
Bañera	2	Ø40-50 mm

Estos valores permiten determinar la carga hidráulica que soporta cada bajante y cada colector del edificio.

CÁLCULO POR TIPO DE VIVIENDA

El edificio contempla **dos tipologías de vivienda**. Para cada una de ellas se realiza el cómputo de las unidades de descarga (UD) de los aparatos sanitarios, de acuerdo con los valores establecidos en el Documento Básico HS 5 del Código Técnico de la Edificación.

El cálculo de las unidades de descarga permite dimensionar correctamente las derivaciones individuales, bajantes y colectores de la red de saneamiento del edificio.

Vivienda Tipo 1 (Apartamento en una planta)

Vivienda desarrollada en una única planta, compuesta por salón-comedor con cocina integrada, dormitorios y dos cuartos de baño.

- **Cocina:** fregadero (3 UD) + lavavajillas (3 UD) = **6 UD**

- **Lavadero:** lavadora (3 UD) = **3 UD**
- **Baño principal:** inodoro (4 UD) + lavabo (1 UD) + ducha (2 UD) = **7 UD**
- **Baño secundario:** inodoro (4 UD) + lavabo (1 UD) + bañera (2 UD) = **7 UD**

Total Vivienda Tipo 1: 23 UD

Vivienda Tipo 2 (Apartamento dúplex)

Vivienda distribuida en dos niveles, con una mayor dotación de aparatos sanitarios repartidos entre ambas plantas.

Planta inferior

- **Cocina:** fregadero (3 UD) + lavavajillas (3 UD) = **6 UD**
- **Lavadero:** lavadora (3 UD) = **3 UD**
- **Baño:** inodoro (4 UD) + lavabo (1 UD) + ducha (2 UD) = **7 UD**

Planta superior

- **Baño principal:** inodoro (4 UD) + lavabo (1 UD) + bañera (2 UD) = **7 UD**
- **Baño secundario:** inodoro (4 UD) + lavabo (1 UD) + ducha (2 UD) = **7 UD**

Total Vivienda Tipo 2: 30 UD

2.5. Dimensionado de las derivaciones

Las derivaciones individuales se han dimensionado conforme a las exigencias mínimas establecidas por la misma tabla 4.1 del CTE DB HS 5.

Los diámetros adoptados en el proyecto son:

- Lavabos: Ø32 mm.
- Duchas: Ø50 mm.
- Fregaderos: Ø40 mm.
- Bañeras: Ø50 mm.
- Inodoros: Ø100 mm.

Las conexiones se realizan mediante piezas específicas de saneamiento que permiten minimizar las pérdidas de carga y mejorar el comportamiento hidráulico de la instalación.

2.6. Bajantes

Las bajantes principales se sitúan en los patinillos verticales del edificio, concentrando la evacuación de los distintos núcleos húmedos.

Su disposición permite:

- reducir el recorrido de las derivaciones horizontales;
- facilitar las operaciones de mantenimiento;
- minimizar interferencias con la estructura del edificio.

En el proyecto predominan bajantes de Ø110 mm, suficientes para absorber las unidades de descarga correspondientes a las distintas plantas del edificio, cumpliendo las limitaciones establecidas por el Documento Básico HS 5.

2.7. Colectores horizontales

En los niveles inferiores las bajantes conectan con la red de colectores generales mediante arquetas de registro que permiten las labores de inspección y mantenimiento.

Los colectores se disponen enterrados bajo la planta de sótano, manteniendo pendientes constantes del orden del 1 %, suficientes para garantizar la evacuación por gravedad.

Los cambios de dirección se realizan mediante arquetas registrables, evitando codos cerrados que puedan favorecer obstrucciones.

La red final conduce las aguas residuales hasta el punto de acometida con la red municipal de saneamiento.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de *bajante* de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de *bajante* de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

- Colectores viviendas Tipo 1 (9 uds) → 10 UDs → Diámetro Ø110 mm.
- Colector Dúplex Tipo 1 → 14 UDs → Diámetro Ø110 mm.
- Colector Dúplex Tipo 2 → 32 UDs → Diámetro Ø110 mm.

2.8. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

El número de sumideros que se disponen se calcula siguiendo la Tabla 4.6. del CTE DB-HS 5, donde se estipula un sumidero por cada 150m^2 de superficie de cubierta, siendo la de este centro cívico de 1111.11 m^2.

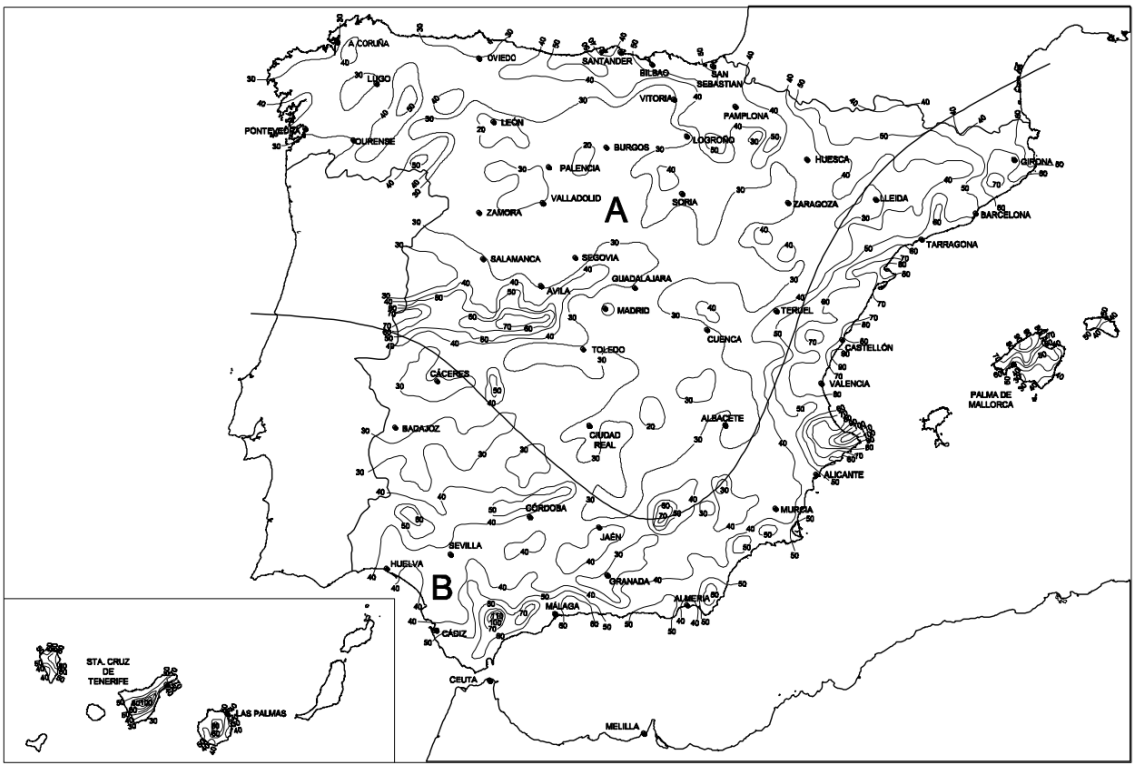
Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m^2)	Número de sumideros
S < 100	2
100≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m^2

- Colectores: se dimensionan según la tabla 4.9. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Para este inmueble, se aplica el factor de corrección f sobre las superficies de la cubierta. Según el plano del anexo B del DB-HS 5, Valencia se sitúa en la isoyeta 70 de la zona B, por lo que se considera un régimen pluviométrico de 150 mm/h, de tal forma que f = i/100, y por tanto, f = 1,5.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m^2)			*Diámetro nominal* del *colector* (mm)
Pendiente del *colector*			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315



- Bajantes: al igual que los colectores, se dimensionan según la tabla 4.8. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h, aplicando el factor de corrección f = 1,5.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m^2)	*Diámetro nominal* de la *bajante* (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

COLECTORES SANITARIOS				
CP	N. Suministradores	S (m^2)	S´ (m^2)	ϕ (mm)
CP 1	1	62.5	93.75	90
CP 2	2	87.85	225.525	110
CP 1	1	47	70.5	90
CP 2	2	86.4	200.1	110
CP 3	3	30.7	246.15	110
CP 4	4	124.85	433.425	125
CP 1	1	74.03	111.045	90
CP 2	2	87.85	225.53	110
CP 1	1	94.57	141.855	90
CP 2	2	113	311.36	110

2.9. Materiales

Todas las tuberías de evacuación se proyectan en PVC sanitario de pared lisa, resistente a la corrosión y a los productos químicos habituales presentes en las aguas residuales.

Las uniones se realizan mediante junta elástica, garantizando la estanqueidad de la instalación y permitiendo absorber pequeñas dilataciones sin comprometer el funcionamiento de la red.

Las arquetas de registro se disponen en todos los cambios de dirección, encuentros de colectores y puntos singulares de la instalación.

2.10. Justificación de la solución adoptada

La solución proyectada responde a criterios de simplicidad, facilidad de mantenimiento y fiabilidad hidráulica.

La agrupación de las bajantes en los núcleos húmedos reduce significativamente la longitud de las tuberías horizontales, disminuyendo las pérdidas de carga y facilitando las operaciones de conservación del edificio.

El empleo de una red separativa permite además diferenciar claramente la evacuación de aguas residuales y pluviales, favoreciendo un funcionamiento más eficiente del sistema y cumpliendo las exigencias establecidas por el Código Técnico de la Edificación.

La disposición de bajantes, colectores y registros reflejada en los planos garantiza una evacuación continua por gravedad, asegurando el correcto funcionamiento de la instalación durante toda la vida útil del edificio.

3. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

3.1. Normativa aplicable

El diseño de la instalación de fontanería se ajusta al Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS-4: Suministro de agua. Este documento establece las condiciones para que el suministro de agua apta para el consumo se realice con los caudales y presiones adecuados.

3.2. Descripción general de la instalación

La red de fontanería distribuye agua fría sanitaria (AF) y agua caliente sanitaria (ACS) a todos los aparatos de las viviendas mediante una instalación ramificada.

La alimentación principal del edificio se realiza desde la acometida de la red pública, conectándose a las montantes principales alojadas en los patinillos de instalaciones.

Desde estas montantes parten las derivaciones horizontales que abastecen los diferentes núcleos húmedos de cada vivienda, reduciendo al mínimo la longitud de las tuberías y facilitando tanto la ejecución como el mantenimiento de la instalación.

La instalación dispone de:

- red independiente de agua fría;
- red independiente de agua caliente sanitaria;
- llaves de corte generales y parciales;
- derivaciones individuales a cada aparato sanitario;
- montantes verticales agrupadas en patinillos.

3.3. Sistema de distribución

El sistema proyectado corresponde a una distribución mediante columnas montantes desde las cuales se alimentan las distintas viviendas.

Cada vivienda dispone de una llave de corte general situada en un punto accesible antes de la distribución interior, permitiendo independizar completamente la instalación durante operaciones de mantenimiento o reparación.

Desde dicha llave se alimentan los distintos aparatos sanitarios mediante derivaciones independientes, reduciendo pérdidas de presión y facilitando futuras intervenciones.

Las redes de agua fría y ACS discurren paralelas siempre que es posible, respetando las separaciones mínimas exigidas por la normativa entre conducciones de distinta naturaleza.

3.4. Materiales

Las conducciones interiores se proyectan mediante tubería plástica apta para agua de consumo humano, resistente a la corrosión y con baja rugosidad interior, lo que reduce las pérdidas de carga y evita incrustaciones durante la vida útil de la instalación.

Las uniones se ejecutarán mediante accesorios compatibles con el material empleado, garantizando la estanqueidad de toda la red.

Todos los elementos metálicos incorporarán protección frente a la corrosión y cumplirán las exigencias sanitarias establecidas para instalaciones de agua potable.

3.5. Cálculo de caudales

El dimensionado de la red parte de los caudales instantáneos mínimos establecidos para cada aparato sanitario. Para calcular el caudal simultáneo se aplica el coeficiente de simultaneidad:

$K = 1/\sqrt{(n-1)}$

donde n es el número de aparatos alimentados.

A continuación se procede al cálculo de la planta tipo del módulo de estudio del proyecto.

Viviendas Tipo 1 (9 viviendas)

Cada vivienda dispone de un baño con lavabo, inodoro y ducha (0,10 + 0,10 + 0,20 = 0,40 l/s) y una cocina equipada con fregadero y lavavajillas (0,20 + 0,15 = 0,35 l/s).

Suma total: 0,75 l/s

Número de aparatos: n = 5

Coeficiente $K = 1/\sqrt{4} = 0,50$

Caudal de cálculo: 0,50 × 0,75 = 0,38 l/s

Vivienda Dúplex Tipo 1

La vivienda dispone de dos baños y una cocina.

- Baño principal: lavabo, inodoro y ducha = 0,40 l/s
- Aseo: lavabo e inodoro = 0,20 l/s
- Cocina: fregadero y lavavajillas = 0,35 l/s

Suma total: 0,95 l/s

Número de aparatos: n = 7

Coeficiente $K = 1/\sqrt{6} = 0,41$

Caudal de cálculo: 0,41 × 0,95 = 0,39 l/s

Vivienda Dúplex Tipo 2

La vivienda dispone de cuatro baños y una cocina.

- 6 lavabos = 0,60 l/s
- 4 inodoros = 0,40 l/s
- 4 duchas = 0,80 l/s
- Cocina (fregadero y lavavajillas) = 0,35 l/s

Suma total: 2,15 l/s

Número de aparatos: n = 16

Coeficiente K = 1/√15 = 0,26

Caudal de cálculo: 0,26 × 2,15 = 0,56 l/s

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm^3/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm^3/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

3.6. Dimensionado de la instalación

El dimensionado de la red se ha realizado conforme al procedimiento establecido en el **CTE DB HS 4: Suministro de agua**, considerando los caudales simultáneos previsibles en un edificio de uso residencial colectivo y manteniendo velocidades de circulación compatibles con el correcto funcionamiento hidráulico de la instalación.

Se ha adoptado una velocidad máxima de circulación de **1,5 m/s**, verificando en cada tramo que las pérdidas de carga resultantes sean compatibles con la presión disponible suministrada por el grupo de presión.

Para el dimensionado se han considerado los caudales instantáneos mínimos de los aparatos sanitarios establecidos en la tabla 2.1 del CTE DB HS 4:

- **Lavabo:** 0,10 l/s (AF) y 0,065 l/s (ACS).
- **Inodoro con cisterna:** 0,10 l/s (AF).
- **Fregadero:** 0,20 l/s (AF) y 0,10 l/s (ACS).
- **Lavavajillas:** 0,15 l/s (AF) y 0,10 l/s (ACS).

Los diámetros representados en los planos corresponden a:

- montantes principales de agua fría;
- montantes principales de ACS;
- derivaciones hacia cada vivienda;
- alimentación individual de cada aparato sanitario.

Las derivaciones finales a los distintos aparatos se realizan mediante tubería de diámetro nominal **15 mm**, tal y como se representa en los planos de fontanería. Los ramales de enlace a los aparatos se resuelven mediante tubería comercial **16×2,0 mm**, equivalente a un diámetro interior suficiente para satisfacer los mínimos exigidos por el DB HS 4 para tubería plástica.

Para las derivaciones a núcleos de aseos, cocina y tramos generales se han adoptado diámetros comerciales de **20×2,25 mm**, **25×2,5 mm** y **32×3,0 mm**, en función del caudal simultáneo previsto en cada tramo.

La red de retorno de ACS se dispone con tubería de **16×2,0 mm**, al superarse la longitud de 15 m desde el punto más alejado. Asimismo, se garantiza que la presión disponible en los puntos más desfavorables de la instalación sea superior a **100 kPa** e inferior a **500 kPa**, cumpliendo las exigencias establecidas en el CTE DB HS 4.

Las montantes principales presentan mayor diámetro para absorber el caudal acumulado correspondiente a las viviendas alimentadas por cada patinillo, reduciéndose progresivamente a medida que disminuye el caudal circulante.

3.7. Alimentación de los aparatos sanitarios

Cada aparato sanitario dispone de alimentación independiente desde la red interior.

Las alturas de conexión se han establecido siguiendo criterios ergonómicos y de mantenimiento, adoptando las cotas habituales para este tipo de instalaciones.

Las conexiones principales corresponden a:

Aparato	**Altura aproximada**
Lavabo	550 mm
Inodoro	220 mm
Ducha	1.100 mm
Rociador de ducha	1.950 mm
Fregadero	1.200 mm

Estas cotas permiten la correcta instalación del equipamiento sanitario y facilitan las futuras labores de mantenimiento y sustitución de los aparatos.

3.8. Producción de Agua Caliente Sanitaria

La instalación dispone de red independiente de ACS que abastece todos los aparatos que requieren suministro de agua caliente.

La distribución se realiza paralelamente a la red de agua fría desde los patinillos verticales, reduciendo la longitud de las conducciones y minimizando las pérdidas térmicas.

Las tuberías de ACS deberán disponer del aislamiento térmico exigido por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), mejorando el rendimiento energético de la instalación y reduciendo el tiempo de espera para la llegada del agua caliente a los puntos de consumo.

3.9. Elementos de control

La instalación incorpora los elementos necesarios para facilitar la explotación y mantenimiento del edificio.

Entre ellos destacan:

- llave general de entrada;
- llaves de corte por vivienda;
- llaves de corte por aparato cuando resulte necesario;
- válvulas de retención;
- purgadores en puntos altos cuando proceda.

La disposición de estos elementos permite aislar parcialmente la instalación sin afectar al suministro del resto del edificio.

3.10. Justificación de la solución adoptada

La solución proyectada responde a criterios de eficiencia hidráulica, facilidad de mantenimiento y racionalización del recorrido de las instalaciones.

La agrupación de las montantes en los patinillos reduce significativamente la longitud de las derivaciones horizontales, disminuyendo las pérdidas de carga y simplificando las labores de conservación.

La separación entre las redes de agua fría y ACS garantiza un funcionamiento independiente de ambos circuitos, mientras que la distribución individual a cada aparato mejora la regulación de caudales y facilita futuras intervenciones.

La disposición representada en los planos asegura un suministro continuo y homogéneo a todas las viviendas, cumpliendo las exigencias del Código Técnico de la Edificación y del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1. Normativa aplicable

La instalación eléctrica del edificio tiene por objeto garantizar el suministro de energía eléctrica a todas las viviendas, servicios generales, locales comerciales y garaje, cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

El diseño de la instalación se ha realizado considerando criterios de seguridad, eficiencia energética y facilidad de mantenimiento. Se han dimensionado todos los elementos de la instalación para soportar las cargas previstas con los correspondientes coeficientes de seguridad y simultaneidad establecidos en la normativa.

La acometida eléctrica se realizará desde la red de distribución pública en baja tensión hasta las cajas generales de protección (CGP) situadas en el exterior del edificio. Desde estas CGP partirán las líneas generales de alimentación hasta la centralización de contadores ubicada en planta baja, desde donde se distribuirá la energía a cada una de las viviendas y servicios mediante sus correspondientes derivaciones individuales.

4.2. Previsión de cargas

La previsión de cargas se ha realizado de acuerdo con los criterios establecidos en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, considerando los distintos usos previstos en el edificio y aplicando los coeficientes de simultaneidad correspondientes para el dimensionado de la instalación.

Viviendas

El edificio dispone de seis plantas destinadas a uso residencial, con un total de 66 viviendas, distribuidas en nueve viviendas de una planta y dos viviendas dúplex por planta tipo.

Todas las viviendas se consideran de grado de electrificación elevada, al disponer de climatización, producción de agua caliente sanitaria y el equipamiento habitual de una vivienda colectiva, adoptándose una previsión de carga de 9,2 kW por vivienda, conforme a la ITC-BT-10.

La potencia instalada correspondiente a las viviendas resulta:

66 viviendas × 9,2 kW = 607,2 kW

Para el dimensionado de la Línea General de Alimentación, la centralización de contadores y el resto de la instalación se aplica el coeficiente de simultaneidad establecido por la normativa.

Oficinas

El edificio dispone de dos plantas destinadas a oficinas, cuya previsión de carga se determina conforme a la ITC-BT-10, considerando las necesidades derivadas de iluminación, climatización, equipos informáticos, tomas de corriente y resto de receptores propios de una actividad administrativa.

Cada oficina dispone de cuadro general de mando y protección y suministro individualizado mediante su correspondiente derivación.

Aparcamiento

El edificio dispone de dos plantas sótano destinadas a aparcamiento, cuya instalación eléctrica alimenta el alumbrado general, alumbrado de emergencia, ventilación mecánica, bombas de achique, instalaciones de protección contra incendios y tomas de corriente de mantenimiento.

Asimismo, se prevé la infraestructura necesaria para la futura instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos conforme a lo establecido en la ITC-BT-52.

Servicios generales

Los servicios generales considerados en la previsión de cargas comprenden:

- Alumbrado de zonas comunes.
- Alumbrado de emergencia.
- Ascensores.
- Ventilación mecánica del aparcamiento.
- Bombas de achique.
- Grupo de presión.
- Instalaciones de protección contra incendios.
- Telecomunicaciones.
- Control de accesos.

La potencia correspondiente a estos servicios se incorpora a la previsión total de cargas del edificio, determinándose a partir de las características de los equipos instalados y de los criterios de simultaneidad establecidos por el REBT.

La previsión total de cargas constituye la base para el dimensionado de la acometida, la Línea General de Alimentación, la centralización de contadores y el resto de la instalación eléctrica del edificio.

4.3. Descripción de la instalación

El edificio dispone de suministro eléctrico en baja tensión procedente de la red pública de distribución.

La alimentación se realiza desde la acometida hasta la Caja General de Protección (CGP), desde donde parte la Línea General de Alimentación (LGA) hacia la centralización de contadores situada en planta baja. Desde ésta parten las derivaciones individuales que alimentan los cuadros generales de mando y protección de cada vivienda y de las distintas zonas de oficinas, así como los cuadros correspondientes a los servicios generales del edificio.

La distribución vertical de la instalación se realiza mediante patinillos y canalizaciones registrables que comunican todas las plantas del edificio, mientras que la distribución horizontal se efectúa mediante bandejas portacables y canalizaciones ocultas sobre falsos techos hasta los distintos cuadros eléctricos.

Las líneas se ejecutan mediante conductores de cobre con aislamiento libre de halógenos, adecuados para una tensión nominal de 0,6/1 kV, discurriendo por canalizaciones registrables que facilitan tanto el mantenimiento como futuras ampliaciones de la instalación.

El edificio dispone de cuadros eléctricos independientes para viviendas, oficinas y servicios generales, permitiendo sectorizar la instalación y garantizar la continuidad del suministro en caso de intervención o avería.

La instalación comprende el suministro eléctrico de:

- Viviendas.
- Oficinas.
- Aparcamiento.
- Zonas comunes.
- Ascensores.
- Alumbrado de emergencia.
- Ventilación mecánica del aparcamiento.
- Bombas de achique.
- Grupo de presión.
- Instalaciones de protección contra incendios.
- Telecomunicaciones.
- Sistema de control de accesos.

La distribución representada en los planos permite una correcta coordinación entre las distintas instalaciones del edificio, garantizando la seguridad, la accesibilidad para las labores de mantenimiento y la posibilidad de futuras ampliaciones.

4.4. Instalación interior de las viviendas

Cada vivienda dispone de un Cuadro General de Mando y Protección (CGMP) desde el cual se alimentan todos los circuitos interiores de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Cada cuadro incorpora los siguientes elementos de protección:

- Interruptor General Automático (IGA).
- Interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).
- Interruptores magnetotérmicos para cada circuito.
- Protección contra sobretensiones permanentes y transitorias.

La instalación interior se organiza mediante circuitos independientes que permiten sectorizar los distintos usos de la vivienda, facilitando tanto el mantenimiento como la localización de posibles averías.

Los circuitos previstos son:

- C1: Alumbrado.
- C2: Tomas de uso general y frigorífico.
- C3: Cocina y horno.
- C4.1: Lavadora.
- C4.2: Lavavajillas.
- C5: Tomas auxiliares de cocina y baños.
- C5.2: Tomas de reserva.
- C7: Climatización y calefacción.
- C8: Secadora.

Las bases de enchufe instaladas son del tipo Schuko con toma de tierra, distribuyéndose de acuerdo con las exigencias mínimas establecidas en la ITC-BT-25 para cada estancia de la vivienda.

Las tomas destinadas a pequeños electrodomésticos de cocina se sitúan sobre la encimera, mientras que las tomas de uso general se distribuyen de forma que permitan un uso cómodo y seguro de las distintas dependencias. Las zonas exteriores y aquellas expuestas a humedad disponen de mecanismos con el grado de protección adecuado.

El control del alumbrado interior se realiza mediante interruptores situados junto a los accesos de cada estancia, permitiendo una utilización cómoda y funcional de la instalación. La distribución de los puntos de luz y de las bases de enchufe se ha proyectado atendiendo a la disposición del mobiliario y al uso previsto de cada espacio, garantizando tanto la funcionalidad como el cumplimiento de la normativa vigente.

4.5. Alumbrado

La instalación de alumbrado se ha proyectado para garantizar los niveles de iluminación exigidos en cada una de las dependencias del edificio, proporcionando unas condiciones adecuadas de confort visual, seguridad y eficiencia energética. Para ello se emplean luminarias de tecnología LED de bajo consumo y elevada vida útil, reduciendo el consumo energético y los costes de mantenimiento.

En las viviendas se disponen luminarias empotradas de 18,6 W y 1.545 lm para la iluminación general de las estancias, complementadas con luminarias empotradas de 28 W y 2.703 lm en espacios de mayor superficie y luminarias adosadas de 20 W y 2.500 lm en armarios y zonas auxiliares.

Las zonas comunes del edificio disponen de luminarias LED de superficie de 18 W y 2.000 lm, distribuidas de forma que se garantice una iluminación uniforme en portales, vestíbulos, pasillos y escaleras.

En las plantas de aparcamiento se emplean luminarias estancas LED IP67 de 18 W y 2.000 lm, adecuadas para ambientes húmedos y con presencia de polvo, garantizando además una elevada resistencia mecánica y una larga vida útil.

El control del alumbrado interior de las viviendas se realiza mediante interruptores situados junto a los accesos de cada estancia. En las escaleras comunes el accionamiento se efectúa mediante pulsadores temporizados, mientras que el alumbrado del aparcamiento se organiza en varios circuitos independientes, permitiendo sectorizar la instalación y optimizar el consumo energético.

El diseño de la instalación busca una distribución homogénea de la iluminación, evitando zonas de sombra y favoreciendo la integración de las luminarias con la arquitectura del edificio.

4.6. Servicios generales

Los servicios generales del edificio disponen de cuadros eléctricos independientes, permitiendo el funcionamiento autónomo de cada instalación y facilitando las labores de explotación, mantenimiento y futuras ampliaciones.

Entre los servicios alimentados por la instalación eléctrica se incluyen:

- Alumbrado de zonas comunes.
- Alumbrado de emergencia.
- Ascensores.
- Ventilación mecánica de los aparcamientos.
- Bombas de achique.
- Grupo de presión para la instalación de fontanería.
- Instalaciones de protección contra incendios.
- Infraestructura común de telecomunicaciones.
- Sistema de videoportero y control de accesos.

La alimentación de cada uno de estos servicios se realiza mediante circuitos independientes protegidos por los correspondientes interruptores magnetotérmicos y diferenciales, garantizando la continuidad de funcionamiento del resto de instalaciones en caso de avería o mantenimiento.

Los cuadros eléctricos de servicios generales incorporan además protección frente a sobretensiones permanentes y transitorias, asegurando la protección de los equipos conectados y aumentando la fiabilidad de la instalación.

El edificio dispone igualmente de alumbrado de emergencia distribuido a lo largo de los recorridos de evacuación, escaleras, vestíbulos, aparcamientos y salidas del edificio, garantizando una iluminación suficiente durante el tiempo establecido por la normativa en caso de fallo del suministro eléctrico.

4.7. Protección de la instalación

La instalación eléctrica incorpora todos los sistemas de protección necesarios para garantizar la seguridad de las personas y la integridad de los equipos, cumpliendo las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Cada cuadro eléctrico incorpora un Interruptor General Automático (IGA), interruptores magnetotérmicos para la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, interruptores diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) para la protección frente a contactos indirectos y dispositivos de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias.

La instalación dispone de una red de puesta a tierra común, destinada a limitar las tensiones de contacto y asegurar el correcto funcionamiento de las protecciones diferenciales.

Se adopta un sistema de distribución TN-S, disponiendo de un conductor de protección (PE) independiente del conductor neutro en toda la instalación. El conductor de protección discurre junto con los conductores activos y presenta aislamiento de color verde-amarillo para facilitar su identificación.

La red de tierra conecta las masas metálicas de la instalación, cuadros eléctricos, canalizaciones metálicas, ascensores, equipos electromecánicos, instalaciones de telecomunicaciones y demás elementos susceptibles de quedar accidentalmente en tensión.

Como electrodo de puesta a tierra se aprovechan los elementos metálicos de la cimentación del edificio, complementándose, en caso necesario, mediante electrodos adicionales hasta alcanzar los valores exigidos por el REBT.

Todos los conductores de protección convergen en la Barra Principal de Tierra (BPT), desde donde se realiza la conexión con la toma de tierra general del edificio.

La instalación incorpora dispositivos de protección frente a sobretensiones permanentes y transitorias situados en el cuadro general y en los cuadros secundarios, protegiendo los equipos eléctricos y electrónicos frente a perturbaciones de la red y sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra.

4.8. Justificación de la solución adoptada

La solución adoptada responde a los criterios de seguridad, funcionalidad, eficiencia energética y facilidad de mantenimiento establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La distribución de la energía mediante acometida, Caja General de Protección, Línea General de Alimentación, centralización de contadores y derivaciones individuales permite sectorizar adecuadamente la instalación, facilitando tanto la gestión del suministro como las operaciones de mantenimiento.

La disposición de cuadros eléctricos independientes para viviendas, oficinas y servicios generales mejora la explotación del edificio y permite el funcionamiento autónomo de cada una de las instalaciones.

La utilización de conductores de cobre con aislamiento libre de halógenos, dispositivos de protección magnetotérmica y diferencial, sistemas de protección contra sobretensiones y una red de puesta a tierra común garantiza la seguridad de las personas y la protección de los equipos frente a posibles defectos de funcionamiento.

La instalación de alumbrado mediante tecnología LED reduce el consumo energético, mejora la eficiencia de la instalación y disminuye las necesidades de mantenimiento durante la vida útil del edificio.

Asimismo, la previsión de infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos, la sectorización de los servicios generales y la integración de la infraestructura común de telecomunicaciones y del sistema de control de accesos permiten disponer de una instalación flexible, preparada para futuras ampliaciones y adaptada a las necesidades actuales de un edificio residencial de uso colectivo.

La solución proyectada garantiza la correcta coordinación entre las instalaciones eléctricas, de fontanería, climatización, ventilación, protección contra incendios y telecomunicaciones, optimizando el funcionamiento conjunto del edificio y asegurando el cumplimiento de la normativa técnica vigente.

4.8.1. Criterios de diseño de iluminación

La instalación de iluminación del edificio se ha diseñado de acuerdo con los criterios establecidos por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), el Código Técnico de la Edificación y las recomendaciones de eficiencia energética del Documento Básico HE.

La distribución de los puntos de luz se ha realizado buscando una iluminación uniforme de todas las estancias, evitando zonas de sombra y garantizando el confort visual de los usuarios. Para ello se emplean luminarias LED de alta eficiencia energética,

seleccionadas en función del uso de cada espacio y de las necesidades lumínicas de cada estancia.

En las zonas de estancia principal, dormitorios y espacios comunes se disponen luminarias empotradas de bajo consumo que proporcionan una iluminación homogénea y reducen el impacto visual sobre los falsos techos. En zonas específicas, como armarios o espacios de almacenamiento, se instalan luminarias de mayor flujo luminoso para facilitar las tareas de uso cotidiano.

Las zonas comunes del edificio y los aparcamientos disponen de luminarias estancas de tecnología LED y sistemas de accionamiento mediante sensores de presencia, permitiendo reducir el consumo energético cuando dichos espacios no se encuentran ocupados.

Los niveles de iluminación adoptados se han establecido tomando como referencia la norma UNE-EN 12464-1 "Iluminación de los lugares de trabajo", así como las recomendaciones habituales para edificios de uso residencial, considerando los siguientes valores mínimos de iluminancia:

- Vestíbulos y zonas comunes: 100 lux.
- Escaleras y rampas: 150 lux.
- Garaje (circulación de vehículos): 75 lux.
- Garaje (itinerarios peatonales): 150 lux.
- Salones y dormitorios: 200 lux.
- Cocinas: 300 lux.
- Baños: 200 lux.
- Pasillos interiores de vivienda: 100 lux.
- Cuartos de instalaciones y cuartos técnicos: 200 lux.
- Locales de servicios y oficinas: 500 lux.

Asimismo, en el diseño de la instalación se han considerado criterios de calidad lumínica, empleando luminarias con índice de reproducción cromática Ra ≥ 80, temperatura de color adecuada al uso de cada espacio (3.000 K en zonas residenciales y 4.000 K en zonas comunes y garajes) y tecnología LED de alta eficiencia, con una vida útil superior a las 50.000 horas y bajo mantenimiento.

La disposición de las luminarias queda reflejada en los planos de instalación eléctrica correspondientes a las plantas tipo, viviendas tipo y zonas comunes del edificio.

4.8.2. Luminarias seleccionadas

Para el alumbrado del edificio se han seleccionado luminarias LED de elevada eficiencia energética, larga vida útil y bajo mantenimiento, adecuadas al uso previsto en cada una de las dependencias.

Las luminarias empleadas en el proyecto son las siguientes:

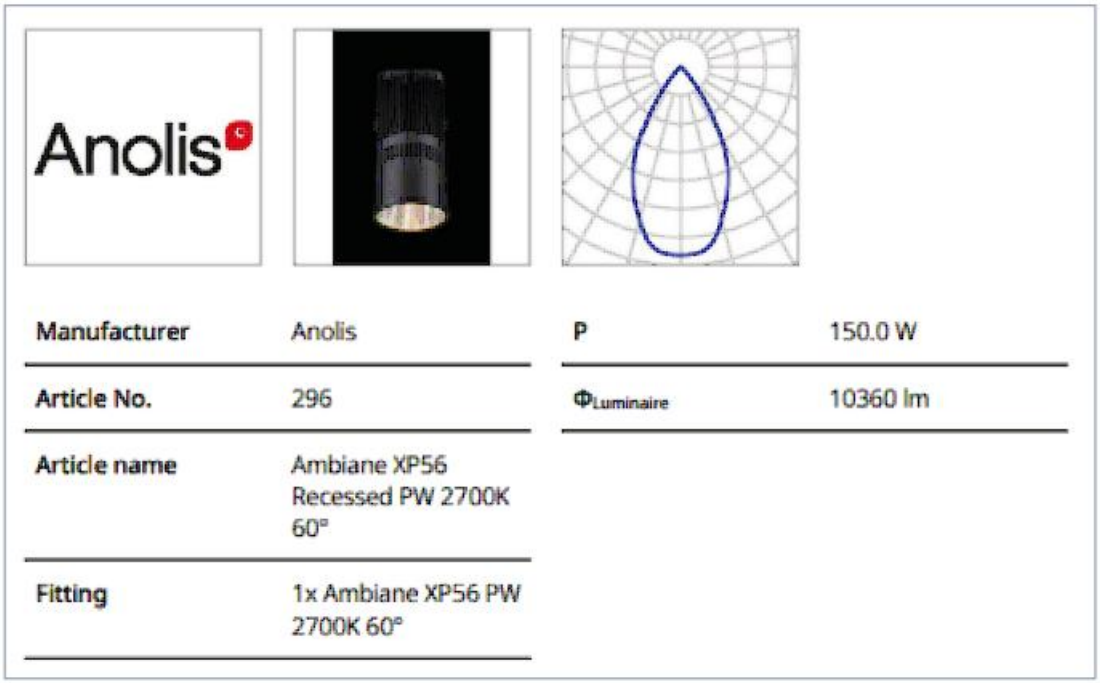
Luminaria empotrada LED de alta potencia

Se emplea principalmente en zonas comunes y espacios de servicio donde resulta conveniente una instalación superficial.

- Tecnología LED de alta potencia.
- Potencia: 150 W.
- Flujo luminoso: 10.360 lm.
- Temperatura de color: 2.700 K

- Índice de reproducción cromática (CRI): Ra ≥ 90.
- Ángulo de apertura: 60°

Montaje superficial.

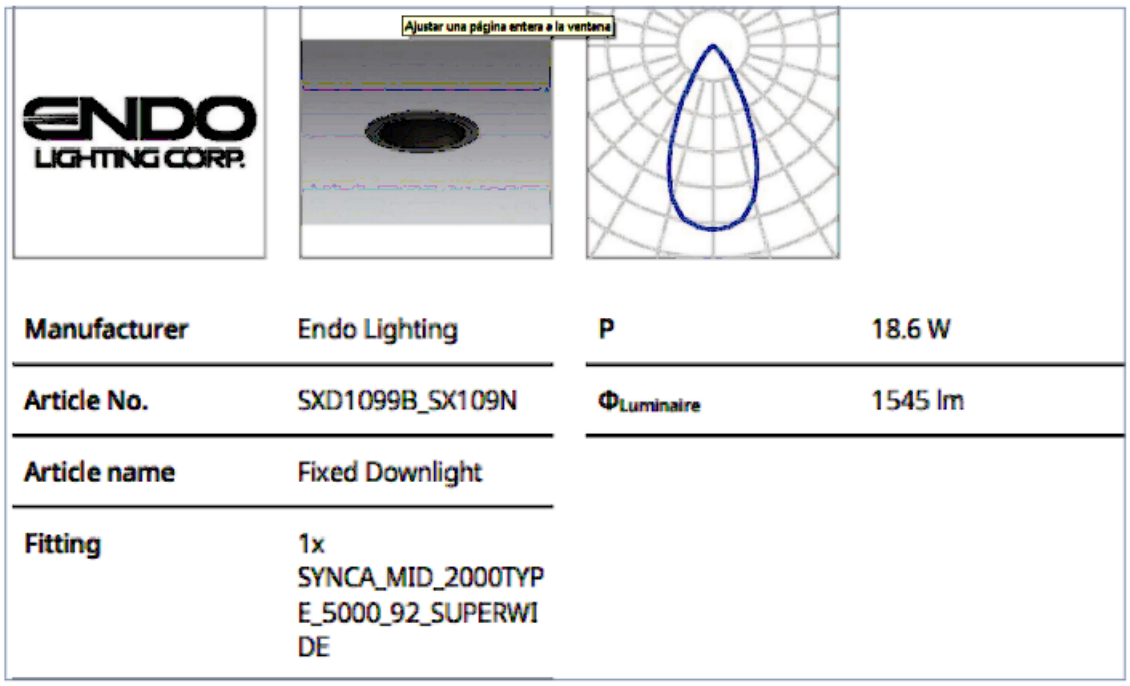


Manufacturer	Anolis	**P**	150.0 W
Article No.	296	**$\Phi_{Luminaire}$**	10360 lm
Article name	Ambiane XP56 Recessed PW 2700K 60°		
Fitting	1x Ambiane XP56 PW 2700K 60°		

Luminaria LED empotrada

Destinada a las estancias principales de las viviendas, proporcionando una iluminación uniforme con una adecuada integración arquitectónica.

- Potencia: 18,6 W.
- Flujo luminoso: 1.545 lm.
- Instalación empotrada en falso techo.

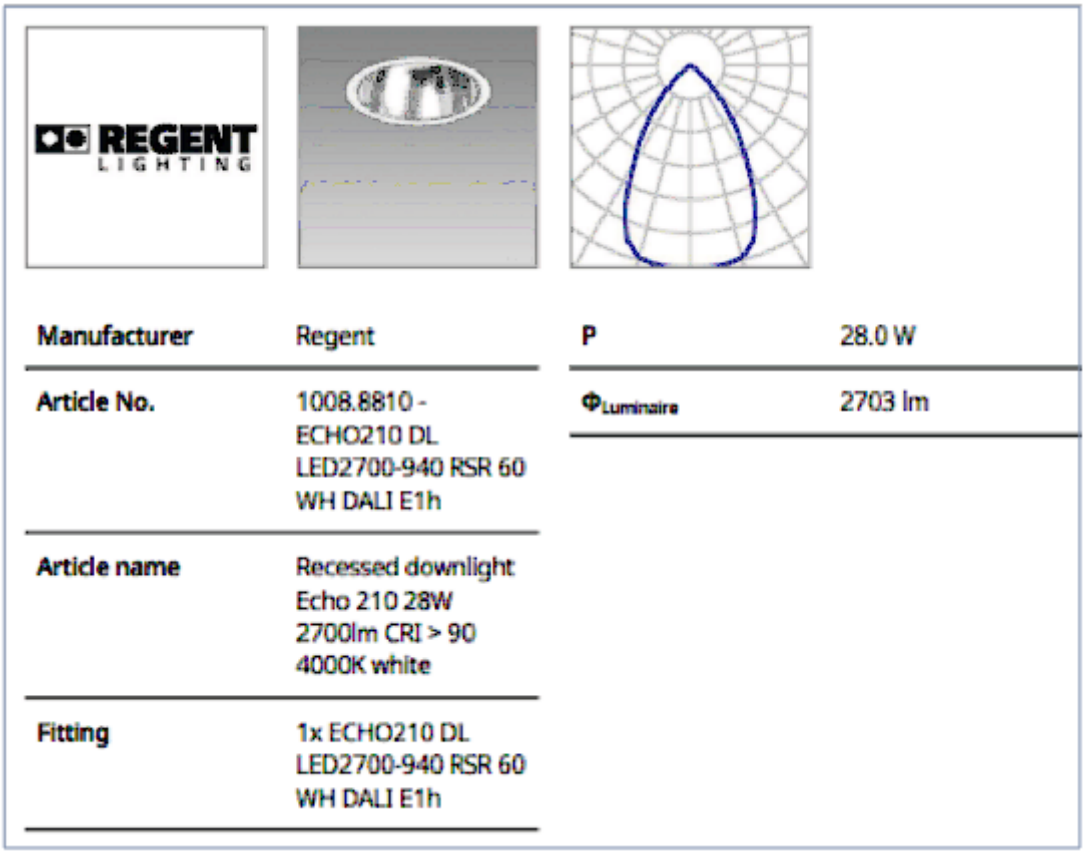


Manufacturer	Endo Lighting	**P**	18.6 W
Article No.	SXD1099B_SX109N	**$\Phi_{Luminaire}$**	1545 lm
Article name	Fixed Downlight		
Fitting	1x SYNCA_MID_2000TYPE_5000_92_SUPERWIDE		

Luminaria LED empotrada de alta potencia

Utilizada en aquellas estancias donde se requiere una mayor aportación lumínica, garantizando niveles adecuados de iluminación.

- Potencia: 28 W.
- Flujo luminoso: 2.703 lm.
- Instalación empotrada.



Luminaria para armarios

Instalada en armarios y espacios auxiliares que requieren una iluminación puntual de mayor intensidad.

- Potencia: 20 W.
- Flujo luminoso: 2.500 lm.

Todas las luminarias seleccionadas incorporan tecnología LED de elevada eficiencia energética, reduciendo el consumo eléctrico y los costes de mantenimiento respecto a sistemas convencionales de iluminación. Asimismo, presentan una elevada vida útil y una adecuada reproducción cromática para los usos previstos en el edificio.

4.8.3. Tipos de interruptores y enchufes

La instalación interior de las viviendas se ha proyectado mediante mecanismos empotrados, distribuidos de acuerdo con las necesidades funcionales de cada estancia y conforme a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los mecanismos instalados comprenden:

- Interruptores simples para el accionamiento individual de los puntos de luz.
- Interruptores dobles destinados al control independiente de varios circuitos de iluminación.
- Pulsadores para el accionamiento del alumbrado de las zonas comunes y escaleras.
- Tomas de corriente de 16 A con toma de tierra distribuidas según el grado de electrificación previsto.
- Tomas de corriente estancas con grado de protección IP54 en las terrazas y espacios exteriores de las viviendas.
- Sistema de videoportero con monitor interior para el control de accesos al edificio.
- Paneles eléctricos individuales situados en cada vivienda para la protección y distribución de los distintos circuitos interiores.

La ubicación de todos los mecanismos eléctricos se representa en los planos correspondientes de alumbrado y tomas de corriente del proyecto.

5. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

5.1 Generalidades

La instalación de climatización del edificio se ha proyectado con el objetivo de proporcionar unas condiciones adecuadas de confort térmico en todas las viviendas, garantizando al mismo tiempo un elevado nivel de eficiencia energética y un reducido consumo de energía.

El edificio dispone de un sistema de calefacción mediante suelo radiante por agua, alimentado por una bomba de calor aire-agua de alta eficiencia. Esta solución permite trabajar con temperaturas de impulsión reducidas, mejorando el rendimiento del sistema y reduciendo el consumo energético respecto a los sistemas tradicionales de calefacción.

La producción de energía térmica se realiza mediante una bomba de calor aire-agua situada en la planta de instalaciones, encargada de suministrar agua caliente tanto al sistema de calefacción por suelo radiante como a la instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS). La distribución del agua caliente hasta cada vivienda se realiza mediante montantes verticales que discurren por los núcleos de instalaciones del edificio, desde donde parten las derivaciones hacia cada apartamento.

Cada vivienda dispone de un armario de colectores desde el que se distribuye el caudal de agua caliente a los diferentes circuitos del suelo radiante. Los circuitos se han diseñado en función de la superficie y geometría de cada estancia, ajustando la separación entre tuberías para conseguir una distribución uniforme de la temperatura sobre toda la superficie calefactada. Asimismo, cada colector incorpora los elementos necesarios para el equilibrado hidráulico, regulación y mantenimiento de la instalación.

El sistema de emisión mediante suelo radiante proporciona un elevado confort térmico al trabajar principalmente por radiación, obteniendo una distribución homogénea de temperaturas y evitando movimientos excesivos de aire en el interior de las viviendas. Además, al funcionar con agua a baja temperatura, resulta especialmente adecuado para su combinación con bombas de calor de alta eficiencia, incrementando el rendimiento estacional de la instalación.

La instalación ha sido diseñada conforme a las prescripciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y a los requisitos del Código Técnico de la Edificación en materia de ahorro de energía, garantizando el correcto funcionamiento del sistema durante toda su vida útil y asegurando las condiciones de confort previstas para el edificio.

5.2 Normativa aplicable

El diseño y dimensionado de la instalación de climatización se ha realizado de acuerdo con la normativa vigente de aplicación, garantizando las condiciones de confort térmico, eficiencia energética, seguridad y correcto funcionamiento de todos los equipos que componen la instalación.

Las principales disposiciones normativas consideradas durante el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**, aprobado mediante el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, y sus posteriores modificaciones, donde

se establecen las exigencias de bienestar e higiene, eficiencia energética, seguridad y mantenimiento de las instalaciones térmicas de los edificios.

- **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, prestando especial atención a:
    - **DB-HE Ahorro de Energía**, en lo relativo a la limitación de la demanda energética, eficiencia de las instalaciones térmicas y contribución al ahorro energético.
    - **DB-HS Salubridad**, en aquellos aspectos relacionados con las condiciones ambientales de los espacios habitables y la correcta integración de las instalaciones.
- **Reglamento (UE) 517/2014**, relativo a los gases fluorados de efecto invernadero, aplicable a los equipos de bomba de calor utilizados en la instalación.
- Normas **UNE** y **UNE-EN** aplicables a los sistemas de calefacción por suelo radiante, redes hidráulicas, aislamiento de tuberías, equipos de producción térmica y elementos de regulación y control.

El sistema de climatización se ha proyectado empleando una **bomba de calor aire-agua** como generador térmico y un sistema de **suelo radiante por agua** como elemento emisor. Esta combinación permite trabajar con bajas temperaturas de impulsión, incrementando el rendimiento estacional de la instalación y reduciendo el consumo energético, en cumplimiento de los criterios de eficiencia establecidos por el RITE y el Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación.

Asimismo, todos los equipos, materiales y accesorios previstos en la instalación deberán disponer del correspondiente marcado CE y cumplir las especificaciones técnicas establecidas por sus fabricantes, garantizando la compatibilidad entre los distintos elementos que componen el sistema y facilitando su posterior mantenimiento y explotación.

5.3 Condiciones de diseño

Para el dimensionado de la instalación de climatización se han adoptado las condiciones interiores de confort establecidas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), garantizando unas condiciones adecuadas de temperatura y bienestar para los ocupantes durante todo el año.

Se han considerado las siguientes condiciones de diseño:

Condiciones interiores

- Temperatura operativa en invierno: **21 °C**.
- Humedad relativa interior: **entre el 30 % y el 50 %**, conforme a las recomendaciones del RITE.
- Velocidad media del aire en la zona ocupada: inferior a los límites establecidos por la normativa para evitar corrientes molestas.

Estas condiciones permiten garantizar el confort térmico de los usuarios, así como un funcionamiento eficiente del sistema de calefacción por suelo radiante.

Condiciones exteriores

Las condiciones climáticas exteriores consideradas para el cálculo corresponden a la localidad donde se emplaza el edificio, adoptándose los valores establecidos por el Código Técnico de la Edificación y los datos climáticos oficiales empleados para la certificación energética del edificio.

A partir de estos valores se han determinado las cargas térmicas de calefacción de las viviendas, permitiendo dimensionar adecuadamente tanto el generador térmico como los distintos circuitos de suelo radiante.

Condiciones de funcionamiento

El sistema de climatización trabaja mediante agua a baja temperatura impulsada por una bomba de calor aire-agua, característica que permite alcanzar elevados rendimientos energéticos.

La temperatura de impulsión del circuito de calefacción se sitúa habitualmente entre **35 y 40 °C**, mientras que la temperatura de retorno oscila entre **28 y 32 °C**, valores adecuados para instalaciones de suelo radiante y compatibles con el elevado rendimiento de la bomba de calor.

Cada vivienda dispone de un colector independiente desde el que se alimentan los distintos circuitos hidráulicos del suelo radiante. Estos circuitos se han distribuido en función de la geometría y superficie de cada estancia, adoptando separaciones entre tuberías variables para conseguir una emisión térmica uniforme y evitar diferencias de temperatura sobre el pavimento. Dichos circuitos incorporan los correspondientes elementos de regulación y equilibrado hidráulico, facilitando el correcto funcionamiento de toda la instalación.

La combinación de una bomba de calor aire-agua con un sistema de emisión mediante suelo radiante permite obtener un elevado confort térmico, una distribución homogénea de la temperatura y un importante ahorro energético respecto a sistemas convencionales de calefacción.

5.4 Datos climáticos

La determinación de las condiciones climáticas exteriores constituye un aspecto fundamental para el correcto dimensionado de la instalación de climatización, ya que permite calcular las cargas térmicas de calefacción y refrigeración del edificio. Para ello se han adoptado los valores establecidos en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y en el Código Técnico de la Edificación (CTE), correspondientes al emplazamiento del edificio.

Localización del edificio

- **Municipio:** Madrid.
- **Altitud:** 718 metros sobre el nivel del mar.
- **Zona climática:** D3, según el Documento Básico HE «Ahorro de Energía» del Código Técnico de la Edificación.

La zona climática D3 corresponde a un clima continental, caracterizado por inviernos fríos y veranos calurosos. Esta clasificación determina las exigencias que debe cumplir la envolvente térmica del edificio y constituye la base para el cálculo de las necesidades energéticas y el dimensionado de la instalación de climatización.

Condiciones climáticas exteriores de cálculo

Para el dimensionado de la instalación se han considerado las condiciones exteriores de cálculo establecidas por el RITE, empleando los valores estadísticos recomendados para garantizar unas condiciones adecuadas de confort sin sobredimensionar los equipos.

Condiciones de verano

Para el cálculo de la demanda de refrigeración se utilizan las condiciones correspondientes al **percentil 2,5 %**, es decir, aquellas que únicamente se superan durante aproximadamente el **2,5 % de las horas del periodo estival** (alrededor de 44 horas al año). Este criterio permite dimensionar adecuadamente la instalación evitando un incremento innecesario de la potencia de los equipos.

Las condiciones exteriores adoptadas para verano son las siguientes:

- **Temperatura seca exterior:** 35 °C.
- **Temperatura húmeda exterior:** 20,8 °C.
- **Humedad relativa:** 44,5 %.
- **Oscilación diaria media:** 14 °C.

Condiciones de invierno

Para el cálculo de la demanda de calefacción se emplean las condiciones correspondientes al **percentil 97,5 %**, lo que garantiza que la instalación sea capaz de mantener las condiciones de confort durante prácticamente toda la temporada de calefacción.

Las condiciones exteriores consideradas para invierno son:

- **Temperatura seca exterior:** −3,7 °C.
- **Humedad relativa:** 76 %.
- **Velocidad del viento:** 4,5 m/s, considerada para la evaluación de las infiltraciones de aire a través de la envolvente del edificio.

Aplicación al proyecto

A partir de estas condiciones climáticas se han determinado las cargas térmicas del edificio, permitiendo dimensionar la bomba de calor aire-agua y los distintos circuitos de suelo radiante proyectados para las viviendas de las tipologías existentes. La instalación ha sido diseñada para proporcionar unas condiciones adecuadas de confort térmico durante todo el año, optimizando el consumo energético y garantizando el correcto funcionamiento de los equipos previstos en el proyecto. Asimismo, estos valores constituyen la base para la caracterización térmica de la envolvente del edificio, desarrollada en los apartados siguientes de la presente memoria.

5.5 Caracterización térmica de cerramientos exteriores

Los cerramientos exteriores constituyen el principal elemento de separación entre el ambiente interior climatizado y las condiciones ambientales exteriores. Su correcto diseño resulta fundamental para limitar las pérdidas de calor durante el invierno y reducir las ganancias térmicas en verano, disminuyendo la demanda energética del edificio y mejorando el confort térmico de los usuarios.

La envolvente térmica del edificio se ha diseñado conforme a las exigencias establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico HE «Ahorro de Energía», adoptando soluciones constructivas que garantizan un adecuado

comportamiento térmico, reducen la aparición de puentes térmicos y favorecen el ahorro energético durante toda la vida útil del edificio.

El sistema de fachada combina elementos estructurales, aislamiento térmico continuo y acabados de elevada durabilidad, proporcionando además una correcta protección frente a la humedad, un adecuado aislamiento acústico y un excelente comportamiento frente a las variaciones térmicas exteriores.

Composición del cerramiento exterior (de exterior a interior)

1. Celosía exterior de perfiles huecos de composite de PVC, fibras vegetales y cargas minerales con acabado imitación madera, fijada mediante perfilería metálica de sujeción. Al tratarse de una fachada ventilada, este elemento actúa como protección solar reduciendo las ganancias térmicas por radiación, sin formar parte del cálculo directo de la transmitancia térmica del cerramiento.
2. Placa de cemento Portland tipo Aquapanel, espesor 12,5 mm.
    - Conductividad térmica: $\lambda = 0{,}35$ W/m·K
    - Espesor: 0,0125 m
    - Resistencia térmica: $R = 0{,}036$ m²K/W
3. Hoja principal de fachada formada por fábrica de ladrillo cerámico hueco triple para revestir, de 11 cm de espesor.
    - Conductividad térmica: $\lambda = 0{,}43$ W/m·K
    - Espesor: 0,11 m
    - Resistencia térmica: $R = 0{,}256$ m²K/W
4. Aislamiento térmico continuo mediante panel rígido de poliestireno extruido (XPS) de 50 mm de espesor.
    - Conductividad térmica: $\lambda = 0{,}034$ W/m·K
    - Espesor: 0,05 m
    - Resistencia térmica: $R = 1{,}471$ m²K/W
5. Trasdosado autoportante formado por perfilería de acero galvanizado de 48 mm, generando una cámara técnica para el paso de instalaciones. Debido a la reducida influencia térmica de la perfilería metálica, ésta no se considera de forma individual en el cálculo simplificado de la transmitancia.
6. Acabado interior mediante placa de yeso laminado (PYL) de 15 mm de espesor.
    - Conductividad térmica: $\lambda = 0{,}25$ W/m·K
    - Espesor: 0,015 m
    - Resistencia térmica: $R = 0{,}060$ m²K/W.

Resistencias térmicas superficiales

Las resistencias superficiales representan la resistencia al flujo de calor existente en las capas de aire en contacto con las superficies interior y exterior del cerramiento. Para el cálculo de la transmitancia térmica se adoptan los valores establecidos por el Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación:

- Resistencia superficial exterior (Rse): 0,040 m²K/W.
- Resistencia superficial interior (Rsi): 0,130 m²K/W.

Cálculo de la transmitancia térmica

La transmitancia térmica (U) representa el flujo de calor que atraviesa un metro cuadrado de cerramiento cuando existe una diferencia de temperatura de un grado Kelvin entre el ambiente interior y el exterior. Cuanto menor es este valor, mayor es la capacidad aislante del cerramiento y menores son las pérdidas energéticas del edificio.

La resistencia térmica de cada capa se obtiene mediante la expresión:

$R = e / \lambda$

donde:

- R = resistencia térmica (m²K/W).
- e = espesor del material (m).
- λ = conductividad térmica del material (W/m·K).

La transmitancia térmica del cerramiento se calcula mediante:

$U = 1 / Rtotal$

siendo Rtotal la suma de las resistencias térmicas de todas las capas del cerramiento y de las resistencias superficiales interior y exterior.

Para el cerramiento proyectado:

Rtotal = Rse + RAquapanel + RLadrillo + RXPS + RPYL + Rsi

Rtotal = 0,040 + 0,036 + 0,256 + 1,471 + 0,060 + 0,130 = 1,993 m²K/W

Por tanto:

U = 1 / 1,993 = 0,50 W/m²·K

Comprobación normativa

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HE), para edificios situados en la zona climática D3 la transmitancia térmica límite para fachadas es de:

Umáx = 0,66 W/m²·K

El cerramiento proyectado presenta una transmitancia térmica de:

Uproyecto = 0,50 W/m²·K

0,50 < 0,66 ✓ CUMPLE

La solución constructiva adoptada satisface las exigencias establecidas por el Código Técnico de la Edificación, proporcionando una envolvente térmica de elevadas prestaciones que reduce significativamente las pérdidas energéticas del edificio. La incorporación de aislamiento térmico continuo por el exterior, junto con el empleo de una fachada ventilada protegida mediante celosías y un trasdosado interior de placa de yeso laminado, contribuye a mejorar el comportamiento higrotérmico de la envolvente, minimizar la aparición de puentes térmicos y optimizar el rendimiento de la instalación de climatización mediante bomba de calor aire-agua y suelo radiante,

reduciendo tanto el consumo energético como las emisiones asociadas al funcionamiento del edificio.

5.6 Caracterización térmica de forjados

Los forjados constituyen los elementos horizontales que separan las diferentes plantas del edificio, transmitiendo las cargas a la estructura portante y contribuyendo al comportamiento térmico y acústico del conjunto. Su correcta configuración permite reducir las pérdidas energéticas entre recintos climatizados y espacios no acondicionados, además de proporcionar el soporte necesario para la instalación de calefacción mediante suelo radiante.

En el proyecto, los forjados están formados por una losa maciza de hormigón armado sobre la que se dispone el sistema de suelo radiante, acompañado de una capa de aislamiento térmico y las sucesivas capas de mortero y pavimento. Esta solución permite mejorar el rendimiento de la instalación de calefacción al dirigir el flujo térmico hacia el interior de las viviendas y minimizar las pérdidas de calor hacia la estructura.

Composición del forjado (de arriba hacia abajo)

1. Tarima de doble clic compatible con calefacción por suelo radiante.
    - $\lambda = 0{,}17$ W/m·K
    - Espesor = 15 mm
    - R = 0,088 m²K/W
2. Mortero autonivelante de regularización.
    - $\lambda = 1{,}40$ W/m·K
    - Espesor = 20 mm
    - R = 0,014 m²K/W
3. Sistema de suelo radiante mediante tubería PEX de Ø16 mm embebida en mortero de relleno.
    - Esta capa se considera integrada en el mortero de reparto y no aporta una resistencia térmica significativa independiente.
4. Aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS).
    - $\lambda = 0{,}034$ W/m·K
    - Espesor = 80 mm
    - R = 2,353 m²K/W
5. Losa maciza de hormigón armado HA-25.
    - $\lambda = 2{,}30$ W/m·K
    - Espesor = 300 mm
    - R = 0,130 m²K/W

Resistencias térmicas superficiales

Para el cálculo de la transmitancia térmica del forjado se consideran las resistencias superficiales establecidas por el CTE:

- Rse = 0,040 m²K/W
- Rsi = 0,130 m²K/W

Cálculo de la transmitancia térmica

La resistencia térmica total resulta:

Rtotal = 0,040 + 0,088 + 0,014 + 2,353 + 0,130 + 0,130 = 2,755 m²K/W

Por tanto:

U = 1 / 2,755 = 0,36 W/m² ·K

Comprobación

El valor obtenido pone de manifiesto el elevado nivel de aislamiento térmico del forjado, debido principalmente a la incorporación de una capa continua de 80 mm de aislamiento XPS bajo el sistema de suelo radiante. Esta solución reduce las pérdidas térmicas hacia la estructura resistente y mejora el rendimiento de la instalación de climatización, favoreciendo que el calor generado por el suelo radiante se transmita preferentemente al interior de las viviendas.

Asimismo, la disposición del aislamiento bajo los circuitos de calefacción incrementa la eficiencia energética del sistema, reduce los tiempos de respuesta térmica y contribuye al cumplimiento de las exigencias de ahorro de energía establecidas por el Código Técnico de la Edificación.

5.7 Caracterización térmica de cubiertas

La cubierta constituye uno de los elementos más importantes de la envolvente térmica del edificio, ya que está expuesta de forma permanente a la radiación solar, a las variaciones de temperatura y a los agentes atmosféricos. Su correcto diseño resulta fundamental para limitar las ganancias térmicas durante el verano, reducir las pérdidas de calor en invierno y garantizar la estanqueidad del edificio frente al agua de lluvia.

En el presente proyecto se ha adoptado una solución de cubierta plana invertida, en la que el aislamiento térmico se dispone por encima de la impermeabilización. Esta configuración protege la lámina impermeabilizante frente a las variaciones térmicas, aumenta su durabilidad y facilita las labores de mantenimiento. Asimismo, favorece un mejor comportamiento higrotérmico de la envolvente y contribuye a la reducción de la demanda energética del edificio.

Composición de la cubierta (de exterior a interior)

1. Losa filtrante de hormigón prefabricado tipo Iverlosa gris, de 600 × 400 mm, utilizada como acabado superficial y protección del sistema de cubierta.
    - λ = 1,70 W/m ·K
    - Espesor = 50 mm
    - R = 0,029 m²K/W
2. Capa de mortero de regularización de pendientes.
    - λ = 1,40 W/m ·K
    - Espesor = 40 mm
    - R = 0,029 m²K/W
3. Aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS).
    - λ = 0,034 W/m ·K
    - Espesor = 70 mm

- R = 2,059 m²K/W

4. Lámina impermeabilizante de PVC adherida, de 1,5 mm de espesor.

    - λ = 0,17 W/m·K
    - Espesor = 1,5 mm
    - R = 0,009 m²K/W

5. Losa maciza de hormigón armado HA-25, elemento estructural resistente.

    - λ = 2,30 W/m·K
    - Espesor = 300 mm
    - R = 0,130 m²K/W.

Resistencias térmicas superficiales

Para el cálculo de la transmitancia térmica de la cubierta se adoptan los valores establecidos por el Código Técnico de la Edificación:

- Resistencia superficial exterior (Rse): 0,040 m²K/W.
- Resistencia superficial interior (Rsi): 0,100 m²K/W.

Cálculo de la transmitancia térmica

La resistencia térmica total de la cubierta es:

Rtotal = Rse + RLosa filtrante + RMortero + RXPS + RImpermeabilización + RLosa + Rsi

Rtotal = 0,040 + 0,029 + 0,029 + 2,059 + 0,009 + 0,130 + 0,100 = 2,396 m²K/W

Por tanto:

U = 1 / 2,396 = 0,42 W/m²·K

Comportamiento térmico

La solución de cubierta proyectada proporciona un elevado nivel de aislamiento térmico gracias a la incorporación de una capa continua de 70 mm de XPS, minimizando las pérdidas de energía a través de la envolvente superior del edificio.

La disposición del aislamiento por encima de la impermeabilización protege la lámina frente a los cambios bruscos de temperatura, aumentando su vida útil y reduciendo el riesgo de fisuración. Además, esta solución disminuye las ganancias térmicas durante el periodo estival y contribuye a mantener unas condiciones interiores de confort con un menor consumo energético.

En conjunto, la cubierta proyectada mejora el comportamiento energético del edificio, reduce la demanda de climatización y favorece el funcionamiento eficiente de la instalación de calefacción mediante suelo radiante alimentada por bomba de calor aire-agua, en consonancia con los criterios de eficiencia energética establecidos por el Código Técnico de la Edificación.

5.8 Cálculo de cargas térmicas

El cálculo de las cargas térmicas constituye la base para el dimensionado de la instalación de climatización, permitiendo determinar la potencia necesaria para mantener las condiciones interiores de confort durante el periodo de calefacción. Para ello se consideran las pérdidas de calor producidas por transmisión a través de la

envolvente térmica del edificio, así como las derivadas de la ventilación y de las condiciones climáticas exteriores correspondientes al emplazamiento del proyecto.

Las cargas térmicas obtenidas permiten dimensionar adecuadamente la instalación de suelo radiante, definiendo la potencia necesaria en cada estancia, la separación entre tuberías, la longitud de los circuitos y el caudal de agua requerido para garantizar un funcionamiento eficiente de la instalación.

Las pérdidas térmicas por transmisión se determinan mediante la expresión:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

donde:

- **Q** = carga térmica (W).
- **U** = transmitancia térmica del cerramiento (W/m²·K).
- **A** = superficie del cerramiento (m²).
- **ΔT** = diferencia de temperatura entre el ambiente interior y el exterior (K).

Las pérdidas debidas a la ventilación se calculan mediante:

$$Q_v = 0{,}33 \cdot V \cdot n \cdot \Delta T$$

donde:

- **V** = volumen del recinto (m³).
- **n** = número de renovaciones de aire por hora.

La carga térmica total de cada estancia resulta de la suma de las pérdidas por transmisión y ventilación, constituyendo el valor de referencia para el dimensionado del sistema de calefacción mediante suelo radiante.

5.8.1 Vivienda tipo de cálculo

Con objeto de mostrar el procedimiento de dimensionado empleado, se desarrolla a continuación el cálculo correspondiente a una de las tipologías de vivienda del edificio (**Apartamento Tipo 1**). El mismo procedimiento de cálculo se ha aplicado al resto de apartamentos, viviendas y locales del edificio, adaptando las superficies, características constructivas y condiciones particulares de cada uno de ellos para obtener el dimensionado completo de la instalación de climatización.

Las superficies útiles consideradas para la vivienda tipo son las siguientes:

Estancia	**Superficie (m²)**
Salón – comedor	15,83
Dormitorio	15,62
Cocina	5,99
Vestidor	4,24

Estancia	Superficie (m²)
Baño	5,62
Superficie total climatizada	**47,30**

Para el cálculo de la potencia necesaria se han adoptado cargas térmicas específicas acordes con el uso de cada estancia, considerando las condiciones de diseño establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), las características de la envolvente térmica del edificio y las condiciones climáticas de cálculo correspondientes a la ciudad de Madrid.

Estancia	Superficie (m²)	Carga específica (W/m²)	Potencia (W)
Salón – comedor	15,83	65	1.029
Dormitorio	15,62	55	859
Cocina	5,99	55	329
Vestidor	4,24	40	170
Baño	5,62	80	450
TOTAL	**47,30**		**2.837 W**

Los resultados obtenidos muestran que la mayor demanda térmica corresponde al salón-comedor, debido a su mayor superficie y a la presencia de los principales cerramientos exteriores. El baño presenta igualmente una carga específica superior al resto de estancias, al requerir una temperatura de confort más elevada y una respuesta térmica más rápida del sistema de calefacción.

La distribución de la calefacción mediante suelo radiante se ha realizado mediante cinco circuitos independientes alimentados desde un colector ubicado en el interior de la vivienda. La separación entre tuberías se ha adaptado a la demanda térmica de cada estancia, obteniéndose la siguiente distribución:

Circuito	Estancia	Superficie (m²)	Separación entre tubos (cm)	Potencia (W)
C-1	Salón – comedor	15,83	25	1.029
C-2	Dormitorio	15,62	25	859
C-3	Cocina	5,99	20	329
C-4	Vestidor	4,24	30	170
C-5	Baño	5,62	15	450

La distribución de los circuitos permite obtener un reparto homogéneo del calor sobre toda la superficie calefactada, manteniendo longitudes compatibles con las recomendaciones de diseño para tuberías PEX de 16 mm y favoreciendo el equilibrado hidráulico de la instalación.

El procedimiento de cálculo descrito constituye la metodología empleada para el dimensionado de la totalidad de la instalación de climatización. Dicho proceso se ha

aplicado de forma análoga al resto de tipologías residenciales y a los diferentes espacios del edificio, ajustando en cada caso las superficies útiles, la geometría de las estancias, las condiciones de contorno y las cargas térmicas correspondientes, obteniendo así el dimensionado completo de los circuitos de suelo radiante y de la potencia total requerida por la instalación.

5.9 Cálculo del suelo radiante

El sistema de calefacción del edificio se resuelve mediante **suelo radiante por agua a baja temperatura**, alimentado por una bomba de calor aire-agua de alta eficiencia. Esta solución proporciona una distribución uniforme del calor mediante radiación, aumentando el confort térmico de los ocupantes y reduciendo el consumo energético respecto a sistemas de calefacción convencionales.

El sistema trabaja con agua a baja temperatura, con impulsiones comprendidas habitualmente entre **35 y 40 °C** y retornos del orden de **28 a 32 °C**, condiciones que permiten alcanzar elevados rendimientos estacionales de la bomba de calor y un funcionamiento eficiente de toda la instalación.

La distribución hidráulica se realiza mediante **colectores independientes** para cada vivienda, desde los que parten los distintos circuitos de tubería PEX de Ø16 mm embebidos en la capa de mortero de reparto. Cada circuito incorpora los correspondientes elementos de regulación, equilibrado y purga, permitiendo un funcionamiento independiente y facilitando las operaciones de mantenimiento.

5.9.1 Criterios de diseño

El dimensionado de los circuitos de suelo radiante se ha realizado atendiendo a los siguientes criterios:

- Temperatura interior de diseño conforme al RITE.
- Temperatura de impulsión adecuada para sistemas de baja temperatura.
- Longitudes máximas de circuito compatibles con tubería PEX de Ø16 mm.
- Distribución uniforme del calor en todas las estancias.
- Separación entre tuberías adaptada a la carga térmica de cada recinto.
- Equilibrado hidráulico mediante colectores independientes.

La separación entre tuberías constituye uno de los principales parámetros de diseño del sistema, ya que condiciona la potencia térmica emitida por el pavimento. En aquellas estancias con mayor demanda térmica o mayores pérdidas energéticas se reduce la separación entre tubos para incrementar la potencia emitida, mientras que en zonas de menor demanda puede aumentarse la distancia entre circuitos, optimizando el consumo energético y reduciendo la longitud de tubería instalada.

5.9.2 Dimensionado de la vivienda tipo

Como ejemplo representativo del procedimiento de cálculo desarrollado para el conjunto del edificio, se presenta el dimensionado correspondiente al **Apartamento Tipo 1**, cuya distribución se compone de cinco circuitos conectados a un colector de calefacción.

Circuito	Estancia	Superficie (m²)	Separación entre tubos (cm)
C-1	Salón-comedor	15,83	25
C-2	Dormitorio	15,62	25
C-3	Cocina	5,99	20
C-4	Vestidor	4,24	30
C-5	Baño	5,62	15

La separación entre tuberías se ha adaptado a la demanda térmica de cada estancia. Así, el baño presenta la menor separación debido a la necesidad de alcanzar una temperatura superficial superior y una respuesta térmica más rápida. En el salón-comedor y dormitorio se adopta una separación intermedia que garantiza una distribución homogénea del calor, mientras que el vestidor admite una separación mayor al presentar una demanda térmica inferior.

5.9.3 Distribución de colectores

Cada vivienda dispone de un armario de colectores situado en una posición central que permite minimizar la longitud de las tuberías y equilibrar hidráulicamente todos los circuitos.

Los colectores incorporan los siguientes elementos:

- Colector de impulsión con caudalímetros de regulación.
- Colector de retorno con válvulas de equilibrado.
- Llaves de corte para mantenimiento.
- Purgadores automáticos.
- Válvulas de vaciado.
- Conexiones para tubería PEX de Ø16 mm.

Esta configuración facilita tanto el ajuste de caudales durante la puesta en marcha como las futuras operaciones de mantenimiento de la instalación.

5.9.4 Funcionamiento de la instalación

La bomba de calor suministra agua caliente al colector principal de cada vivienda. Desde éste se distribuye el caudal hacia los distintos circuitos de suelo radiante, donde el agua cede calor al pavimento antes de regresar al colector de retorno y nuevamente al equipo generador para reiniciar el ciclo.

El calor se transmite principalmente por radiación desde el pavimento hacia los ocupantes y los elementos del recinto, obteniéndose una distribución uniforme de la temperatura y evitando las corrientes de aire asociadas a otros sistemas de calefacción.

La combinación de un sistema de suelo radiante con una envolvente térmica de altas prestaciones y una bomba de calor aire-agua permite reducir la demanda energética del edificio, incrementar el rendimiento estacional de la instalación y mejorar el confort térmico de los usuarios.

5.9.5 Consideraciones finales

El procedimiento de dimensionado descrito para la vivienda tipo se ha aplicado de forma análoga al resto de tipologías residenciales del edificio, adaptando el número de circuitos, la superficie calefactada y la separación entre tuberías a las características particulares de cada vivienda.

La instalación proyectada garantiza un reparto homogéneo del calor, un funcionamiento hidráulicamente equilibrado y un elevado nivel de eficiencia energética, cumpliendo los criterios establecidos por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y proporcionando unas adecuadas condiciones de confort durante toda la vida útil del edificio.

6. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

6.1. Normativa aplicable

La instalación de ventilación del edificio se ha proyectado de acuerdo con las exigencias establecidas en el **Código Técnico de la Edificación**, Documento Básico **HS 3 "Calidad del aire interior"**, cuyo objetivo es garantizar una adecuada renovación del aire en los edificios de uso residencial.

Asimismo, el diseño de la instalación cumple las prescripciones del **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)** en aquellos aspectos relativos a la calidad del aire interior, eficiencia energética y recuperación de calor en los sistemas de ventilación mecánica.

El sistema proyectado garantiza la renovación continua del aire interior, evitando la acumulación de humedad, olores, dióxido de carbono y otros contaminantes, contribuyendo al confort y a la salubridad de los ocupantes.

6.2. Descripción general del sistema

El edificio dispone de un sistema de **ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor**, que permite introducir aire exterior previamente filtrado y extraer simultáneamente el aire viciado del interior de las viviendas.

El sistema se compone de:

- unidad de ventilación con recuperador de calor;
- red de impulsión;
- red de extracción;
- conductos de distribución;
- difusores de impulsión;
- rejillas de extracción;
- elementos de regulación y equilibrado.

Cada vivienda dispone de una distribución independiente de aire impulsado y aire extraído, garantizando una renovación uniforme del ambiente interior.

6.3. Principio de funcionamiento

El recuperador de calor constituye el elemento principal de la instalación.

Su funcionamiento se basa en el intercambio térmico entre el aire extraído del interior y el aire exterior de renovación, sin que ambos flujos lleguen a mezclarse.

Durante el invierno, el aire expulsado transmite parte de su energía térmica al aire exterior antes de ser introducido en las viviendas, reduciendo significativamente la demanda de calefacción.

En verano el proceso se invierte parcialmente, disminuyendo la carga térmica que debe asumir el sistema de climatización.

Esta solución mejora notablemente la eficiencia energética del edificio y contribuye al cumplimiento de las exigencias establecidas por el Código Técnico de la Edificación.

6.4. Distribución del aire

La impulsión de aire limpio se realiza hacia las estancias secas de las viviendas, principalmente:

- salones;
- dormitorios;
- espacios de estancia.

La extracción se realiza desde los locales húmedos, entre ellos:

- cocinas;
- baños;
- aseos.

De esta forma el aire recorre toda la vivienda desde las zonas de mayor calidad ambiental hacia los locales donde se generan humedad y olores, asegurando una ventilación continua y eficaz.

Los planos representan claramente la ubicación de los difusores de impulsión y de las rejillas de extracción, así como el trazado de los conductos horizontales y verticales.

6.5. Caudales de ventilación

El dimensionado de la instalación se ha realizado atendiendo a los caudales mínimos exigidos por el Documento Básico HS 3.

Los planos reflejan distintos caudales de impulsión y extracción en función del uso de cada estancia, empleándose, entre otros, los siguientes valores:

- 50 m³/h.
- 55 m³/h.
- 100 m³/h.
- 110 m³/h.

Estos caudales garantizan una adecuada renovación del aire interior y permiten mantener unas condiciones óptimas de salubridad y confort para los ocupantes.

6.6. Red de conductos

La distribución del aire se realiza mediante conductos de chapa galvanizada de sección circular y rectangular, dimensionados para mantener velocidades compatibles con un funcionamiento silencioso y con reducidas pérdidas de carga.

En el proyecto aparecen, entre otras, las siguientes dimensiones de conductos:

- conductos circulares de Ø220 mm;
- conductos rectangulares de 150 × 150 mm;
- conductos rectangulares de 200 × 100 mm.

La disposición de la red permite reducir al mínimo los recorridos y optimizar el funcionamiento hidráulico del sistema.

6.7. Difusores y rejillas

La impulsión del aire se realiza mediante difusores distribuidos en las distintas estancias habitables.

La extracción se efectúa mediante rejillas instaladas en los cuartos húmedos, garantizando una circulación continua del aire entre ambas zonas.

Los elementos terminales se han seleccionado para proporcionar una distribución uniforme del aire, evitando corrientes molestas y reduciendo el nivel sonoro de la instalación.

Asimismo, cada ramal dispone de elementos de regulación que permiten equilibrar los distintos caudales durante la puesta en marcha de la instalación.

6.8. Integración con el sistema de climatización

El sistema de ventilación trabaja de forma coordinada con la instalación de suelo radiante proyectada para el edificio.

Mientras el suelo radiante cubre la demanda de calefacción mediante transmisión por radiación, el recuperador de calor garantiza la renovación permanente del aire interior con unas pérdidas energéticas muy reducidas.

La combinación de ambos sistemas permite mejorar notablemente el comportamiento energético del edificio y aumentar el confort de los usuarios.

6.9. Mantenimiento

La instalación ha sido diseñada para facilitar las labores de mantenimiento periódico.

Las unidades de ventilación disponen de acceso para la limpieza o sustitución de filtros, mientras que los conductos principales incorporan registros que permiten las operaciones de inspección y limpieza.

Se recomienda realizar revisiones periódicas de:

- filtros;
- recuperador de calor;
- ventiladores;
- elementos de regulación;
- conductos de ventilación.

Estas operaciones garantizan el correcto funcionamiento del sistema y mantienen la calidad del aire interior durante toda la vida útil del edificio.

6.10. Justificación de la solución adoptada

Se ha optado por un sistema de ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor debido a su elevada eficiencia energética y a su capacidad para garantizar una renovación continua del aire interior.

La distribución independiente de impulsión y extracción permite controlar los caudales de ventilación en cada estancia, mejorando tanto la calidad del aire como el confort de los usuarios.

La incorporación de un recuperador de calor reduce significativamente las pérdidas energéticas asociadas a la ventilación, disminuyendo la demanda de calefacción y contribuyendo al cumplimiento de las exigencias del Código Técnico de la Edificación en materia de ahorro energético.

La disposición de conductos, difusores, rejillas y caudales representada en los planos garantiza una ventilación homogénea de todas las viviendas y una adecuada integración con el resto de las instalaciones del edificio.

6.5. Caudales de ventilación

Los caudales de impulsión y extracción se han determinado en función del uso de cada estancia y de las exigencias establecidas por la normativa de aplicación.

La ventilación se realiza mediante una red de conductos que distribuye el aire de impulsión hacia las zonas secas de las viviendas y extrae el aire viciado desde cocinas, baños y aseos, garantizando una correcta renovación del aire interior.

Los planos del proyecto establecen los distintos caudales de funcionamiento para cada difusor y rejilla, empleándose, entre otros, caudales de:

- **50 m³/h** mediante conductos rectangulares de 200 × 100 mm.
- **55 m³/h** mediante conductos circulares de Ø220 mm.
- **100 m³/h** mediante difusores de impulsión de 150 × 150 mm.
- **110 m³/h** en las zonas de mayor demanda de ventilación.

La distribución de dichos caudales permite mantener una adecuada calidad del aire interior, favoreciendo la circulación del aire desde las estancias secas hacia los locales húmedos antes de su extracción al exterior.

6.6. Difusores y rejillas

La impulsión del aire se realiza mediante difusores distribuidos en las zonas de estancia y dormitorios, mientras que la extracción se efectúa mediante rejillas situadas en cocinas, baños y aseos.

Los elementos terminales se han seleccionado de forma que permitan una correcta difusión del aire, minimizando la velocidad de impulsión en la zona ocupada y evitando molestias por corrientes de aire.

La red de conductos discurre principalmente sobre los falsos techos, reduciendo su impacto visual y facilitando las labores de mantenimiento. La posición de todos los difusores y rejillas queda definida en los planos específicos de ventilación.

7. COORDINACIÓN DE LAS INSTALACIONES Y CONCLUSIONES

7.1. Coordinación entre instalaciones

Durante el desarrollo del proyecto se ha prestado especial atención a la integración de las distintas instalaciones dentro de la configuración arquitectónica del edificio, procurando minimizar interferencias entre ellas y optimizar el aprovechamiento de los espacios técnicos.

Las instalaciones verticales se concentran en patinillos de servicio, donde se alojan las redes de fontanería, saneamiento y ventilación, facilitando tanto su ejecución como las futuras labores de mantenimiento. Esta disposición reduce la longitud de las canalizaciones horizontales y permite una distribución más eficiente de las instalaciones en cada planta.

Las canalizaciones eléctricas discurren de forma independiente respecto a las instalaciones hidráulicas, respetando las separaciones mínimas exigidas por la normativa y evitando interferencias durante el funcionamiento y mantenimiento del edificio.

La ubicación de cuadros eléctricos, colectores de suelo radiante, registros de ventilación y elementos de control se ha realizado buscando la máxima accesibilidad, permitiendo realizar inspecciones y operaciones de mantenimiento sin afectar al funcionamiento general del edificio.

7.2. Eficiencia energética

Las soluciones adoptadas en el proyecto persiguen reducir el consumo energético del edificio y mejorar el confort de los usuarios mediante la incorporación de sistemas de elevada eficiencia.

Entre las principales estrategias empleadas destacan:

- sistema de calefacción mediante suelo radiante de baja temperatura;
- ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor;
- utilización de luminarias LED de alta eficiencia;
- sectorización de los distintos servicios eléctricos;
- distribución racionalizada de las instalaciones para reducir pérdidas hidráulicas y térmicas.

La combinación de estas soluciones permite disminuir la demanda energética del edificio y optimizar el funcionamiento de las instalaciones durante toda su vida útil.

7.3. Mantenimiento y explotación

El diseño de las instalaciones se ha realizado considerando la facilidad de mantenimiento como uno de los criterios fundamentales del proyecto.

Para ello se han dispuesto:

- registros en las redes de saneamiento;
- llaves de corte sectorizadas en la instalación de fontanería;

- armarios registrables para los colectores del suelo radiante;
- cuadros eléctricos fácilmente accesibles;
- equipos de ventilación con acceso para sustitución de filtros y operaciones de limpieza.

La concentración de las instalaciones en patinillos técnicos permite reducir los tiempos de intervención y minimizar las afecciones sobre el uso habitual del edificio.

7.4. Seguridad de las instalaciones

Todas las instalaciones proyectadas incorporan las medidas de protección necesarias para garantizar la seguridad tanto de los usuarios como del propio edificio.

Entre ellas destacan:

- red de protección contra incendios con detección automática, extintores, BIE y recorridos de evacuación;
- protección eléctrica mediante interruptores magnetotérmicos, diferenciales y sistemas de puesta a tierra;
- redes hidráulicas protegidas mediante llaves de corte y elementos de control;
- ventilación permanente de las viviendas para garantizar la calidad del aire interior.

La coordinación entre estos sistemas permite aumentar la seguridad global del edificio y facilitar la actuación ante cualquier incidencia.

7.5. Sostenibilidad

El proyecto incorpora criterios de sostenibilidad mediante la selección de soluciones constructivas e instalaciones orientadas a reducir el consumo de recursos durante la fase de explotación del edificio.

El empleo de sistemas de climatización de baja temperatura, la recuperación de energía en la ventilación y la utilización de equipos de alta eficiencia energética contribuyen a disminuir las emisiones asociadas al funcionamiento del edificio y mejorar su comportamiento energético.

Asimismo, la elección de materiales duraderos y de bajo mantenimiento favorece una mayor vida útil de las instalaciones y reduce los costes de explotación.

7.6. Conclusiones

Las instalaciones proyectadas constituyen un conjunto coordinado que responde a las necesidades funcionales del edificio, garantizando el confort, la seguridad y la eficiencia energética de los usuarios.

La solución adoptada integra de forma coherente las instalaciones de protección contra incendios, saneamiento, fontanería, electricidad, climatización y ventilación, manteniendo una adecuada compatibilidad entre ellas y optimizando su implantación dentro de la arquitectura del edificio.

El diseño desarrollado cumple las exigencias establecidas por la normativa vigente y proporciona una solución técnica fiable, eficiente y fácilmente mantenible, adecuada para un edificio residencial de las características del proyecto.