Sumario

SUMARIO 1

D. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN 5

D.1. Requisitos previos 5

D.2. Dimensionado detallado de la instalación 5

D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto 5

D.2.2. Determinación de los coeficientes de transmisión térmica mediante QSAI 8

D.2.3. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores 9

D.2.3.1. Partidas de las cargas térmicas sensibles 9

D.2.3.2. Partidas de las cargas térmicas latentes 16

D.2.3.3. Fichas técnicas de las unidades interiores 17

D.2.3.4. Cargas térmicas y unidades interiores de la PB1 19

D.2.3.5. Cargas térmicas y unidades interiores de la PB2 22

D.2.3.6. Cargas térmicas y unidades interiores de la P1 25

D.2.3.7. Cargas térmicas y unidades interiores de la P2 27

D.2.3.8. Cargas térmicas y unidades interiores de la P3 30

D.2.4. Dimensionado de las unidades exteriores 33

D.2.4.1. Selección de las unidades exteriores 33

D.2.4.2. Fichas técnicas de las unidades exteriores 34

D.2.5. Determinación de las secciones de la red de tuberías de refrigerante 36

D.2.6. Juntas REFNET 40

E. INSTALACIÓN DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO Y ELEMENTOS DE EMERGENCIA 41

E.1. Requisitos previos 41

E.2. Propagación interior 41

E.2.1. Sectores de incendio del edificio 41

E.2.2. Condiciones de los sectores de incendio y las zonas de riesgo especial 44

E.2.2.1. Resistencia al fuego 44

E.2.2.2. Reacción al fuego 46

E.3. Propagación exterior 47

E.3.1. Medianeras 47

E.3.2. Fachadas 47

E.3.3. Cubiertas 50

E.4. Evacuación de ocupantes 51

E.4.1. Cálculo de la ocupación 51

E.4.2. Diseño del plan de evacuación del CAP 52
E.4.2.1. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación 52
E.4.2.2. Dimensionado de los recorridos de evacuación 53
E.4.2.3. Puertas situadas en los recorridos de evacuación 55
E.4.2.4. Señalización de los medios de evacuación 55
E.5. Equipamiento de la instalación contra incendios 58
E.6. Intervención de los bomberos 61
E.6.1. Entorno del edificio 61
E.6.2. Accesibilidad por fachada 62
E.7. Alumbrado de emergencia 62
E.7.1. Cálculo del alumbrado de emergencia mediante DAISA 5.0. 62
E.7.2. Resultados de la simulación 67
E.7.2.1. Planta Baja 1 68
E.7.2.2. Planta Baja 2 71
E.7.2.3. Planta 1 74
E.7.2.4. Planta 2 78
E.7.2.5. Planta 3 82
E.7.2.6. Planta Cubierta 86
E.7.2.7. Datos finales 88

F. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS 89
F.1. Requisitos previos 89
F.2. Procedimiento de verificación 89
F.3. Tipo de instalación exigido 92
F.4. Dimensionado y características de la instalación 92
F.4.1. Cálculo del volumen de protección óptimo 93
F.4.2. Instalación de los derivadores o conductores de bajada 95
F.4.3. Detalle final de la instalación 97

G. RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS 99
G.1. Requisitos previos 99
G.2. Dimensionado del almacén de residuos 99
G.2.1. Cálculo de la superficie útil del almacén 99
G.2.2. Mantenimiento y conservación 103

H. PARÁMETROS DE ACCESIBILIDAD 105
H.1. Requisitos previos 105
H.2. Ascensores accesibles 105
H.3. Itinerarios accesibles 106
H.4. Mecanismos accesibles 106

H.5. Puntos de atención accesibles 107
H.6. Servicios higiénicos accesibles 107
H.7. Plazas reservadas para usuarios de silla de ruedas 108

I. PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) ____ 111

I.1. Partida instalación eléctrica 111
I.2. Partida instalación de suministro de agua sanitaria 114
I.3. Partida instalación de saneamiento 116
I.4. Partida instalación de climatización 118
I.5. Partida instalación de seguridad contra incendios 119
I.6. Partida instalación de protección contra rayos 120
I.7. Partida instalación de recogida y evacuación de residuos 121
I.8. Partida estudio de accesibilidad 121
I.9. Resumen del PEM 122

D. Instalación de climatización

D.1. Requisitos previos

De cara a realizar un buen dimensionado de la instalación de climatización del CAP, hay que tener en cuenta, en primer lugar, una serie de detalles que son importantes para proceder correctamente, como son:

• Tener claras tanto las limitaciones del sistema VRV como las decisiones de diseño tomadas inicialmente, las cuales se encuentran detalladas en el punto *"8.4. Consideraciones para el diseño del sistema VRV"*.

• Seleccionar correctamente los datos teóricamente conocidos para las fórmulas de cálculo. Por ello, se ha intentado siempre consultar fuentes oficiales.

• Ser lo más óptimo posible en la selección de las unidades exteriores e interiores, ya que el consumo eléctrico de esta instalación es la partida eléctrica más grande del proyecto.

D.2. Dimensionado detallado de la instalación

D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto

Según lo explicado en la memoria, el primer paso para dimensionar cualquier instalación de climatización es la definición de las condiciones de proyecto. Éstas son las mostradas por la *Tabla D.1*.

Ubicación y temporada solar		**Condiciones exteriores**		**Condiciones interiores**	
Localidad	Barcelona	T_{seca} (1%)	28,7 ºC	T_{int}	24 ºC
Latitud	41.23N	$T_{húmeda}$ (1%)	23 ºC	H_{rel}	50%
Mes y hora solar	Julio, 15h	OTD	8,4 ºC		

*Tabla D.1. Condiciones de proyecto para la localidad de Barcelona [Fuente: **[7]**]*

• El mes y la hora solar del proyecto son aspectos que hay que fijar al inicio de un proyecto de climatización, ya que es la forma de no estar sujetos a los cambios horarios que se producen durante el año. En este caso, se ha escogido el mes de Julio y las 15 horas, que es generalmente donde se producen las mayores cargas térmicas.

• La temperatura seca hace referencia a la dada por un termómetro normal, pero prescindiendo de la radiación calorífica de los objetos que rodean el ambiente en cuestión, de la humedad relativa y de los movimientos del aire. Ésta se obtiene con un termómetro de mercurio normal, respecto a cuyo

bulbo, reflectante y de color blanco brillante, se puede suponer razonablemente que no absorbe radiación.

El nivel percentil (indicado entre paréntesis en la *Tabla D.1*) indica el tanto por ciento de horas durante el mes escogido en el que la temperatura indicada es superior a la máxima diaria según el registro documentado.

• En cuanto a la temperatura húmeda, se define como la dada por un termómetro bajo sombra, con el bulbo envuelto en una mecha de algodón húmedo bajo una corriente de aire. Esta corriente se produce, o bien mediante un pequeño ventilador, o bien poniendo el termómetro en un molinete y haciéndolo girar. Al evaporarse el agua, el termómetro absorbe calor rebajando la temperatura, efecto que reflejará dicho aparato.

• La oscilación térmica diaria de la temperatura (OTD) es el valor medio de la diferencia de las temperaturas máxima y mínima diaria, en este caso del verano.

• Finalmente, las condiciones interiores de temperatura y humedad son las reguladas por la *ITE 1.1.4.1.2*, tal y como se ha comentado en la memoria. En el periodo de verano, se debe elegir siempre una temperatura operativa comprendida entre los 23 y 25 ºC, y una humedad relativa entre el 45 y el 60%.

Una vez definidas estas condiciones, hace falta conocer también el salto térmico (ΔT) y la diferencia de humedades absolutas (ΔW) entre los ambientes exterior e interior.

• **Salto térmico (ΔT)**

Directamente:

$$\Delta T = T_{seca} - T_{int} = 28{,}7 - 24 = \mathbf{4{,}7\ ºC}$$

• **Diferencia de humedades absolutas (ΔW)**

La diferencia de humedades absolutas se obtiene situando en un ábaco psicométrico (ver *Ilustración D.1)* las condiciones exteriores e interiores (temperatura y humedad relativa).

De las condiciones interiores se saben los dos datos requeridos, por lo que directamente se obtiene una humedad absoluta de aproximadamente **0,0095 kgw/kga** (quilogramos de agua/quilogramos de aire).

Por otro lado, de las condiciones exteriores únicamente se conoce la temperatura seca (28,7ºC) y la húmeda (23ºC), por lo que, en primer lugar, se debe encontrar la humedad relativa exterior equivalente a dichas temperaturas. Esto se realiza situando sobre el ábaco psicométrico estas

temperaturas, las cuales corresponden al eje horizontal (temperatura seca) y a las líneas inclinadas que cortan con la curva de saturación (temperatura húmeda). La intersección entre ellas corresponde a la humedad relativa requerida (líneas curvas), que en este caso es de un **63%**. Una vez realizado este paso, la humedad absoluta exterior se obtiene de la misma manera que en el caso anterior, es decir, con las condiciones de temperatura (se debe coger la temperatura seca) y humedad relativa (63%), que en este caso resultan en una humedad absoluta exterior de **0,015 kgw/kga**.

Con estos datos, se resuelve que la diferencia de humedades absolutas requerida es de:

$$\Delta W = H_{abs_ext} - H_{abs_{int}} = 0{,}015 - 0{,}0095 = \mathbf{0{,}0055\ kgw/kga}$$

El proceso de obtención de todos estos valores se muestra en la *Ilustración D.1.*

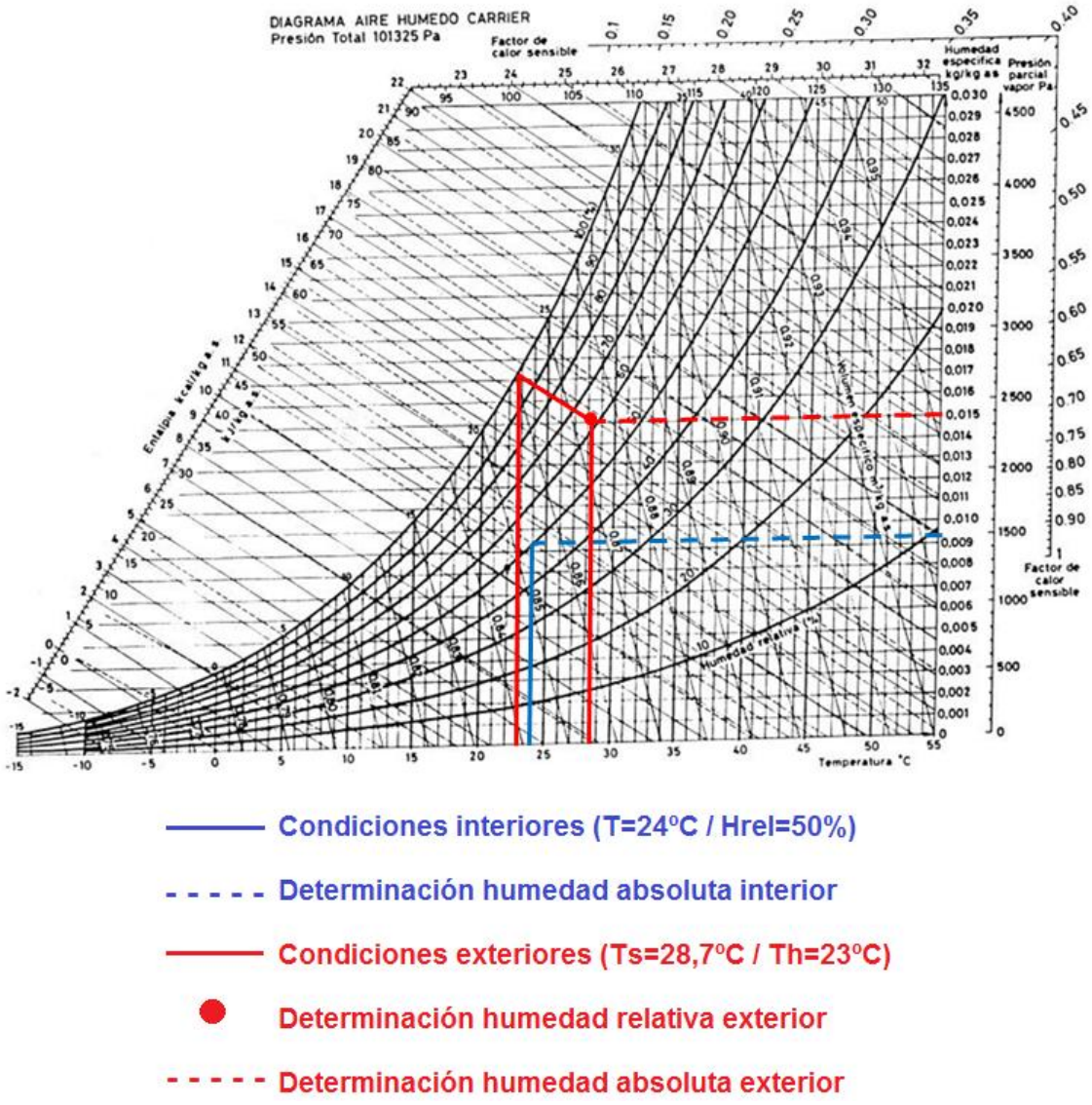


Ilustración D.1. Obtención sobre el ábaco psicométrico de las humedades absolutas interior y exterior

D.2.2. Determinación de los coeficientes de transmisión térmica mediante QSAI

Cuando se utiliza el método de cálculo de cargas por temperatura diferencial y factores de carga de enfriamiento, el segundo paso para el dimensionado de la instalación de climatización es el de obtener los coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos de la edificación que se vean afectados en cualquier intercambio de calor. Estos coeficientes se encuentran tabulados en la bibliografía especializada, pero en este caso se ha decidido utilizar el software QSAI (programado, entre otros, por la UPC), que permite escoger entre cientos tipologías constructivas, pudiendo obtener así resultados finales mucho más reales.

A continuación se presenta la Tabla D.2 con el detalle de las tipologías constructivas del CAP que son necesarias para el dimensionado de la instalación, así como los coeficientes de transmisión térmicos asociados a las mismas (extraídos mediante QSAI).

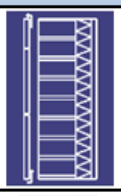
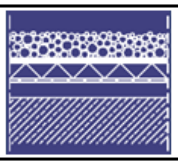
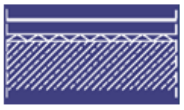
Cerramiento	Descripción tipología constructiva	Esquema QSAI	K [W/m^2·K]
Fachadas	**Interior:** placa de yeso laminar (2 cm) + aislamiento (poliestireno extruido 4 cm) + ladrillo cerámico perforado (15 cm) + cámara de aire (7 cm) **Exterior:** paneles de Trespa anclados a guías de acero inox. (3 cm)		0,63
Tabiquería	**Lado 1:** placa de yeso laminar (2 cm) + aislamiento de lana de roca (5 cm) **Lado 2:** placa de yeso laminar (2 cm)		0,6
Huecos (ventanas)	Carpintería: batiente de PVC con rotura de puente térmico Vidrio: doble vidrio convencional (6+6 mm)	----------	2,64
Cubierta plana no transitable	**Interior:** forjado unidireccional + capa de pendiente de hormigón armado + aislamiento (poliestireno extruido 4 cm) + lámina impermeable EPDM **Exterior:** protección de grava		0,37
Claraboyas lucernario (cubierta)	Carpintería: PVC con rotura de puente térmico (circular) Vidrio: doble vidrio convencional (6+6 mm)	----------	2,03
Suelo PB1 (contacto terreno)	**Interior:** forjado unidireccional de semiviguetas de hormigón y casetones cerámicos + aislamiento térmico de lana mineral (4 cm) + mortero de nivelación **Exterior:** baldosas cerámicas		0,23
Muro contención PB1	**Interior:** placa de yeso laminar (2 cm) + aislamiento (poliestireno extruido 4 cm) + muro de hormigón armado (40 cm) **Exterior:** contacto con terreno	----------	0,44

Tabla D.1. Tipologías constructivas del CAP y coeficientes de transmisión térmica asociados

Asimismo, se muestra la Ilustración D.2 como ejemplo de utilización del software QSAI para la extracción de los coeficientes de transmisión de las fachadas del CAP:

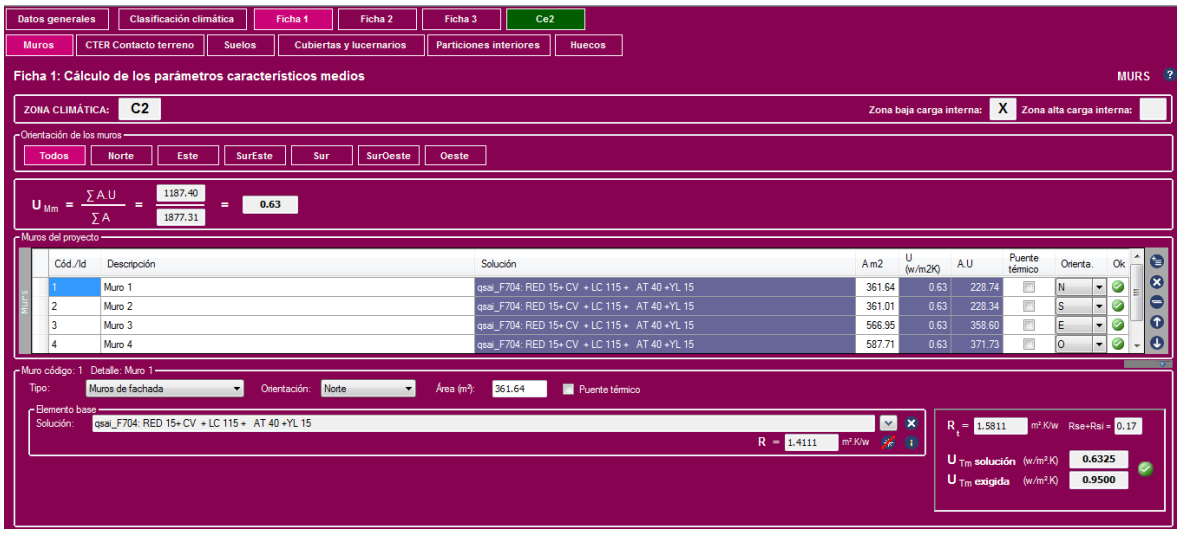


Ilustración D.2. Ejemplo de utilización del software QSAI

D.2.3. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores

D.2.3.1. Partidas de las cargas térmicas sensibles

Tal y como se ha explicado en el punto *"8.5.2. Resumen de pasos para el dimensionado de la instalación"* de la memoria, la carga térmica sensible es aquella producida por la diferencia de temperaturas. Las partidas que se deben tener en cuenta en su cálculo son las siguientes:

• **Calor sensible debido a la radiación a través de ventanas, claraboyas o lucernarios (Q_{SR})**

Esta partida tiene en cuenta la energía que llega al local procedente de la radiación solar que atraviesa los elementos transparentes de la edificación (en el caso del CAP, cristales de ventanas, claraboyas del lucernario, etc.). Para conocer su valor se debe utilizar la *Ecuación D.1:*

$$Q_{SR}\ [\mathrm{W}] = S \cdot R \cdot f \quad [\mathrm{Ec.\ D.1}]$$

donde:

S: superficie del elemento transparente de estudio, incluido el marco [m^2].

R: radiación solar unitaria [W/m^2]. Este valor depende de la orientación del cerramiento y de la temporada solar escogida. Para obtener unos buenos resultados se ha consultado el *Atlas de radiación solar de Cataluña*, el cual aporta, entre otros datos, los valores de radiación solar global diaria, expresados en MJ/m^2·día (únicamente hay que realizar el factor de conversión adecuado para

obtener las unidades requeridas) sobre superficies transparentes verticales (entre las cuales se encuentran las superficies de doble vidrio 6+6 mm, que son las utilizadas en el CAP).

La *Tabla D.2* muestra los datos extraídos de esta bibliografía:

Vidre doble (6+6 mm)													
Orientació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0º	7,88	8,19	7,89	6,65	5,35	4,77	5,01	6,18	7,62	8,40	8,23	7,75	6,99
15º	7,60	7,93	7,86	6,87	5,68	5,09	5,36	6,45	7,70	8,16	7,93	7,48	7,00
30º	6,87	7,31	7,71	7,33	6,48	5,95	6,21	7,13	7,77	7,62	7,21	6,74	7,03
45º	5,94	6,55	7,41	7,71	7,34	7,03	7,22	7,73	7,68	6,94	6,30	5,76	6,97
60º	4,95	5,71	6,94	7,80	7,92	7,83	7,93	8,05	7,37	6,16	5,32	4,72	6,73
75º	3,95	4,80	6,30	7,60	8,12	8,26	8,26	8,02	6,85	5,30	4,31	3,70	6,30
90º	3,01	3,90	5,53	7,15	8,00	8,29	8,21	7,69	6,15	4,40	3,37	2,76	5,71
105º	2,22	3,06	4,68	6,44	7,53	7,95	7,82	7,06	5,30	3,52	2,52	1,97	5,02
120º	1,62	2,35	3,82	5,59	6,79	7,31	7,13	6,22	4,40	2,74	1,86	1,42	4,28
135º	1,29	1,86	3,06	4,66	5,85	6,41	6,18	5,23	3,55	2,16	1,46	1,14	3,58
150º	1,21	1,66	2,50	3,79	4,84	5,36	5,14	4,25	2,86	1,88	1,34	1,09	3,00
165º	1,21	1,64	2,24	3,12	3,94	4,37	4,17	3,44	2,48	1,83	1,34	1,09	2,58
180º	1,21	1,64	2,20	2,83	3,53	3,94	3,73	3,09	2,39	1,83	1,34	1,09	2,41

Tabla D.2. Radiación solar global diaria [MJ/m^2·día] en Barcelona sobre una superficie vertical de doble vidrio [Fuente: Atlas de radiación solar de Cataluña]

Como se puede observar, los valores de radiación varían, efectivamente, con la orientación de la superficie vertical. Según la bibliografía, estas orientaciones están referenciadas partiendo del Sur, tal y como muestra la *Ilustración D.3*:

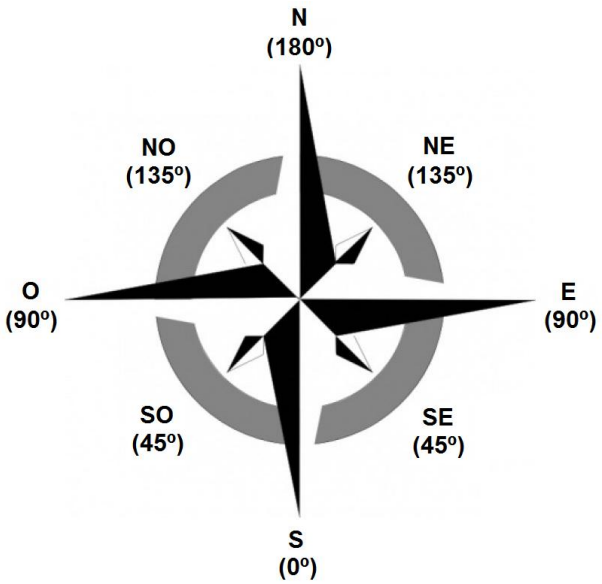


Ilustración D.3. Orientaciones referenciadas des del Sur, según el Atlas de radiación solar de Cataluña

f: producto de todos los factores de corrección necesarios. A veces es difícil conocer con exactitud el valor de los coeficientes que tienen en cuenta el efecto atenuador de persianas u otros elementos. En este caso, se pueden adoptar los valores mostrador por la *Tabla D.3*:

		Factor de atenuación			
		Persiana veneciana interior			Persiana veneciana exterior
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro
Vidrio ordinario		0,56	0,65	0,75	0,15
Vidrio a 6 mm		0,56	0,65	0,74	0,14
Vidrio absorbente	40-48%	0,56	0,62	0,72	0,12
	48-56%	0,53	0,59	0,62	0,11
	56-70%	0,51	0,54	0,56	0,10
Vidrio doble		0,54	0,61	0,67	0,14
Vidrio triple		0,48	0,39	0,64	0,12

*Tabla D.3. Valores de los factores de atenuación más habituales [Fuente: **[7]**]*

• **<u>Calor sensible debido a la radiación y transmisión a través de paredes y techos</u> (Q_{STR})**

El calor procedente del Sol calienta las paredes exteriores de un local y, después, este calor revierte al interior. Para calcular esta partida hay que aplicar la *Ecuación D.2*:

$$Q_{STR}\ [\mathrm{W}] = K \cdot S \cdot (DTE) \quad [\mathrm{Ec.\ D.2}]$$

donde:

K: coeficiente de transmisión del cerramiento considerado [W/m^2·K]. Estos valores son los obtenidos mediante el software QSAI, los cuales se encuentran en la *Tabla D.1.*

S: superficie del cerramiento [m^2] excluyendo los elementos constructivos transparentes (ventanas, claraboyas, etc.).

DTE: diferencia de temperaturas equivalente [K ó ºC]. Se trata de un salto térmico corregido para tener en cuenta el efecto de la radiación.

Para conocer este último valor hace falta saber, primeramente, el producto de la densidad por el espesor del cerramiento considerado. Conociendo las tipologías constructivas al detalle (ver descripciones en la *Tabla D.1*), se llega a la conclusión que dicho producto alcanza un valor aproximado de **300 kg/m^2**, tanto en el caso de las fachadas como en el de la cubierta.

Seguidamente, sabiendo la orientación del cerramiento (si se trata de una fachada) y que el proyecto se dimensiona a las 15 horas, se obtiene la DTE por medio de las *Tablas D.4-5*:

Orientación del muro	DE (kg/m²)	Hora solar 12	13	14	15	16
NE	100	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4
	300	10,8	8,1	5,3	5,8	6,4
E	100	17,4	10,8	6,4	6,9	7,4
	300	16,9	10,2	7,4	6,9	6,4
SE	100	15,2	14,1	13,1	10,2	8,5
	300	15,2	14,1	13,6	11,3	9,7
S	100	11,9	14,7	16,4	15,2	14,1
	300	6,4	10,8	13,1	13,6	14,1
SO	100	3,0	10,2	14,1	18,6	21,9
	300	0,8	4,2	6,4	13,1	17,5
O	100	3,0	7,4	10,8	17,5	21,9
	300	1,9	3,6	5,3	10,2	14,1
NO	100	3,0	5,3	6,4	10,2	13,1
	300	0,8	3,0	4,2	5,3	6,4
N	100	1,9	4,2	5,3	6,4	7,4
	300	−0,3	1,3	3,0	4,2	5,3

*Tabla D.4. Diferencia de temperaturas equivalente (DTE) para muros [Fuente: **[7]**]*

	DE (kg/m²)	Hora solar 12	13	14	15	16
Techo soleado	050	8,1	13,1	17,5	20,8	23,6
	100	8,5	12,5	16,4	19,7	22,5
	200	8,5	12,5	15,2	18,1	20,8
	300	8,5	11,9	14,7	16,9	19,2
	400	8,5	11,9	14,1	15,2	17,5

*Tabla D.5. Diferencia de temperaturas equivalente (DTE) para techos [Fuente: **[7]**]*

Una vez obtenido el valor de la DTE para la fachada o cubierta correspondiente, hace falta saber que éste no es aún definitivo, ya que hay que aplicarle una última corrección. En función de los valores de la oscilación térmica diaria de la temperatura (OTD) y el salto térmico, los cuales se han fijado en el punto *"D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto"* de este mismo anexo, se debe sumar o restar al valor inicial de la DTE el dato que a continuación se detalla.

En el caso del CAP, el sato térmico es de 4,7 ºC, y la OTD de 8,4 ºC. Sin embargo, y para no tener que interpolar los valores presentados por la *Tabla D.6*, se deciden redondear a 5 ºC y 9 ºC respectivamente, por lo que el factor corrector a aplicar es de **-5 ºC**.

Δt (ºC)	Excursión térmica diaria (ET) (ºC)					
	5	6	7	8	9	10
3	-5	-5,5	-6	-6,5	-7	-7,5
4	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5
5	-3	-3.5	-4	-4,5	-5	-5,5
6	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5
7	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5
8	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5
9	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5
10	2	1,5	1	0,5	0	-0,5

*Tabla D.6. Factores correctores de la diferencia de temperaturas equivalente [Fuente: **[7]**]*

• **<u>Calor sensible debido a la transmisión a través de paredes, techos y suelos no exteriores</u> (Q_{ST})**

Si una pared, techo o suelo no son exteriores se deben incluir en esta partida, ya que puede darse un intercambio de calor por transmisión debido a la diferencia de temperaturas entre locales. Además, también se incluyen los elementos transparentes que se han tenido en cuenta en la primera partida (calor debido a la radiación a través de ventanas, claraboyas, etc.), ya que en ésta únicamente se ha calculado el efecto de la transferencia de calor por radiación, y también hay que hacer lo mismo con la transmisión.

Otros aspectos a tener en cuenta en esta partida son los siguientes:

- Las puertas generalmente no se cuentan, si no que se incluyen en la superficie de pared.

- Si se trata de una pared, techo o suelo colindante con un local refrigerado, este cerramiento no se tiene en cuenta, ya que se puede suponer una transferencia de calor por transmisión nula.

- Si se trata de una pared, techo o suelo colindante con un local no refrigerado, el salto térmico que se utiliza se rebaja en 3 ºC, por lo que dicho valor disminuye hasta los 1,7 ºC.

Una vez mencionados todos los detalles importantes, este calor se calcula mediante la *Ecuación D.3*:

$$Q_{ST}\ [\mathrm{W}] = S \cdot K \cdot \Delta T \quad [\mathrm{Ec.\ D.3}]$$

donde:

S: superficie del cerramiento interior considerado [m^2], incluyendo puertas.

K: coeficiente de transmisión térmica del cerramiento interior considerado [$W/m^2 \cdot K$]. Estos valores son los obtenidos mediante el software QSAI, los cuales se encuentran en la *Tabla D.1.*

ΔT: salto térmico [ºC]. Este valor corresponde, o bien a los 4,7 ºC determinados en el punto *"D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto"* de este mismo anexo si se trata de una superficie vidriada o claraboya, o bien a 1,7 ºC si el cerramiento es interior y colindante a un local no refrigerado.

• **Calor sensible generado por las personas que ocupan el local (Q_{SP})**

Las personas que ocupan un local generan calor sensible y latente debido a la actividad que realizan, y a que su temperatura (unos 37 ºC) es mayor que la que debe mantenerse en el local.

Este calor se calcula mediante la *Ecuación D.4*:

$$Q_{SP}\ [\mathrm{W}] = n \cdot O_s \quad [\mathrm{Ec.\ D.4}]$$

donde:

n: ocupación del local considerado [personas]. Este dato se obtiene de la *Tabla E.10* del *Anexo E. Seguridad en caso de incendio y elementos de emergencia*, que es donde se han realizado los cálculos detallados de ocupación según la normativa del CTE.

O_s: calor sensible emitido por las personas [W/persona] según el trabajo que habitualmente realicen y la temperatura interior del local. En el caso del CAP, se ha considerado que normalmente las personas se encuentran sentadas y realizando un trabajo ligero, sin estar totalmente en reposo, y que la temperatura del local es de 24 ºC, tal y como se ha fijado en el punto *"D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto"* de este mismo anexo. Una vez mencionados estos detalles, el valor concreto de O_s se obtiene directamente por medio de la *Tabla D.7*:

Cuadro actividad	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista con actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

Tabla D.7. Calor sensible emitido por las personas según actividad y temperatura interior del local [Fuente: ***[7]****]*

• **Calor sensible generado por la iluminación del local (Q_{SIL})**

Lógicamente, la iluminación de un local produce calor, y ésta hay que tenerla también en cuenta a la hora de dimensionar cualquier instalación de climatización. Si la iluminación es incandescente, se toma directamente la potencia eléctrica de iluminación, mientras que si ésta es fluorescente (como en el caso del CAP), hay que multiplicar el valor de la potencia por 1,25 (debido a la presencia de cebadores y reactancias). Por tanto, este calor viene dado por la *Ecuación D.5*:

$$Q_{SIL}\ [\mathrm{W}] = 1{,}25 \cdot I \quad [\text{Ec. D.5}]$$

donde:

I: potencia de iluminación del local considerado [W]. Estos valores se obtienen directamente de la *Tabla 5.8* del punto *"5.2.5. Resumen de resultados de la simulación mediante DIALux"* de la memoria, correspondientes al dimensionado de la iluminación de todo el CAP.

• **Calor sensible procedente del aire de ventilación (Q_{SV})**

Este calor se calcula a partir de la *Ecuación D.6*:

$$Q_{SV}\ [\mathrm{W}] = 0{,}34 \cdot f \cdot V_V \cdot \Delta T \quad [\text{Ec. D.6}]$$

donde:

f: factor de by-pass [adimensional]. Se trata de un coeficiente de la batería de refrigeración, el cual es ficticio y representa el porcentaje de caudal másico que, circulando a través de la batería fría, no experimenta ningún defecto por parte de ésta. El resto de masa se supone que abandona la batería habiéndose tratado perfectamente. Generalmente se adopta el valor de **0,25**.

V_v: caudal volumétrico de ventilación [m^3/h]. Este valor depende de la calidad del aire interior deseada, que varía según el tipo de edificación a climatizar. La *Tabla D.8* muestra los diferentes caudales a adoptar:

Categoría	$dm^3/(s \cdot persona)$
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

*Tabla D.8. Caudales de aire exterior de ventilación [Fuente: **[7]**]*

- IDA 1: corresponde a recintos hospitalarios, laboratorios y guarderías.

- IDA 2: corresponde a oficinas, residencias, aulas, museos, etc.

- IDA 3: comercios, cines, teatros, restaurantes, gimnasios, etc.

- IDA 4: aire de baja calidad.

Por tanto, como el CAP se trata de un recinto hospitalario, el caudal volumétrico a adoptar será de **20 dm^3/(s·persona)**.

ΔT: salto térmico [ºC], correspondiente a los 4,7 ºC fijados en el punto *"D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto"* de este mismo anexo**.**

D.2.3.2. Partidas de las cargas térmicas latentes

Asimismo, la carga térmica latente es aquella que se produce como consecuencia de la diferencia de humedades entre los ambientes exterior e interior, tal y como se ha explicado en el punto *"8.5.2. Resumen de pasos para el dimensionado de la instalación"* de la memoria.

Las partidas que se deben tener en cuenta en su cálculo son las siguientes:

• **Calor latente generado por las personas que ocupan el local (Q_{LP})**

Esta partida es muy similar a su homóloga sensible, diferenciándose únicamente en el dato del calor emitido por las personas, que en este caso será latente y no sensible. La *Tabla D.9* y la *Ecuación D.7* muestran como obtener este calor:

Cuadro actividad	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista con actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

*Tabla D.9. Calor latente emitido por las personas según actividad y temperatura interior del local [Fuente: **[7]**]*

$$Q_{LP}\ [\mathrm{W}] = n \cdot O_L \quad [\mathrm{Ec.\ D.7}]$$

donde:

n: ocupación del local considerado [personas]. Este dato se obtiene de la *Tabla E.10* del *Anexo E. Seguridad en caso de incendio y elementos de emergencia*, que es donde se han realizado los cálculos detallados de ocupación según la normativa del CTE.

O_L: calor latente emitido por las personas [W·persona] según el trabajo que habitualmente realicen y la temperatura interior del local. La situación es exactamente la misma que en el caso de su homólogo sensible, pero seleccionando la columna de calor latente en la *Tabla D.9*, por lo que el valor pasa de 70 W a 47 W.

• **<u>Calor latente procedente del aire de ventilación</u> (Q_{LV})**

Este calor se calcula a partir de la *Ecuación D.8*, la cual es prácticamente igual a su homóloga en sensible, únicamente cambiando la constante de 0,34 por 0,84 y el salto térmico por la diferencia de humedades absolutas:

$$Q_{LV}\ [\mathrm{W}] = 0{,}84 \cdot f \cdot V_V \cdot \Delta W \quad [\mathrm{Ec.\ D.8}]$$

donde:

f: factor de by-pass [adimensional]. Atendiendo a lo explicado en su homólogo sensible, esta variable adopta el valor de **0,25**.

V_v: caudal volumétrico de ventilación [m^3/h]. Atendiendo a lo explicado en su homólogo sensible, esta variable adopta el valor de **20 dm^3/s·persona.**

ΔW: diferencia de humedades absolutas [gw/kga], correspondiente a los **5,5 gw/kga** fijados en el punto *"D.2.1. Determinación de las condiciones de proyecto"* de este mismo anexo**.**

D.2.3.3. Fichas técnicas de las unidades interiores

Una vez se han detallado todas las partidas de calor sensible y latente a tener en cuenta, se puede proceder a realizar el cálculo de todos los locales que requieran ser climatizados. Sin embargo, previamente se muestran las fichas técnicas de las unidades interiores que se quieren utilizar, de manera que posteriormente se pueda realizar, a la vez, el cálculo de cargas térmicas y la selección de la unidad interior que más se ajuste a las necesidades de cada local.

Hay que destacar que, siguiendo con la filosofía aplicada a lo largo del proyecto, se han seleccionado dos únicos modelos de unidades interiores (uno de pared para espacios pequeños y otro de tipo cassette de cuatro vías empotrado en techo para espacios más grandes), pudiendo variar dentro de

un mismo modelo la capacidad de refrigeración y calefacción nominal (se marcan en rojo las unidades finalmente utilizadas dentro de cada modelo). De esta manera, la instalación y el posterior mantenimiento de las máquinas será el adecuado.

• **Unidad interior de pared FXYAP de Daikin (espacios pequeños)**

FXYAP - LVE / KV19				20	25				
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN NOMINAL			kW	2,0	2,5				
CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN NOMINAL			kW	2,2	2,8				
CONSUMO	Refrigeración		W	26	26				
	Calefacción		W	26	26				
POTENCIA				1~, 50Hz, 230V					
DIMENSIONES	AxAxF		mm	290x795x230			360x1.050x200	360x1.250x200	
PESO			kg	11			21	24	
COLOR				blanco (B-272)			blanco (10Y9/0,5)		
NIVEL DE PRESIÓN SONORA		Alto	dB(A)	35	36	37	41	43	45
		Bajo	dB(A)	29	29	29	34	38	41
NIVEL DE POTENCIA SONORA			dB(A)			**	*	*	*
CAUDAL DE AIRE	Alto		m³/h	480	480	540	660	780	900
	Bajo		m³/h	390	390	420	540	660	720
FILTRO DE AIRE				red de resina lavable					
CONTROL DE TEMPERATURA				termostato con microprocesador para la refrigeración y la calefacción					
TUBERÍA	Líquido	Abocardada	mm	Ø6,4			Ø6,4	Ø9,5	
CONEXIÓN	Gas	Abocardada	mm	Ø12,7			Ø12,7	Ø15,9	
	Drenaje		mm	VP20 (diámetro externo 26, diámetro interno 20)					
AISLACIÓN TÉRMICA INSONORIZADORA				espuma de polistireno/ espuma de polietireno					
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD				fusible de PCB, protector térmico del motor del ventilador					

Ilustración D.4. Características técnicas del modelo interior de pared FXYAP [Fuente: Daikin]

• **Unidad interior empotrada en techo FXYFP de Daikin (espacios grandes)**

FXYFP - KB7V19								63	80	100	125
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN NOMINAL			kW					7,1	9,0	11,2	14,0
CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN NOMINAL			kW					8,0	10,0	12,5	16,0
CONSUMO	Refrigeración		W					118	173	184	230
	Calefacción		W					101	159	169	215
POTENCIA				1~, 50Hz, 230V							
DIMENSIONES	Unidad	AxAxF	mm	230x840x840					288x840x840		
	Panel decorativo	AxAxF	mm	40x950x950					40x950x950		
PESO	Unidad		kg	24					28		
	Panel decorativo		kg	5					5		
MATERIAL				chapa de acero galvanizado							
COLOR	Panel decorativo			blanco							
NIVEL DE PRESIÓN SONORA		Alto	dB(A)	31	31	31	32	33	34	38	40	45
		Bajo	dB(A)	28	28	28	28	28	29	32	33	36
NIVEL DE POTENCIA SONORA			dB(A)	48	48	48	49	50	51	54	56	61
CAUDAL DE AIRE	Alto		m³/h	780	780	780	840	960	1.080	1.680	1.680	1.860
	Bajo		m³/h	600	600	600	600	660	840	1.200	1.260	1.440
FILTRO DE AIRE				red de resina resistente contra el moho								
CONTROL DE TEMPERATURA				termostato con microprocesador para la refrigeración y la calefacción								
TUBERÍA	Líquido	Abocardada	mm	Ø 6,4				Ø 9,5			Ø 9,5	
CONEXIONES	Gas	Abocardada	mm	Ø 12,7				Ø 15,9			Ø 19,1	
	Drenaje		mm	VP25, diámetro externo 32, diámetro interno 25								
AISLACIÓN TÉRMICA INSONORIZADORA				espuma de polistireno								
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD				Fusible de PCB, protector térmico del motor del ventilador, fusible de la bomba de drenaje								

Ilustración D.5. Características técnicas del modelo interior empotrado en techo FXYFP [Fuente: Daikin]

D.2.3.4. Cargas térmicas y unidades interiores de la PB1

• **Locales requeridos de climatización en la PB1**

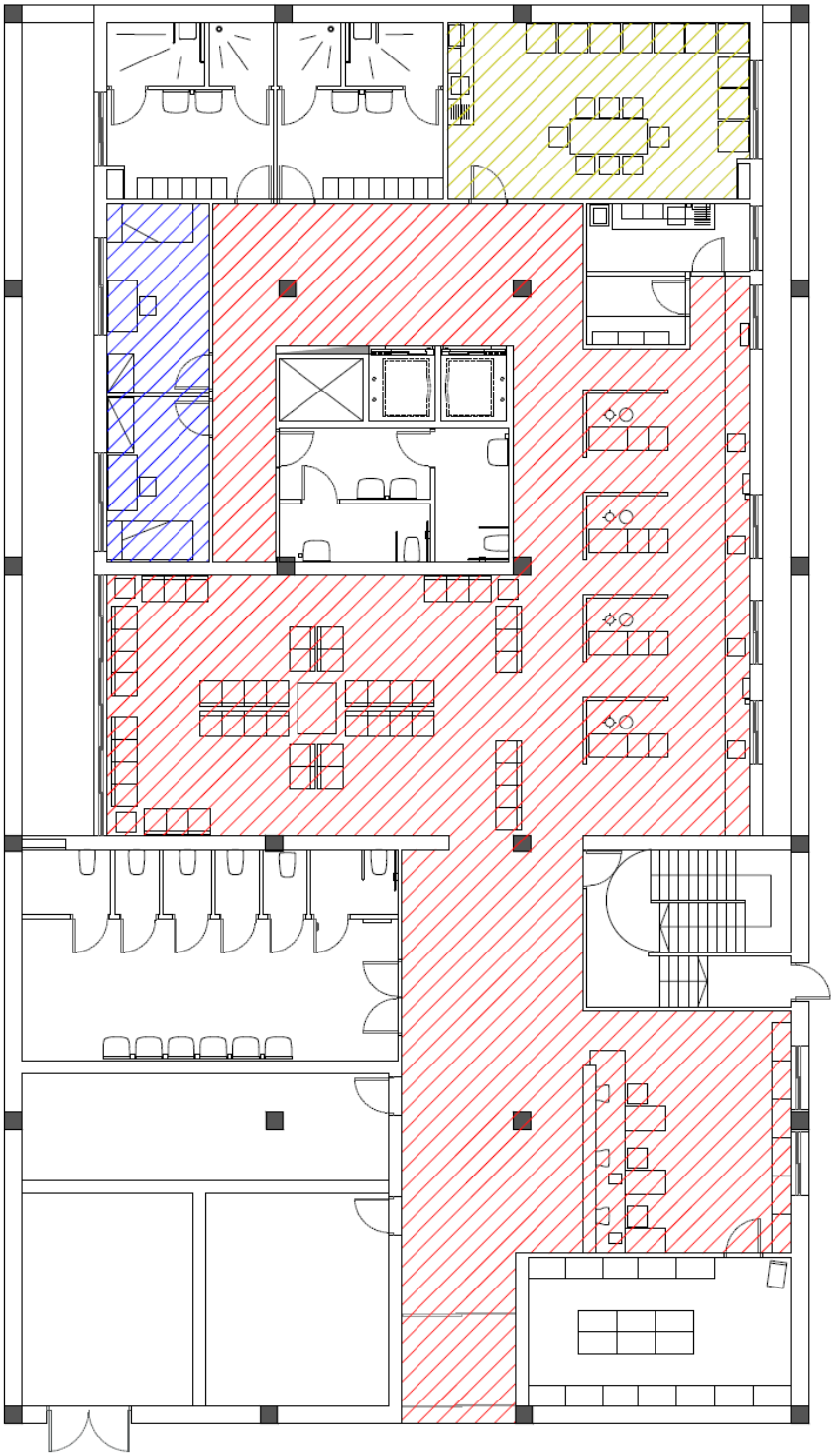


Ilustración D.9. Locales requeridos de climatización en la PB1

• **Zona de pasillos y salas de espera**

Tal y como se puede observar en la *Ilustración D.9*, la PB1 se encuentra rodeada en su mayoría por un patio ingles, que no es más que una separación del terreno para la ventilación y entrada de luz natural. Por ello, se considera que la exposición a la radiación solar en estos casos es tan solo de un 30% del total de su orientación, ya que lo que llega es producto de radiación rebotada o reflectada por otras superficies.

DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Zona pasillos y salas espera	239,26	717,78	2592	65

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]			Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SO	472,28	F1_NE	9,75	PI1+PI3+PI11+PI12+techo	0,00	PI18	23,90	4550	3240	1169
V2_NE	538,97	F2_NE	2,24	PI2	16,46	PI19+PI20	30,84			
V3_NE	898,29			PI4+PI5+PI6+PI7	27,54	V1_SO	233,77			
				PI8+PI9+PI10	35,71	V2_NE	311,69			
				PI13+PI17	35,92	V3_NE	155,84			
				PI14+PI15+PI16	41,62	Suelo terreno	359,85			

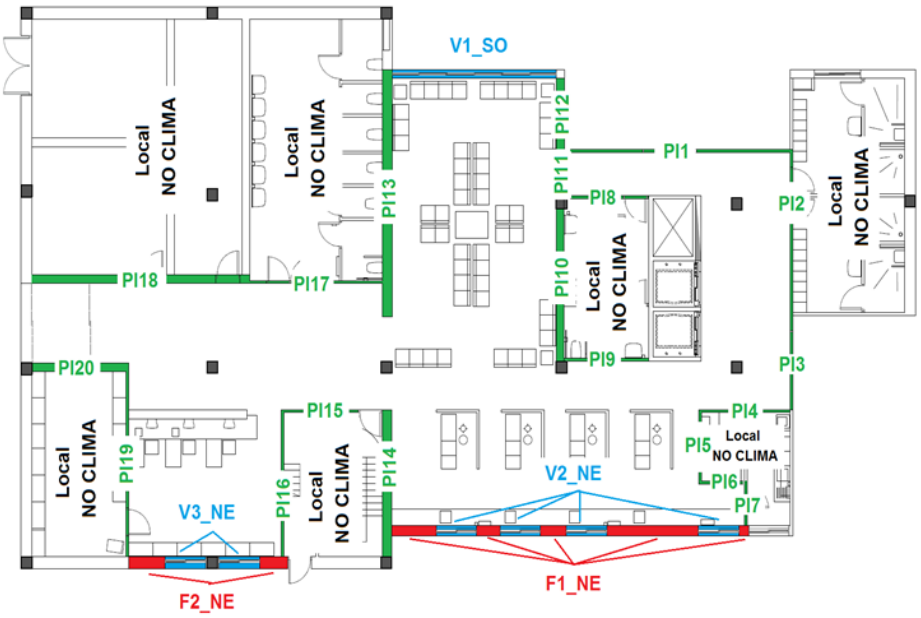
CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
3055	3641,63

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	12153,22	+5%	12760,88	19792,34
TOTAL CARGA LATENTE [W]	6696,63		7031,46	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 19792,34 W; **Modelo UI**: 3xFXYFP63; **Capacidad refrigeración** = 3x7100 = 21300 W



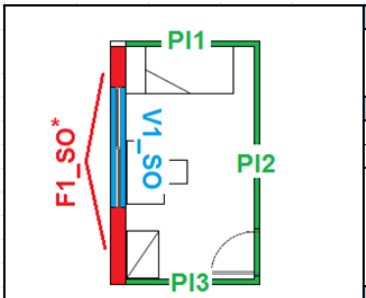
- V1_SO, V2_NE y F1_NE se encuentran enterrados, pero separados por el patio ingles, por lo que se asume una entrada de luz natural (y radiación) del 30%.

- V3_NE y F2_NE no se encuentran enterrados ni separados por el patio inglés, por lo que la entrada de luz natural (y radiación) es del 100%.

Ilustración D.10. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la zona de pasillos y salas de espera de la PB1

• **Dormitorio**

Atendiendo a lo explicado en el caso anterior, los dormitorios también se encuentran separados del terreno por un patio inglés, por lo que la exposición a la radiación solar será de un 30% del total de su orientación.



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Dormitorio	20,03	60,09	144	1

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SO	96,03	F1_SO	35,77	PI1	2,43	Suelo terreno	21,65	70	180	17,98
				PI2+PI3+techo	0,00	V1_SO	77,92			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
47	56,03

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	501,78	+5%	526,87	635,05
TOTAL CARGA LATENTE [W]	103,03		108,18	

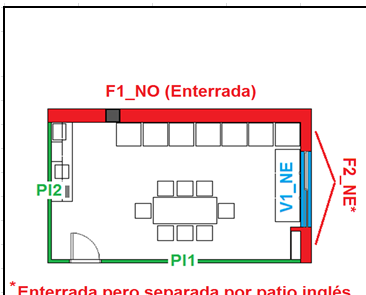
SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 635,05 W; **Modelo UI**: FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.11. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de los dormitorios de la PB1

• **Sala de estar-cocina**

Atendiendo a lo explicado en el primero de los casos, la sala de estar-cocina también se encuentra separada del terreno por un patio inglés, por lo que la exposición a la radiación solar será de un 30% del total de su orientación.



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Estar-cocina	29,05	87,15	324	6

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_NE	82,19	F1_NO	2,80	PI1+PI2	0,00	Techo	0,00	420	405	107,87
		F2_NE	3,11	Suelto terreno	31,40	V1_NE	77,92			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
282	336,15

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1130,29	+5%	1186,80	1835,86
TOTAL CARGA LATENTE [W]	618,15		649,06	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1835,86 W; **Modelo UI**: FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.12. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de sala de estar-cocina de la PB1

D.2.3.5. Cargas térmicas y unidades interiores de la PB2

• **Locales requeridos de climatización en la PB2**

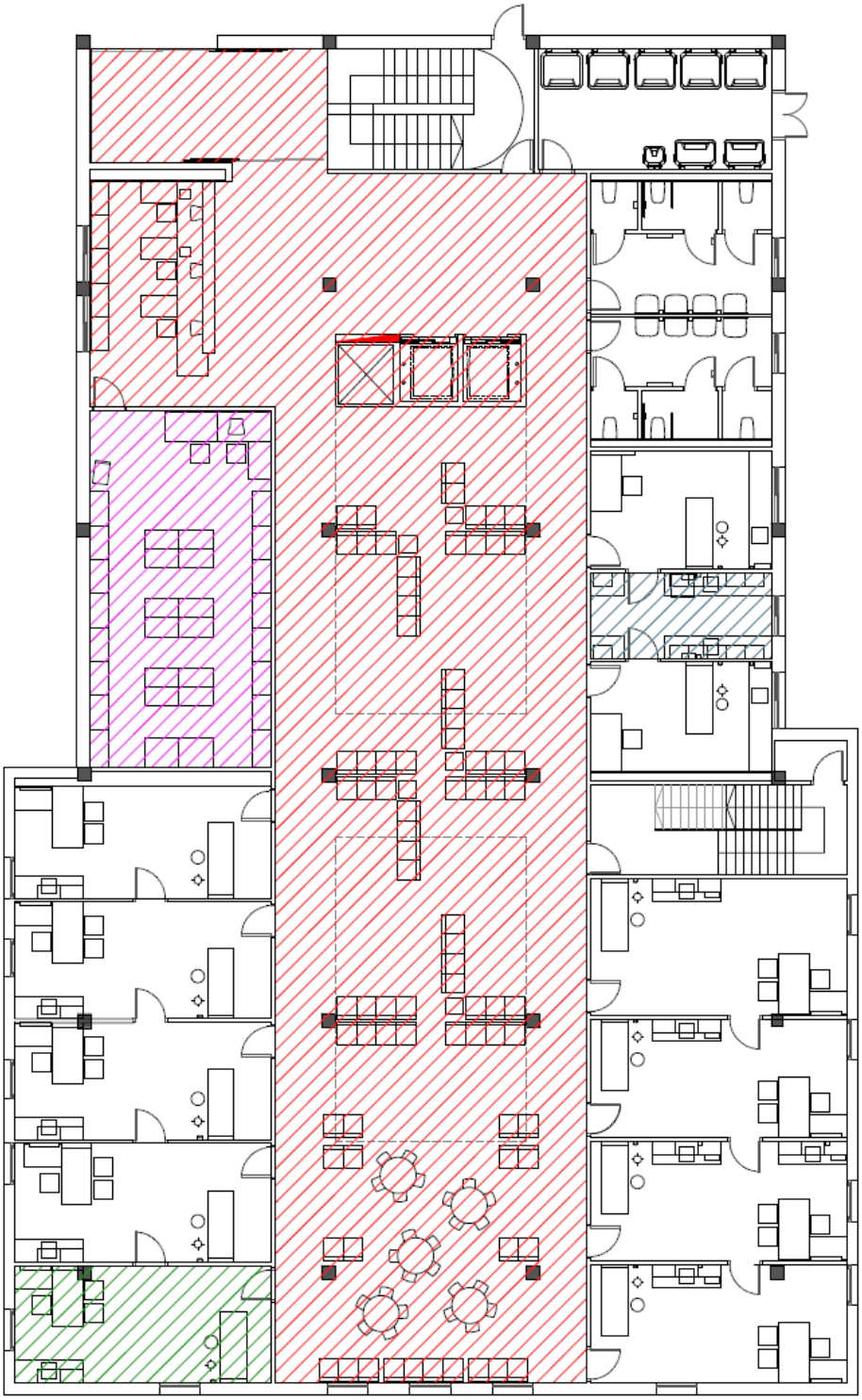
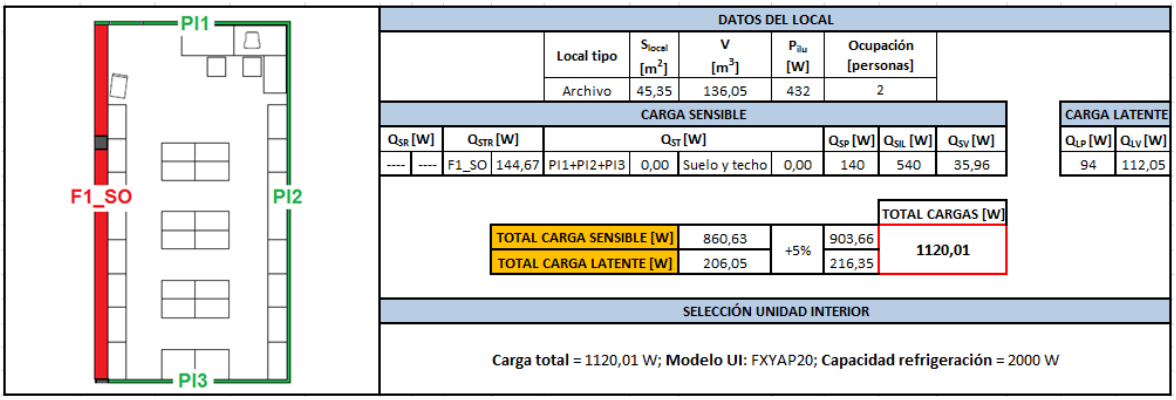


Ilustración D.13. Locales requeridos de climatización en la PB2

- **Archivo**



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Archivo	45,35	136,05	432	2

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]			Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
----	----	F1_SO	144,67	PI1+PI2+PI3	0,00	Suelo y techo	0,00	140	540	35,96

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
94	112,05

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	860,63	+5%	903,66	1120,01
TOTAL CARGA LATENTE [W]	206,05		216,35	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1120,01 W; **Modelo UI:** FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.14. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores del archivo de la PB2

- **Zona de pasillos y salas de espera**

DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Zona pasillos y salas espera	313,17	939,51	2592	93

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]			Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SO	524,76	F1_NO	1,65	PI1+PI2+PI3+PI5	0,00	Suelo y techo	0	6510	3240	1672
V2_SE	787,14	F2_SO	59,81	PI4	7,34	V1_SO	77,92			
		F3_SE	60,61	PI6	22,19	V2_SE	116,88			
				PI7+PI8	26,90					

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
4371	5210,33

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	13107,10	+5%	13762,45	23822,84
TOTAL CARGA LATENTE [W]	9581,33		10060,39	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 23822,84 W; **Modelo UI:** 3xFXYFP80; **Capacidad refrigeración** = 3x9000 = 27000 W

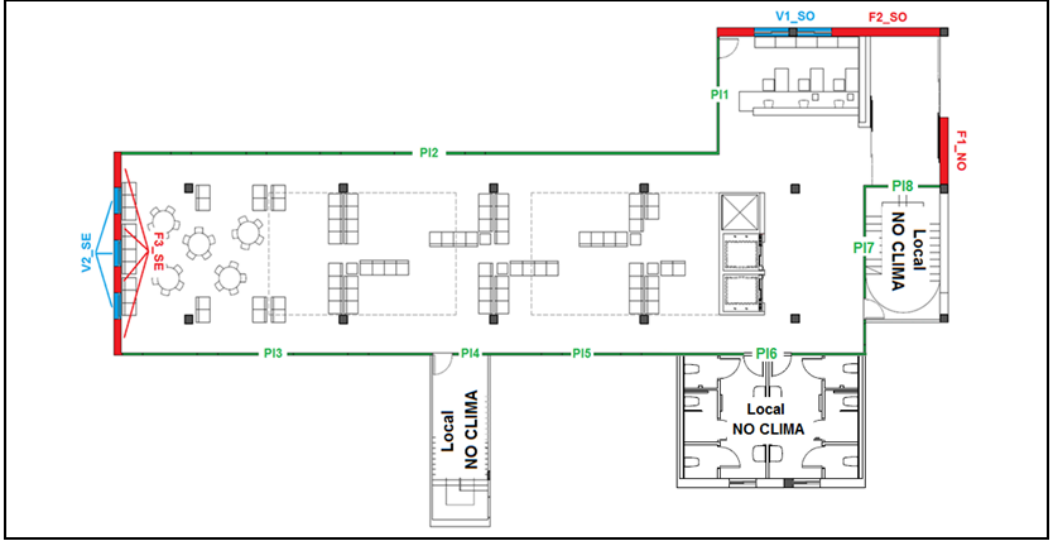
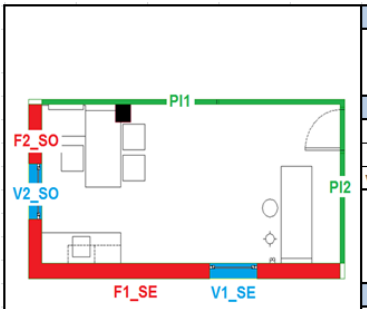


Ilustración D.15. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la zona de pasillos de la PB2

• **Consulta tipo**

Tal y como se puede observar en la *Ilustración D.13*, la PB2 está formada por múltiples consultorios. Debido a que todos ellos son iguales en superficie, se decide calcular la carga térmica única y exclusivamente del local más desfavorable, que corresponde al espacio orientado más al Sur de todos, y por tanto, es el que mayor radiación solar recibe. De esta manera, el dimensionado de esta consulta cubrirá, seguro, la demanda de climatización de cualquiera de las otras consultas.



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Consulta	21,1	63,3	432	3

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SE	160,05	F1_SE	68,50	PI1 + PI2	0,00	V1_SE	38,96	210	540	53,93
V2_SO	160,05	F2_SO	31,43	Suelo y techo	0,00	V2_SO	38,96			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
141	168,08

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1301,90	+5%	1366,99	1691,52
TOTAL CARGA LATENTE [W]	309,08		324,53	

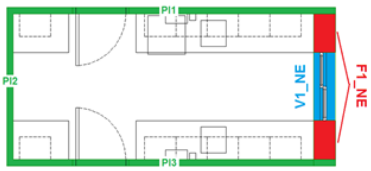
SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1691,52 W; **Modelo UI:** FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.16. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la consulta tipo de la PB2

Como se puede observar, en la consulta más desfavorable en cuanto a radiación solar recibida se refiere, se crea una carga térmica total de aproximadamente 1700 W. Prestando atención a las especificaciones de las unidades de pared seleccionadas (ver punto *"D.2.3.3. Fichas técnicas de las unidades interiores"* de este mismo anexo), se aprecia como el modelo menos potente cubre una demanda de hasta 2000W, por lo que en estos espacios es imposible lograr una mayor optimización climática.

• **Laboratorio**



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Laboratorio	10,8	32,4	288	3

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_NE	136,99	F1_SE	3,40	PI1+PI2+PI3	0,00	V1_NE	38,96	210	360	53,93
				Suelo y techo	0,00					

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
141	168,08

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	803,29	+5%	843,45	1167,98
TOTAL CARGA LATENTE [W]	309,08		324,53	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1167,98 W; **Modelo UI:** FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.17. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores del laboratorio de la PB2

D.2.3.6. Cargas térmicas y unidades interiores de la P1

• **Locales requeridos de climatización en la P1**

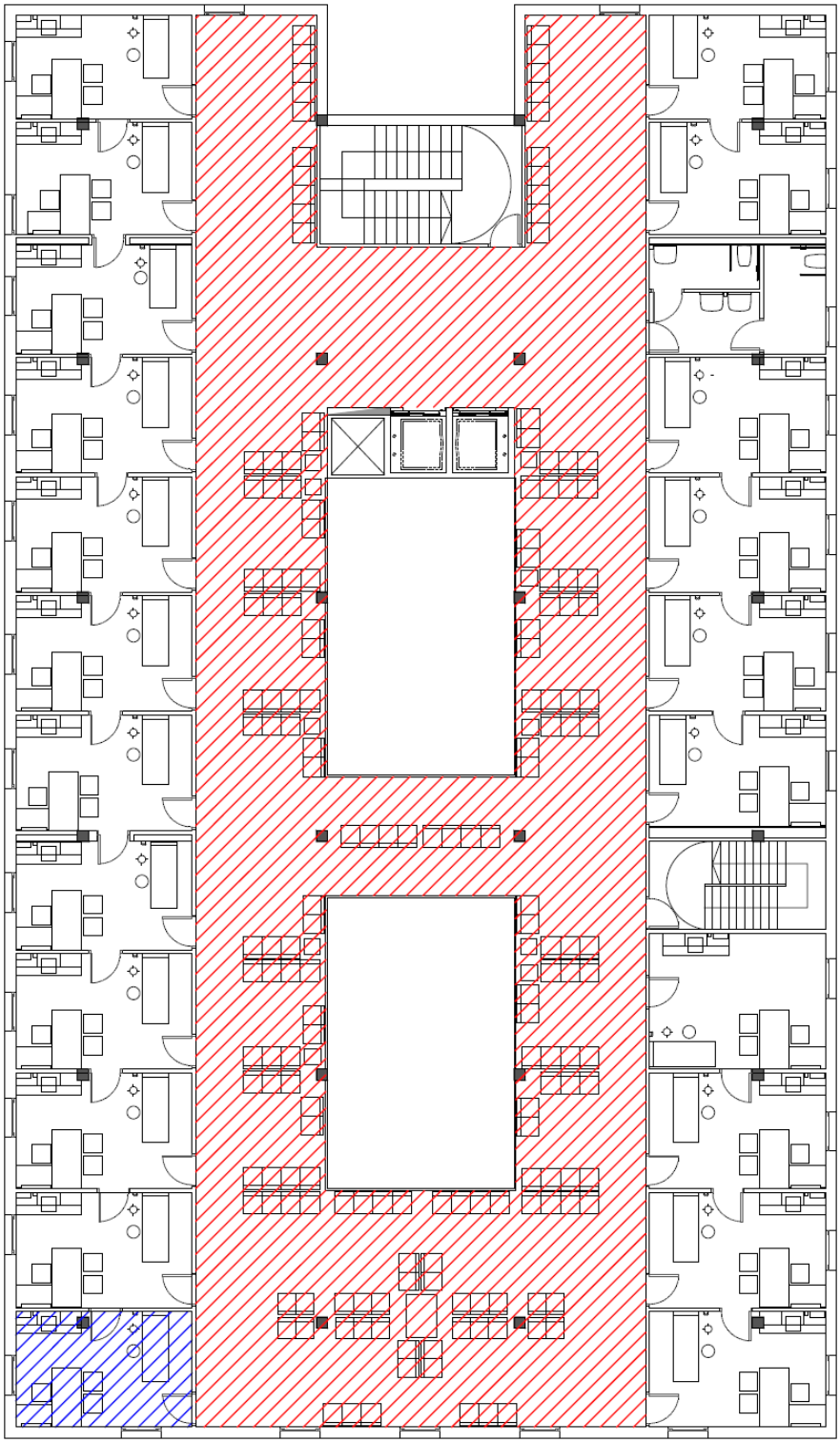


Ilustración D.18. Locales requeridos de climatización en la P1

- **Zona de pasillos y salas de espera**

DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Zona pasillos y salas espera	434,72	1304,16	2880	101

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]			Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SE	787,14	F1_SE	106,69	PI1+PI2+P4+PI6	0,00	PI8	17,38	7070	3600	1816
V2_NO	449,21	F2_NO	2,49	PI3	7,37	Suelo y techo	0,00			
		F3_NE	4,08	PI5	9,03	V1_SE	116,88			
		F4_SO	41,33	PI7+PI9	20,26	V2_NO	77,92			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
4747	5658,53

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	14125,51	5%	14831,79	25757,59
TOTAL CARGA LATENTE [W]	10405,53		10925,80	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 25757,59 W; **Modelo UI**: 3xFXYFP80; **Capacidad refrigeración** = 3x9000 = 27000 W

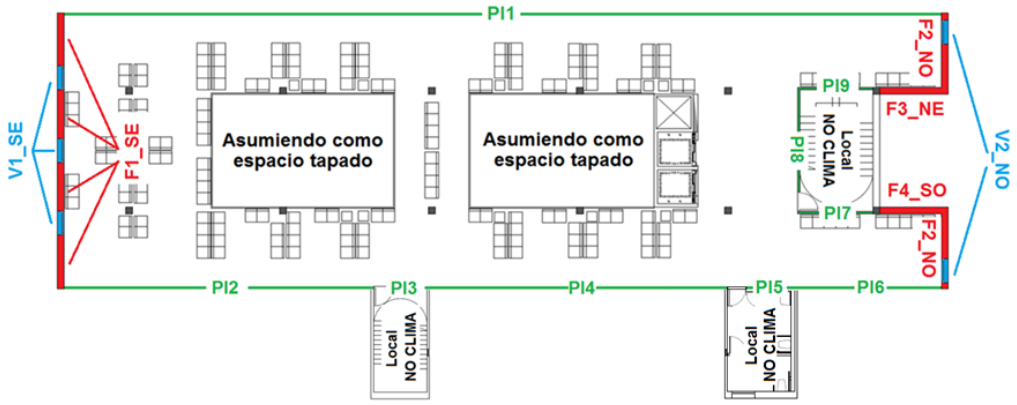
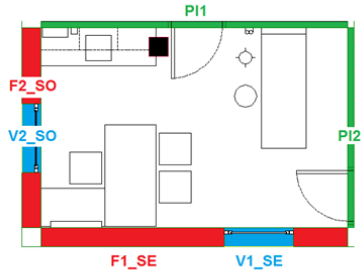


Ilustración D.19. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la zona de pasillos de la P1

- **Consulta tipo**

Únicamente se dimensiona la consulta más desfavorable en cuanto a orientación.



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Consulta	15,12	45,36	324	2

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SE	160,05	F1_SE	44,69	PI1 + PI2	0,00	V1_SE	38,96	140	405	35,96
V2_SO	160,05	F2_SO	32,20	Suelo y techo	0,00	V2_SO	38,96			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
94	112,05

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1055,87	+5%	1108,66	1325,02
TOTAL CARGA LATENTE [W]	206,05		216,35	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1325,02 W; **Modelo UI**: FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.20. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la consulta tipo de la P1

D.2.3.7. Cargas térmicas y unidades interiores de la P2

• **Locales requeridos de climatización en la P2**

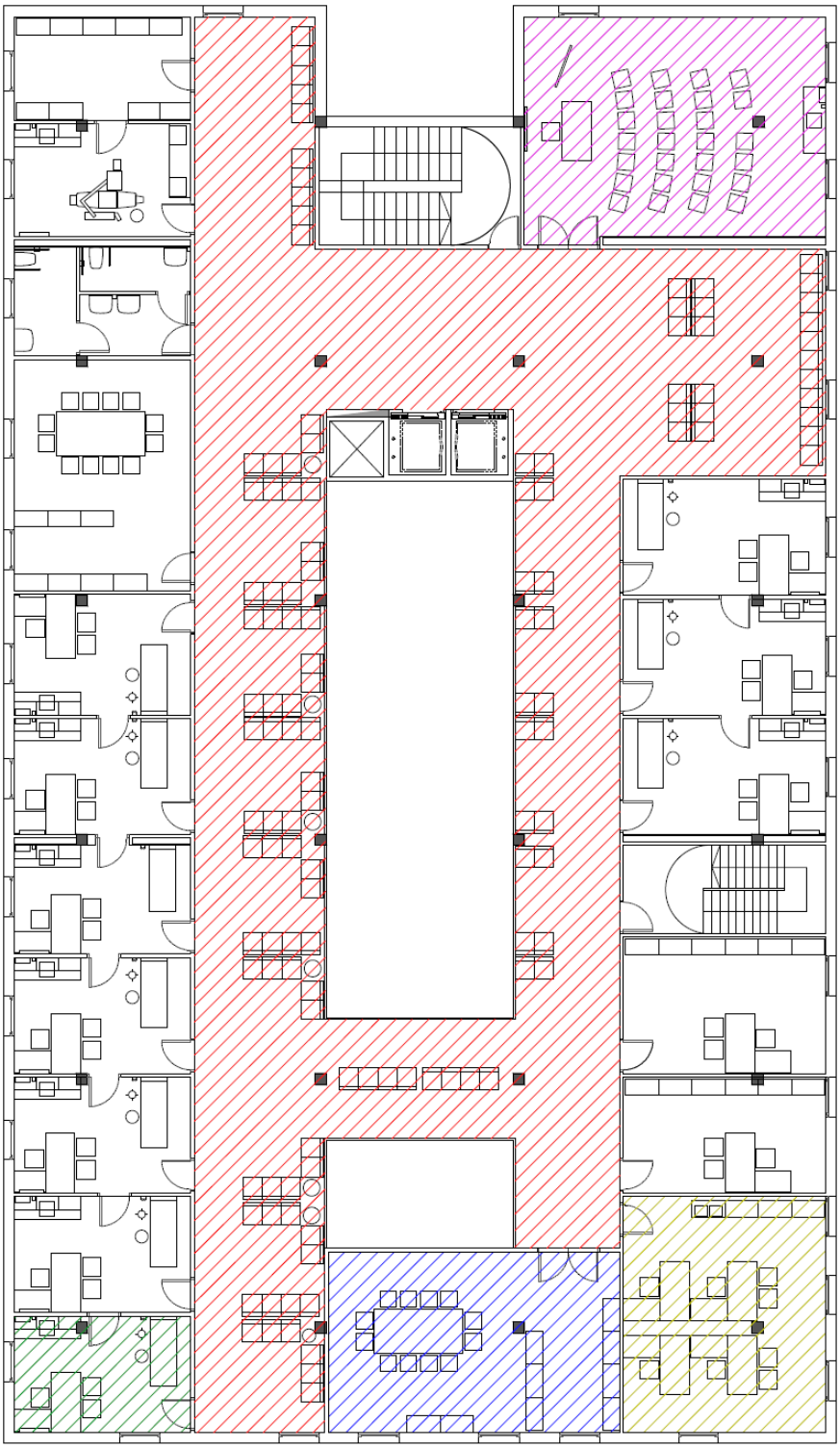
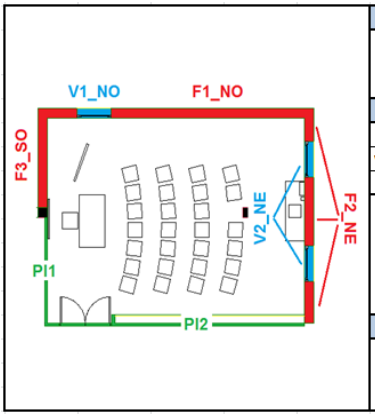


Ilustración D.21. Locales requeridos de climatización en la P2

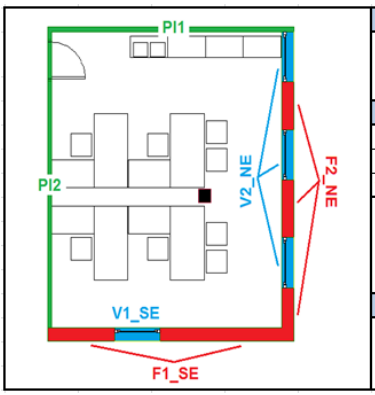
- **Aula docente**



DATOS DEL LOCAL													
	Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]								
	Aula doc.	50,77	152,31	864	34								
CARGA SENSIBLE												CARGA LATENTE	
Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]		Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
V1_NO	136,99	F1_NO	4,04	PI1	9,79	V1_NO	42,19	2380	1080	611,24		1598	1904,85
V2_NE	273,98	F2_NE	6,19	PI2	0,00	V2_NE	84,37						
		F3_SO	41,03	Suelo y techo	0,00								
											TOTAL CARGAS [W]		
				TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	4669,82		+5%	4903,31			8581,31		
				TOTAL CARGA LATENTE [W]	3502,85			3677,99					
SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR													
Carga total = 8581,31 W; **Modelo UI:** FXYFP80; **Capacidad refrigeración** = 9000 W													

Ilustración D.22. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores del aula docente de la P1

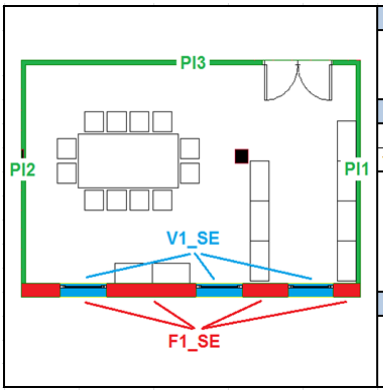
- **Administración**



DATOS DEL LOCAL													
	Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]								
	Administración	35,08	105,24	648	4								
CARGA SENSIBLE												CARGA LATENTE	
Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]		Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
V1_SE	160,05	F1_SE	52,79	PI1+PI2	0,00	V1_SE	42,19	280	810	71,91		188	224,10
V2_NE	410,97	F2_NE	4,93	Suelo y techo	0,00	V2_NE	126,56						
											TOTAL CARGAS [W]		
				TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1959,39		+5%	2057,36			2490,07		
				TOTAL CARGA LATENTE [W]	412,10			432,71					
SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR													
Carga total = 2490,07 W; **Modelo UI:** FXYAP25; **Capacidad refrigeración** = 2500 W													

Ilustración D.23. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores del local administrativo de la P1

- **Gabinete tipo**

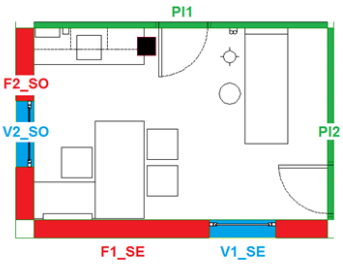


DATOS DEL LOCAL													
	Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]								
	Gabinete	38,81	116,43	540	4								
CARGA SENSIBLE												CARGA LATENTE	
Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]		Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
V1_SE	480,15	F1_SE	56,92	PI1 + PI2 +PI3	0,00	V1_SE	116,88	280	675	71,91		188	224,10
				Suelo y techo	0,00								
											TOTAL CARGAS [W]		
				TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1680,86		+5%	1764,90			2197,61		
				TOTAL CARGA LATENTE [W]	412,1			432,71					
SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR													
Carga total = 2197,61 W; **Modelo UI**: FXYAP25; **Capacidad refrigeración** = 2500 W													

Ilustración D.24. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores del gabinete tipo de la P1

- **Consulta tipo P2**

Únicamente se dimensiona la consulta más desfavorable en cuanto a orientación.



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Consulta	15,12	45,36	324	2

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SE	160,05	F1_SE	44,69	PI1 + PI2	0,00	V1_SE	38,96	140	405	35,96
V2_SO	160,05	F2_SO	32,20	Suelo y techo	0,00	V2_SO	38,96			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
94	112,05

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1055,87	+5%	1108,66	1325,02
TOTAL CARGA LATENTE [W]	206,05		216,35	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1325,02 W; **Modelo UI**: FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.25. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la consulta tipo de la P2

- **Zona de pasillos y salas de espera**

DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Zona pasillos y salas espera	386,37	1159,11	2736	83

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_NO	224,60	F1_NO	1,27	PI1+PI2+PI3+PI4+PI6+PI7+PI8+PI11+suelo+techo_no_exterior	0,00	Claraboyas	297,13	5810	3420	1492
V2_NE	449,21	F2_NE	10,22	PI5	7,34	V1_NO	38,96			
V3_SE	262,38	F3_SE	26,59	PI9+PI10	27,51	V2_NE	38,96			
Claraboyas	7543,96	Cubierta lucernario sin claraboyas	441,27	PI12	9,64	V3_SE	38,96			

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
3901	4650,08

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	20140,13	+5%	21147,14	30125,77
TOTAL CARGA LATENTE [W]	8551,08		8978,63	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 30125,77 W; **Modelo UI**: 3xFXYFP100; **Capacidad refrigeración** = 3x11200 = 33600 W

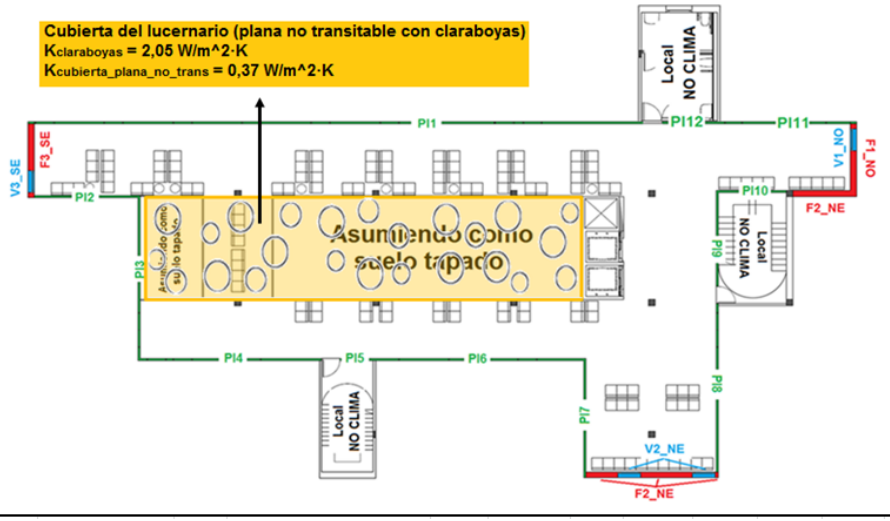


Ilustración D.26. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la zona de pasillos de la P2

D.2.3.8. Cargas térmicas y unidades interiores de la P3

• **Locales requeridos de climatización en la P3**

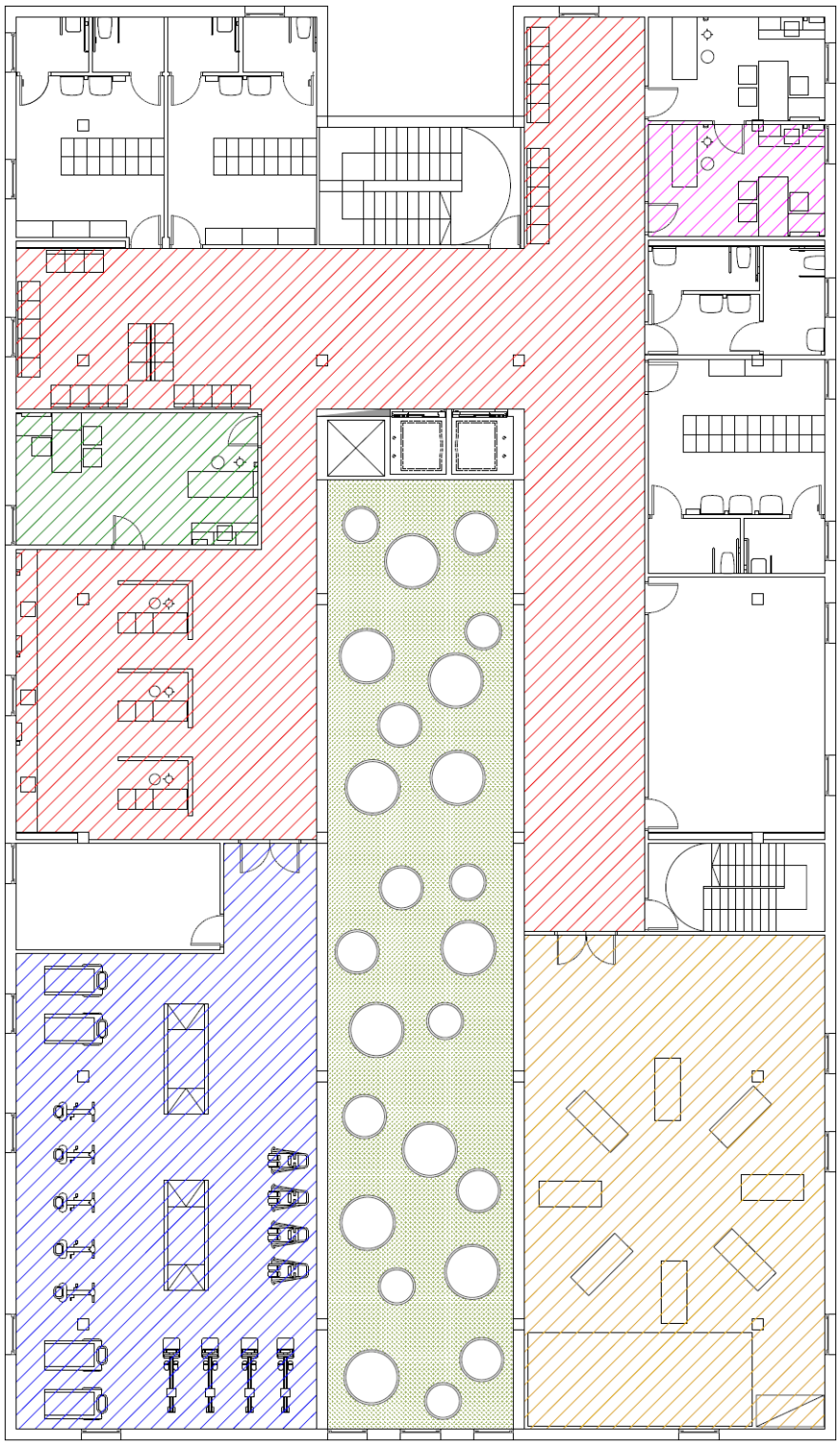


Ilustración D.27. Locales requeridos de climatización en la P3

• **Zona de pasillos y salas de espera**

Llegados a esta planta, hay que destacar que en todos los locales que requieran de climatización hay que considerar que su techo forma parte de la cubierta del edificio, por lo que en todos ellos existirá una transferencia de calor por transmisión con el exterior. Además, en esta planta es donde también empieza el doble espacio para la entrada de luz natural, por lo que las paredes que lo delimitan (que dan al exterior) serán consideradas como un gran ventanal.

DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Zona pasillos y salas espera	212,17	636,51	2124	32

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SO	320,10	F1_SO	159,01	PI4+PI9+PI10+PI12 +PI13+PI14+Suelo	0,00	PI5+PI6+PI7+PI8	57,68	2240	2655	575
V2_NE	1282,64	F2_NO	1,27	PI1	25,03	PI11	10,95			
V3_SO	1880,85	F3_SO	38,27	PI2+PI3	26,90	PI12+PI13+PI14	52,57			
V4_NO	160,05									

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
1504	1792,80

				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	9485,61	+5%	9959,89	13421,53
TOTAL CARGA LATENTE [W]	3296,80		3461,64	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 13421,53 W; **Modelo UI**: 2xFXYFP63; **Capacidad refrigeración** = 2x7100 = 14200 W

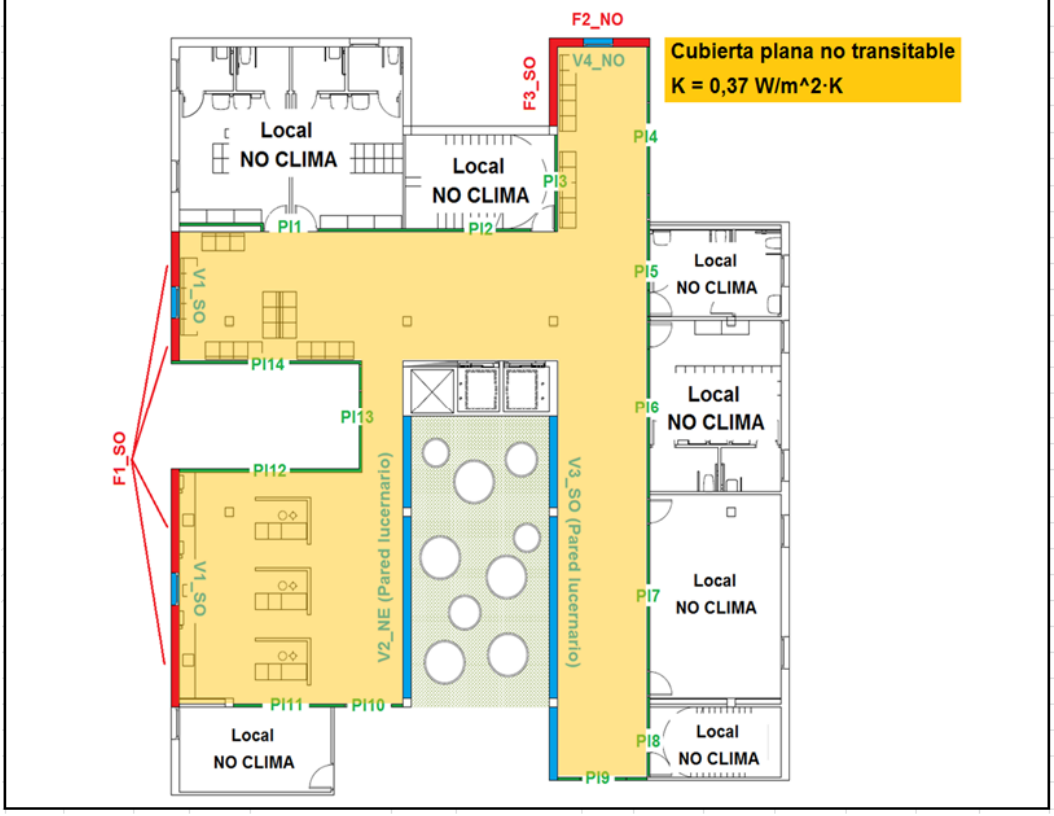
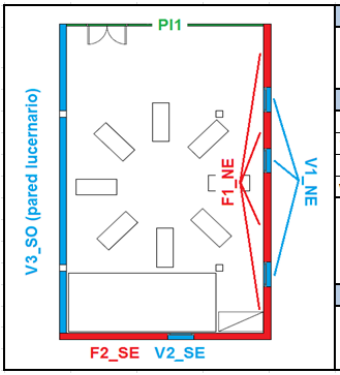


Ilustración D.28. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la zona de pasillos de la P3

- **Sala de obstetricia**



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Sala obstetricia	110,02	330,06	828	22

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_NE	410,97	F1_NE	15,60	PI1 + Suelo	0,00	V2_SE	38,96	1540	1035	395,51
V2_SE	160,05	F2_SE	84,94	V1_NE	116,88	V3_SO	501,04			
V3_SO	2058,23	Cubierta	484,42							

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
1034	1232,55

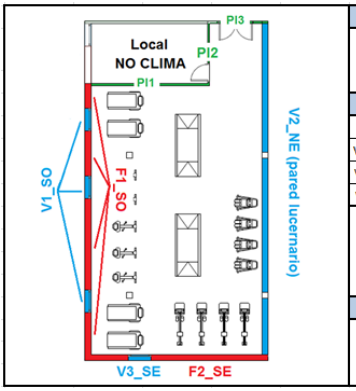
				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	6841,60	+5%	7183,68	9563,55
TOTAL CARGA LATENTE [W]	2266,55		2379,88	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 9563,55 W; **Modelo UI:** FXYFP100; **Capacidad refrigeración** = 11200 W

Ilustración D.29. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la sala de obstetricia de la P3

- **Sala de rehabilitación**



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Rehabilitación	113,5	340,5	936	23

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SO	480,15	F1_SO	150,18	PI1 + PI2 + PI3	0,00	V2_NE	592,98	1610	1170	413,48
V2_NE	2087,56	F2_SE	84,94	Suelo	0,00	V3_SE	38,96			
V3_SE	160,05	Cubierta	499,74	V1_SO	116,88					

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
1081	1288,58

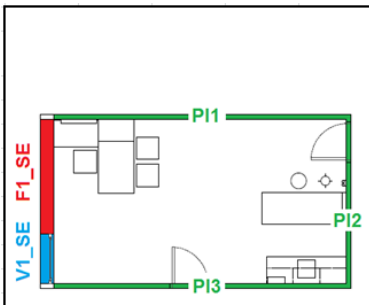
				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	7404,93	+5%	7775,17	10263,23
TOTAL CARGA LATENTE [W]	2369,58		2488,05	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 10263,23 W; **Modelo UI:** FXYFP100; **Capacidad refrigeración** = 11200 W

Ilustración D.30. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la sala rehabilitación de la P3

- **Consulta tipo 1 P3 (alargada)**



DATOS DEL LOCAL

Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{ilu} [W]	Ocupación [personas]
Consulta	23,8	71,4	432	3

CARGA SENSIBLE

Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]
V1_SE	160,05	F1_SE	30,64	PI1 + PI2 + PI3	0,00	V1_SE	38,96	210	540	53,93
		Cubierta	104,79	Suelo	0,00					

CARGA LATENTE

Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
141	168,08

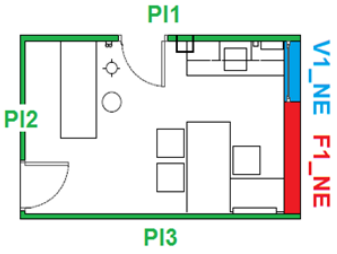
				TOTAL CARGAS [W]
TOTAL CARGA SENSIBLE [W]	1138,38	+5%	1195,30	1519,82
TOTAL CARGA LATENTE [W]	309,08		324,53	

SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR

Carga total = 1519,82 W; **Modelo UI:** FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W

Ilustración D.31. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la consulta tipo 1 de la P3

• **Consulta tipo 2 P3 (pequeña)**



DATOS DEL LOCAL												
			Local tipo	S_{local} [m^2]	V [m^3]	P_{liu} [W]	Ocupación [personas]					
			Consulta	14,59	43,77	324	2					
CARGA SENSIBLE											CARGA LATENTE	
Q_{SR} [W]		Q_{STR} [W]		Q_{ST} [W]				Q_{SP} [W]	Q_{SIL} [W]	Q_{SV} [W]	Q_{LP} [W]	Q_{LV} [W]
V1_NE	160,05	F1_NE	3,03	PI1 + PI2 + PI3	0,00	V1_NE	38,96	140	405	35,96	94	112,05
		Cubierta	64,24	Suelo	0,00							
										TOTAL CARGAS [W]		
				TOTAL CARGA SENSIBLE [W]		847,24	+5%	889,60		1105,95		
				TOTAL CARGA LATENTE [W]		206,05		216,35				
SELECCIÓN UNIDAD INTERIOR												
Carga total = 1105,95 W; **Modelo UI**: FXYAP20; **Capacidad refrigeración** = 2000 W												

Ilustración D.32. Cálculo de cargas térmicas y selección de unidades interiores de la consulta tipo 2 de la P3

D.2.4. Dimensionado de las unidades exteriores

D.2.4.1. Selección de las unidades exteriores

Una vez se han calculado las cargas térmicas y seleccionado las unidades interiores de cada local que requiere de climatización, el siguiente paso es el de agrupar dichas unidades interiores para poder dimensionar el módulo exterior que alimente a cada grupo.

Teniendo en cuenta lo explicado en el punto *"8.4.2. Decisiones iniciales"* de la memoria, es decir, la idea de plantear una climatización independiente para cada planta, el dimensionado de estas unidades exteriores es aún más fácil. Se trata tan solo de sumar los denominados índices de capacidad de cada unidad interior (en este caso, hasta tener el total de cada planta) y ver que unidad exterior es la que más se ajusta al índice de capacidad total (se selecciona el módulo que pueda abarcar la demanda con un consumo eléctrico menor).

Los índices de capacidad de los modelos de unidades interiores seleccionados (ver punto *"D.2.3.3. Fichas técnicas de las unidades interiores"*) son los mostrados por la *Tabla D.10*:

Modelo	20	25	63	80	100
Índice de capacidad	20	25	62.5	80	100

Tabla D.10. Índices de capacidad de las unidades interiores seleccionadas [Fuente: Daikin]

Conociendo estos valores, hace falta saber también los rangos de capacidad en los que se mueven los diferentes modelos de unidad exterior para un sistema VRV con recuperación de calor. Dichos rangos son los presentados por la *Tabla D.11*:

Tipo	Unidades exteriores	Número máximo de unidades interiores conectables					Límites de conexión de las unidades interiores conectadas
		8	13	16	20	32	
VRV con recuperación de calor	RSEYP8K7		*				100 ~ 260
	RSEYP10K7			*			125 ~ 325
VRV PLUS con recuperación de calor	RSEYP16KJ				*		200 ~ 520
	RSEYP18KJ				*		225 ~ 585
	RSEYP20KJ				*		250 ~ 650
	RSEYP24KJ					*	300 ~ 780
	RSEYP26KJ					*	325 ~ 845
	RSEYP28KJ					*	350 ~ 910
	RSEYP30KJ					*	375 ~ 975

Tabla D.11. Modelos de unidad exterior del sistema VRV con recuperación de calor e índices de capacidad total de los mismos [Fuente: Daikin]

Finalmente, las unidades exteriores que más se ajustan a los requerimientos de cada planta son los mostrados por la *Tabla D.12*:

Planta	Unidad interior	Índice de capacidad unitario	Cantidad	Índice de capacidad total	Unidad exterior	Serie
PB1	FXYAP20	20	3	247,5	**RSEYP8KJ**	VRV
	FXYFP63	62,5	3			
PB2	FXYAP20	20	13	500	**RSEYP16KJ**	VRV PLUS
	FXYFP80	80	3			
P1	FXYAP20	20	22	680	**RSEYP24KJ**	VRV PLUS
	FXYFP80	80	3			
P2	FXYAP20	20	13	715	**RSEYP24KJ**	VRV PLUS
	FXYAP25	25	3			
	FXYFP80	80	1			
	FXYFP100	100	3			
P3	FXYAP20	20	3	385	**RSEYP16KJ**	VRV PLUS
	FXYFP63	62,5	2			
	FXYFP100	100	2			

Tabla D.12. Dimensionado de las unidades exteriores de cada planta del CAP

D.2.4.2. Fichas técnicas de las unidades exteriores

Finalmente, una vez se conocen los cinco módulos exteriores que alimentan a las unidades interiores de cada una de las cinco plantas del CAP, se deben saber todas las características técnicas de los mismos, ya que posteriormente hay que dimensionar la red de tuberías de refrigerante del sistema.

Además, las fichas técnicas presentadas a continuación desvelan los consumos eléctricos de estas unidades exteriores, los cuales representan a la partida eléctrica más importante del presente proyecto.

- **Características técnicas del módulo exterior RSEYP8K7**

RSEYP-KJY1				8	
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN			kW	22,4	
CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN			kW	25,0	
ENTRADA NOMINAL	Refrigeración		kW	9,43	
	Calefacción		kW	8,66	
DIMENSIONES	AxAxP		mm	1.220 x 1.280 x 690	
PESO			kg	247	
COLOR				blanco marfil (5Y7,5/1)	
NIVEL SONORO - 380V	Presión sonora		dBA	57	
	Potencia sonora		dBA	*	
VENTILADOR	Modelo			P52H11S	
	Tipo			ventilador de hélice	
	Caudal de aire		m^3/h	9.000	
	Potencia del motor		W	140 + 230	
	Transmisión			transmisión directa	
	Modelo			JT100BEVTYE + JT100BETYE	
COMPRESOR	Tipo			compresor de espiral herméticamente sellado	
	Velocidad		rpm	6.750 , 2.900	
	Desplazamiento del pistón		m^3/h	21,62 + 9,29	
	Potencia del motor x nº de unidades		kW	(3,5 + 2,2) x 1	
	Método de puesta en marcha			directo en línea	
INTERCAMBIADOR DE CALOR				bobina de aletas cruzadas	
REFRIGERANTE	Nombre			R-407C	
	Carga		kg	13,1	
	Control			válvula de expansión electrónica	
ACEITE REFRIGERANTE	Nombre			DAPHNE FVC68D	
	Volumen de carga		l	1,5 + 1,4	
CONEXIONES DE TUBERÍA	líquido	abocardada	mm	12,7 C1,220T	
	gas	soldada	mm	25,4 C1,220T	
	tubo de descarga de gas	abocardada	mm	19,1 C1,220T	
MÉTODO DE DESCONGELACIÓN				desincrustador de hielo	
CONTROL DE CAPACIDAD			%	18 a 100	

Tabla D.13. Características técnicas de la unidad exterior RSEYP8K7 de Daikin [Fuente: Daikin]

- **Características técnicas del módulo exterior RSEYP16KJ**

MODELO				RSEYP16KJY1		
UNIDADES PRINCIPALES - UNIDADES SUBORDINADES				REYP8KJY1	RXEP8KJY1	
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN NOMINAL			kW	43,8		
CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN NOMINAL			kW	43,8		
CONSUMO	Refrigeración		kW	15,7		
	Calefacción		kW	14,2		
DIMENSIONES	HXBXD		mm	1.440x1.280x690	1.220x1.280x690	
PESO			kg	375	95	
COLOR						
NIVEL SONORO	Presión sonora		dB(A)	60		
	Potencia sonora		dB(A)	*		
VENTILADOR	Tipo					
	Caudal de aire		m^3/h	19,200		
	Potencia del motor numéro de unidades		kW	(0,14 + 0,23) + (0,14 + 0,23)		
	Transmisión			transmisión directa		
COMPRESOR	Tipo			compresor de espiral herméticamente sellado		
	Velocidad		rpm	(5.510 , 2.900)		
	Desplazamiento del pistón		m^3/h	(43,3 + 25,2)		
	Potencia del motor nº de unidades		kW	5,5 + 7,5		
	Método de puesta en marcha			directo en línea		
INTERCAMBIADOR DE CALOR				bobina de aletas cruzadas		
REFRIGERANTE	Nombre			R-407C		
	Carga		kg	19,8		
	Control			válvula de expansión electrónica		
ACEITE REFRIGERANTE	Nombre			DAPHNE FVC68D		
	Volumen de carga		l	4,0 + 4,0		
CONEXIONES DE TUBERÍA	Unidad exterior	líquido	mm	Ø 15,9 C1220T conexión abocardada		
		gas	mm	Ø 34,9 C1220T conexión soldada		
		tubo de des-carga de gas	mm	Ø 28,6 C1220T conexión soldada		
	Unidad principal ~ subordinada	líquido	mm	Ø 12,7 C1220T conexión abocardada ~ soldada		
		gas	mm	Ø 28,6 C1220T conexión soldada ~ soldada		
MÉTODO DE DESCONGELACIÓN				desincrustador de hielo		
CONTROL DE CAPACIDAD			%	11 ~ 100		

Tabla D.14. Características técnicas de la unidad exterior RSYP16KJ de Daikin [Fuente: Daikin]

ETSEIB

• **Características técnicas del módulo exterior RSEYP24KJ**

MODELO				RSEYP24KJY1		
UNIDADES PRINCIPALES - UNIDADES SUBORDINADES				REYP16KJY1	RXEP8KJY1	
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN NOMINAL			kW	65,7		
CAPACIDAD DE CALEFACCIÓN NOMINAL			kW	65,7		
CONSUMO	Refrigeración		kW	25,0		
	Calefacción		kW	21,4		
DIMENSIONES	HxBxD		mm	1.460x2.580x690	1.220x1.280x690	
PESO			kg	640	95	
COLOR				blanco marfil (5Y7.5/1)		
NIVEL DE PRESIÓN SONORA			dB(A)	62		
NIVEL DE POTENCIA SONORA			dB(A)	*		
VENTILADOR	Tipo			ventilador de hélice		
	Caudal de aire		m^3/h	29.400		
CIRCUITO REFRIGERANTE	Tipo			R-407C		
	Carga		kg	29,5		
	Control			transmisión directa		
	ACEITE	tipo		DAPHNE FVC68D		
	REFRIGERANTE	carga	l	4,0 + 4,0 + 4,0		
COMPRESOR	Tipo			compresor de espiral herméticamente sellado		
	Método de puesta en marcha			directo en línea		
CONEXIONES DE TUBERÍA	Unidad exterior	líquido	mm	Ø 19,1 C1220T conexión abocardada		
		gas	mm	Ø 41,3 C1220T conexión soldada		
		gas de aspiración	mm	Ø 28,6 C1220T conexión soldada		
	unidad principal ~ subordinada	líquido	mm	Ø12,7 C1220T conexión abocardada - soldada		
		gas	mm	Ø28,6 C1220T conexión soldada - soldada		
MÉTODO DE DESCONGELACIÓN				desincrustador de hielo		
CONTROL DE CAPACIDAD			%	11 ~ 100		

Tabla D.15. Características técnicas de la unidad exterior RSEYP24KJ de Daikin [Fuente: Daikin]

D.2.5. Determinación de las secciones de la red de tuberías de refrigerante

Llegados a este punto, donde se conocen tanto las unidades exteriores como interiores de todo el sistema de climatización del CAP, tan solo hace falta dimensionar la red de tuberías por donde circulará el refrigerante (concretamente el R407c, que es químicamente estable, con unas buenas propiedades termodinámicas, una muy baja toxicidad y con un bajo impacto ambiental).

El cálculo de este dimensionado es muy parecido al de la selección de las unidades exteriores, ya que el diámetro de las tuberías depende del índice de capacidad al que tengan que alimentar. Además, hay que recordar que un sistema VRV con recuperación de calor cuenta con tres tipos de tuberías: la de líquido, la de gas de descarga a alta presión y la de gas de aspiración a baja presión (ver punto *"8.3.3. Funcionamiento del sistema con recuperador de calor a tres tubos"* de la memoria), por lo que cada tramo contará con tres secciones de cálculo.

A continuación se muestra la *Tabla D.16* con los rangos de capacidad admisibles por cada sección de tubería normalizada, y las *Tablas D.17-21* con el detalle del cálculo de todas las secciones que componen la red de tuberías de refrigerante del sistema de climatización (los diámetros de las salidas de las unidades exteriores y de las entradas a las unidades interiores son conocidos, ya que éstos están proporcionados por las fichas técnicas anteriormente presentadas).

índice de capacidad interior	Tamaño de tubería		
	Tubería de líquido	Tubería de gas	
		Aspiración	Descarga
x < 50	ϕ 6,4 x t0,8	ϕ12,7 x t0,8	ϕ 9,5 x t0,8
50 ≤ x < 100	ϕ 9,5 x t0,8	ϕ15,9 x t1,0	ϕ12,7 x t0,8
100 ≤ x < 160	ϕ 9,5 x t0,8	ϕ19,1 x t1,0	ϕ15,9 x t1,0
160 ≤ x < 330	ϕ12,7 x t0,8	ϕ25,4 x t1,2	ϕ19,1 x t1,0
330 ≤ x < 480	ϕ15,9 x t1,0	ϕ34,9 x t1,3	ϕ25,4 x t1,2
480 ≤ x < 640	ϕ19,1 x t1,0	ϕ34,9 x t1,3	ϕ25,4 x t1,2
640 ≤ x < 700	ϕ19,1 x t1,0	ϕ41,3 x t1,7	ϕ25,4 x t1,2
x > 700	ϕ19,1 x t1,0	ϕ41,3 x t1,7	ϕ34,9 x t1,3

Tabla D.16. Rangos de capacidad admisible por cada sección de tubería normalizada [Fuente: Daikin]

• **Dimensionado de la red de tuberías de refrigerante de la Planta Baja 1**

	Tramo	Índice de capacidad abarcado	Lado líquido [mm]	Lado gas BP (aspiración) [mm]	Lado gas AP (descarga) [mm]
U_{ext}	CL.PB1	-----	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
D1	CL.PB1.1	40	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.PB1.2	207,5	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
IZQ.	CL.PB1.1.1	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
DCHA.	CL.PB1.2.1	145	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.PB1.2.2	125	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.PB1.2.3	62,5	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8

Tabla D.17. Secciones de la red de tuberías de refrigerante de la Planta Baja 1

• **Dimensionado de la red de tuberías de refrigerante de la Planta Baja 2**

	Tramo	Índice de capacidad abarcado	Lado líquido [mm]	Lado gas BP (aspiración) [mm]	Lado gas AP (descarga) [mm]
U_{ext}	CL.PB2	-----	15,9x1,0	34,9x1,3	28,6x1,2
D1	CL.PB2.1	200	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.PB2.2	300	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
IZQ.	CL.PB2.1.1	180	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.PB2.1.2	100	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.PB2.1.3	80	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.PB2.1.4	60	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.PB2.1.5	40	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.PB2.1.6	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
DCHA.	CL.PB2.2.1	220	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.PB2.2.2	200	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.PB2.2.3	180	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.PB2.2.4	160	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.PB2.2.5	140	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.PB2.2.6	120	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.PB2.2.7	100	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.PB2.2.8	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8

Tabla D.18. Secciones de la red de tuberías de refrigerante de la Planta Baja 2

• **Dimensionado de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 1**

	Tramo	Índice de capacidad abarcado	Lado líquido [mm]	Lado gas BP (aspiración) [mm]	Lado gas AP (descarga) [mm]
U_{ext}	CL.P1	-----	19,1x1,0	41,3x1,7	28,6x1,2
D1	CL.P1.1	320	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.2	360	15,9x1,0	34,9x1,3	25,4x1,2
D2	CL.P1.1.1	60	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.P1.1.2	260	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
IZQ. SUP.	CL.P1.1.1.1	40	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P1.1.1.2	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
IZQ. INF.	CL.P1.1.2.1	240	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.1.2.2	220	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.1.2.3	200	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.1.2.4	180	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.1.2.5	160	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.1.2.6	140	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P1.1.2.7	120	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P1.1.2.8	100	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P1.1.2.9	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P1.2.1	280	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
D3	CL.P1.2.1.1	40	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P1.2.1.2	240	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
DCHA. SUP.	CL.P1.2.1.1.1	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
DCHA. INF.	CL.P1.2.1.2.1	220	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.2.1.2.2	200	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.2.1.2.3	180	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.2.1.2.4	160	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P1.2.1.2.5	80	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.P1.2.1.2.6	60	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.P1.2.1.2.7	40	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P1.2.1.2.8	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8

Tabla D.19. Secciones de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 1

Aprovechando que el diseño de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 1 del CAP tiene algunas peculiaridades, se procede a comentar la nomenclatura utilizada en las tablas de cálculo. Hay que destacar que siempre se empieza con las secciones de las unidades exteriores (U_{ext} en las tablas), las cuales son proporcionadas por sus fichas técnicas. A continuación, normalmente se realiza una derivación (D1 en la tabla) que distribuye por ambos lados del CAP el refrigerante (se marcan siempre como DX las derivaciones en T). El resto de secciones son nombradas según la zona del CAP que alimenten (derecha o izquierda).

Todos estos diámetros, así como el diseño de las redes de tuberías, se pueden verificar al detalle en los *Planos 43-48* del *Anexo K.*

• **Dimensionado de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 2**

	Tramo	Índice de capacidad abarcado	Lado líquido [mm]	Lado gas BP (aspiración) [mm]	Lado gas AP (descarga) [mm]
U_{ext}	CL.P2	-----	19,1x1,0	41,3x1,7	28,6x1,2
D1	CL.P2.1	310	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.2	405	15,9x1,0	34,9x1,3	25,4x1,2
D2	CL.P2.1.1	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P2.1.2	290	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
IZQ. INF.	CL.P2.1.2.1	265	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.1.2.2	245	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.1.2.3	145	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P2.1.2.4	125	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P2.1.2.5	105	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P2.1.2.6	85	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.P2.1.2.7	65	9,5x0,8	15,9x1,0	12,7x0,8
	CL.P2.1.2.8	45	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P2.1.2.9	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
DCHA.	CL.P2.2.2.1	325	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.2.2.2	225	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.2.2.3	205	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.2.2.4	185	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.2.2.5	165	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P2.2.2.6	145	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
	CL.P2.2.2.7	45	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P2.2.2.8	25	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8

Tabla D.21. Secciones de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 2

• **Dimensionado de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 3**

	Tramo	Índice de capacidad abarcado	Lado líquido [mm]	Lado gas BP (aspiración) [mm]	Lado gas AP (descarga) [mm]
U_{ext}	CL.P3	-----	15,9x1,0	34,9x1,3	28,6x1,2
D1	CL.P3.1	245	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P3.2	140	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
IZQ.	CL.P3.1.1	182,5	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P3.1.2	162,5	12,7x0,8	25,4x1,2	19,1x1,0
	CL.P3.1.3	100	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
D2	CL.P3.2.1	40	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8
	CL.P3.2.2	100	9,5x0,8	19,1x1,0	15,9x1,0
DCHA. SUP.	CL.P3.2.1.1	20	6,4x0,8	12,7x0,8	9,5x0,8

Tabla D.22. Secciones de la red de tuberías de refrigerante de la Planta 3

D.2.6. Juntas REFNET

Tal y como se puede ver en los *Planos 43-48* del *Anexo K*, todas las derivaciones que se realizan de la tubería principal hasta las unidades recuperadoras de calor (que van a parar directamente a las unidades interiores) están marcadas con un punto, que según la leyenda corresponde a una junta tipo REFNET. Estas juntas son específicas de Daikin para los sistemas VRV, y sirven tan solo para realizar una correcta bifurcación de las tuberías del refrigerante.

Según el índice de capacidad de la tubería conectada a ella (correspondiente a los diferentes ramales calculados en el punto anterior), los diámetros de salida se adaptan mediante juntas reductoras a los diámetros requeridos por el tramo siguiente, por lo que ramificar la red de tuberías del sistema VRV es realmente sencillo.

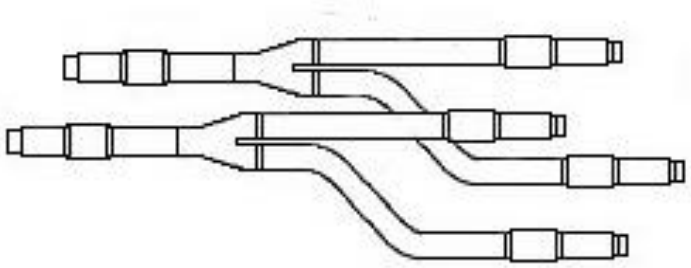


Ilustración D.33. Junta REFNET para la bifurcación de la tubería principal de los sistemas VRV

E. Instalación de seguridad en caso de incendio y elementos de emergencia

E.1. Requisitos previos

De cara a realizar correctamente el dimensionado de todos y cada uno de los aspectos que se detallan a continuación se tendrá en cuenta que, a un edificio con las características del CAP se le debe aplicar las condiciones particulares del uso administrativo (no hospitalario), tal y como específica la normativa del *CTE SI: Seguridad en caso de incendio. Criterios generales de aplicación*.

"*A los edificios, establecimientos o zonas de uso sanitario o asistencial de carácter ambulatorio se les debe aplicar las condiciones particulares del uso Administrativo".*

"A los edificios, establecimientos o zonas de los mismos cuyos ocupantes precisen, en su mayoría, ayuda para evacuar el edificio (residencias geriátricas o de personas discapacitadas, centros de educación especial, etc.) se les debe aplicar las condiciones específicas del uso Hospitalario".

Este concepto es de vital importancia a la hora de realizar un estudio de seguridad en caso de incendio, ya que los valores tabulados dependen directamente del uso principal de la edificación.

E.2. Propagación interior

E.2.1. Sectores de incendio del edificio

Todo edificio se debe compartimentar en sectores de incendio según el uso al que esté destinado. En el caso del CAP, y sabiendo que su uso es de carácter administrativo, la normativa establece que la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2500 m^2, entendiendo como sector de incendio la definición propuesta por el CTE:

"Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio. Los locales de riesgo especial no se consideran sectores de incendio".

En primer lugar, por tanto, se deben localizar todos los espacios del edificio que requieran ser tratados como locales de riesgo especial, ya que éstos, aparte de no computar en el cálculo de la superficie de los sectores de incendio, poseerán unas condiciones de seguridad diferentes a las demás. Para ello se hace uso de la *Tabla E.1* mostrada a continuación, de la cual se han extraído únicamente los usos general y administrativo, que son los que abarca el edificio de estudio, en este caso, el CAP:

Uso previsto* del edificio o *establecimiento - Uso del local o zona	**Tamaño del local o zona** S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	**Riesgo medio**	**Riesgo alto**
En cualquier edificio o *establecimiento*:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤ 200 m^3	200<V≤ 400 m^3	V>400 m^3
- Almacén de residuos	5<S≤15 m^2	15<S ≤30 m^2	S>30 m^2
- Aparcamiento de vehículos de una vivienda unifamiliar o cuya superficie S no exceda de 100 m^2	En todo caso		
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos(3)	20<S≤100 m^2	100<S≤200 m^2	S>200 m^2
- Salas de calderas	En todo caso		
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoniaco		En todo caso	
refrigerante halogenado	P≤400 kW	P>400 kW	
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300ºC	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300ºC y potencia instalada P: total	P≤2 520 kVA	2520<P≤4000 kVA	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	630<P≤1000 kVA	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		
Administrativo			
- Imprenta, reprografía y locales anejos, tales como almacenes de papel o de publicaciones, encuadernado, etc.	100<V≤200 m^3	200<V≤500 m^3	V>500 m^3

(3) Las zonas de aseos no computan a efectos del cálculo de la superficie construida.

Tabla E.1. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios
[Fuente: CTE SI-1: Propagación interior]

Mediante la información aportada por la *Tabla E.1* se pueden ubicar, por tanto, los siguientes espacios considerados como de riesgo especial en el CAP:

• **Almacén de residuos:** tal y como se establece en el *Anexo G: Recogida y evacuación de residuos*, el CAP está dotado en la Planta Baja 2 de un almacén de residuos de 19,75 m^2, por lo que éste estará considerado como de riesgo medio.

• **Vestuarios:** el edificio posee vestuarios propiamente dichos en la Planta Baja 1 (vestuarios de personal) y en la Planta 3 (vestuarios de rehabilitación y de obstetricia), de superficie 32,2 m^2, 49,08 m^2 y 28,08 m^2 respectivamente, por lo que todos ellos se considerarán locales de riesgo bajo. Los aseos, como se puede observar, no computan a efectos del cálculo de superficie construida.

• **Salas de instalaciones:** el CAP posee 2 zonas concretas de resguardo de las instalaciones principales. La primera se encuentra en la Planta Baja 1, donde se ubica la instalación impulsora de agua sanitaria, el cuadro general eléctrico del edificio y el grupo electrógeno de emergencia. La

segunda está situada en la Planta Cubierta, donde se centraliza toda la maquinaria de ascensores, de agua caliente sanitaria (termo eléctrico y depósitos auxiliares) y de climatización (máquinas frigoríficas y bombas de calor).

Observando la *Tabla E.1,* todos estos recintos deben ser considerados de riesgo bajo.

• **Salas de archivo:** las dos salas de archivo ubicadas en la Planta Baja 1 y 2 del edificio tienen un volumen de 64,79 m^3 (3,5 x 6,17 x 3 m^3) y 136,08 m^3 (4,8 x 9,45 x 3 m^3) respectivamente, por lo que la primera no será considerada como especial, mientras que la segunda lo será de riesgo bajo.

Además de estos locales de riesgo especial, hay que tener en cuenta que el edificio dispone de dos escaleras de incendio protegidas (ver *Planos 55-60* del *Anexo K*), las cuales forman dos sectores de incendio independientes, por lo que éstas no se deben tener en cuenta en el cómputo de la superficie de cálculo. Destacar, que para que una escalera sea considerada como protegida, ésta debe de ceñirse a las siguientes características marcadas por el CTE SI: Seguridad en caso de Incendio. Anejo A. Terminología:

"Escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SU 1-4) las siguientes:

1. Es un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio mediante elementos separadores EI 120. Si dispone de fachadas, éstas deben cumplir las condiciones establecidas en el capítulo 1 de la Sección SI 2 para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios.

En la planta de salida del edificio las escaleras protegidas para evacuación ascendente pueden carecer de compartimentación. Las previstas para evacuación descendente pueden carecer de compartimentación cuando sea un sector de riesgo mínimo.

2. El recinto tiene como máximo dos accesos en cada planta, los cuales se realizan a través de puertas EI2 60-C5 y desde espacios de circulación comunes y sin ocupación propia. Además de dichos accesos, pueden abrir al recinto de la escalera protegida locales destinados a aseo, así como los ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la escalera protegida considerada o a un vestíbulo de independencia.

3. El recinto cuenta con protección frente al humo, mediante una de las siguientes opciones:

a) Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.

b) Ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y de salida de aire.

c) Sistema de presión diferencial conforme a EN 12101-6:2005".

Finalmente, una vez mencionados todos los aspectos anteriores, se presenta la *Tabla E.2* con la sectorización final del edificio:

Sector de incendio	Superficie del sector [m^2]	Detalle del cálculo
PB1	448,48	$S_{PB1} - S_{instalaciones} - S_{vestuarios} - S_{aseos} - S_{escalera\ (E)}$
PB2+P1+P2	2091,65	$S_{PB2} + S_{P1} + S_{P2} - (S_{archivo} + S_{residuos} + S_{aseos} + S_{escaleras})_{PB2} - (S_{aseos} + S_{escaleras})_{P1} - (S_{aseos} + S_{escaleras})_{P2} - S_{huecoP1} - S_{huecoP2}$
P3	599,11	$S_{P3} - S_{vest.rehab.} - S_{vest.obst.} - S_{aseo} - S_{escalera\ (N+E)} - S_{huecoP3}$
Escalera Norte	----------	----------
Escalera Este	----------	----------

Tabla E.2. Sectores de incendio del CAP

Destacar que, el sector que incluye las tres plantas centrales del CAP (PB2, P1 y P2) está realizado de esta manera debido a que las plantas están comunicadas entre ellas mediante un doble espacio, el cual tiene la función de dejar pasar la luz natural del exterior de la edificación. Por ello, no es posible sectorizar el CAP planta por planta, ya que estas plantas no están totalmente cerradas por elementos constructivos.

E.2.2. Condiciones de los sectores de incendio y las zonas de riesgo especial

E.2.2.1. Resistencia al fuego

Las características de resistencia al fuego que deben cumplir tanto los sectores de incendio como las zonas de riesgo especial del CAP son las estipuladas por el CTE en las *Tablas E.3-4:*

Elemento	Plantas bajo rasante	*Resistencia al fuego* Plantas sobre rasante en edificio con *altura de evacuación*:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
- *Sector de riesgo mínimo* en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- *Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo*	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- *Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario*	EI 120	EI 90	EI 120	EI 180
- *Aparcamiento*	EI 120	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre *sectores de incendio*	EI_2 t-C5 siendo t la mitad del tiempo de *resistencia al fuego* requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un *vestíbulo de independencia* y de dos puertas.			

Tabla E.3. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas de un sector de incendio [Fuente: CTE SI-1: Propagación interior]

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI_2 45-C5	2 x EI_2 30 -C5	2 x EI_2 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m

Tabla E.4. Condiciones de las zonas de riesgo especial del CAP [Fuente: CTE SI-1: Propagación interior]

Antes de extraer conclusiones de las tablas mostradas anteriormente, hay que saber interpretarlas correctamente. Por ello, a continuación se describe el significado de las diferentes siglas que aparecen en las mismas:

• **R (Capacidad portante):** tiempo durante el cual el elemento mantiene su resistencia mecánica.

• **E (Integridad):** tiempo durante el cual el elemento impide el paso de las llamas y la producción de gases calientes hacia la cara no expuesta al fuego.

• **I (Aislamiento):** tiempo durante el cual el elemento cumple su función de aislante térmico para que no se produzcan temperaturas excesivamente elevadas (180ºC puntualmente o 140ºC de media) en la cara no expuesta al fuego. En el caso de las puertas, esta característica no se ha podido armonizar a nivel europeo y, por ello, se desdobla en dos variantes: I_1 (lo aplican Bélgica, Holanda, Austria, etc.) e I_2 (España, Francia, Italia, etc.). I_1 supone una prestación superior que cubre a I_2, pero no al revés.

Todas estas siglas van seguidas de un número que representa el tiempo en minutos durante el cual se cumplen las exigencias. Estos parámetros se combinan dependiendo de las características del elemento, siendo las más comunes R, EI y REI.

Una vez explicados estos conceptos, se puede concluir lo siguiente:

• Los elementos constructivos de los diferentes sectores de incendios de la Planta Baja 1 del CAP, la cual se considerará como planta bajo rasante (ya que se encuentra semi-enterrada por un lado), tendrán una resistencia al fuego EI 120.

• Los elementos constructivos de los diferentes sectores de incendios de las plantas superiores a la PB1 (PB2, P1, P2 y P3) tendrán una resistencia al fuego EI 60, ya que la altura máxima de evacuación des de la PB2 a la Planta Cubierta (donde se encuentran algunas de las salas de instalaciones) es de 12 m, y por tanto, menor al valor de 15 m correspondiente a una resistencia de EI 90.

• Los locales o zonas de riesgo especial tendrán las características descritas en la *Tabla E.4* dependiendo de su nivel de riesgo. En el caso del CAP, todas estas zonas están catalogadas con un riesgo bajo, a excepción del almacén de residuos que lo está con riesgo medio. La diferencia radica, sobretodo, en los tiempos de cumplimiento de las exigencias. Destacar, además, que todas sus puertas cumplen el criterio de cierre automático (de ahí la letra C).

E.2.2.2. Reacción al fuego

Además de cumplir una determinada resistencia al fuego, los elementos constructivos deben también poseer ciertas condiciones de reacción al fuego, las cuales se muestran mediante la *Tabla E.5*:

Situación del elemento	Revestimientos	
	De techos y paredes	De suelos
Zonas ocupables	C-s2,d0	E_{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C_{FL}-s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial	B-s1,d0	B_{FL}-s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B_{FL}-s2

Tabla E.5. Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos [Fuente: CTE SI-1: Propagación interior]

Como antes, en primer lugar hay que saber interpretar el significado de la información aportada por la tabla anterior. Por ello, a continuación se describen al detalle las denominadas Euroclases de reacción al fuego (ver *Tabla E.6*), las cuales permiten clasificar los elementos constructivos teniendo en cuenta la energía emitida, la opacidad de los humos y la caída de las gotas inflamadas.

Contribución energética al fuego			Opacidad del humo			Gotas de fuego		
A1	----	Incombustible	No necesita ensayo			No necesita ensayo		
A2		Incombustible	**s1**		Poca opacidad	**d0**		No se producen gotas
B		Resiste un ataque **prolongado** de llamas pequeñas y de un objeto individual, ardiendo **ambos** con limitación de la propagación de la llama.	**s2**		Ligera opacidad	**d1**		Caída de gotas no inflamadas en menos de 10 segundos.
C		Resiste un ataque **breve** de llamas pequeñas y de un objeto individual, ardiendo **ambos** con limitación de la propagación de la llama.						
D		Resiste un ataque **breve** de llamas pequeñas con limitación de la propagación de la llama y de un objeto individual ardiendo.	**s3**		Opacidad	**d2**		Caída de gotas inflamadas a partir de los 10 segundos.
E		Resiste un ataque **breve** de llamas pequeñas con limitación de la propagación de la llama.	No ensayado			Sin indicación o **d2**		
F	----	Sin determinar características o se incumplen los criterios anteriores						

Tabla E.6. Euroclases de reacción al fuego

Una vez explicados estos conceptos, se puede concluir lo siguiente:

• Los techos y paredes de todas las zonas ocupables del CAP (todas a excepción de los recintos de riesgo especial, pasillos y escaleras protegidas) deberán tener una reacción al fuego C-s2,d0. Asimismo, el suelo de estos lugares poseerá una reacción E (el subíndice FL hace referencia a la palabra inglesa “floor”).

• Las paredes y techos de las dos escaleras protegidas del CAP tendrán una reacción al fuego B-s1,d0, mejorando así la protección anterior debido a su carácter de protección. Asimismo, sus suelos poseerán una reacción C-s1.

• Las paredes y techos de los locales o recintos de riesgo especial del CAP (mencionados en el punto *"E.2.1 Sectores de incendio"* de este mismo anexo) tendrán una reacción al fuego B-s1,d0. Asimismo, sus suelos poseerán una reacción B-s1.

• Todos los falsos techos y tabiques del CAP no estancos, o que siendo estancos contengan instalaciones que puedan provocar un incendio (cables eléctricos, tuberías, etc.), tendrán una reacción al fuego B-s3,d0. Asimismo, los suelos elevados poseerán una reacción B-s2.

E.3. Propagación exterior

E.3.1. Medianeras

Debido a que el CAP no tiene edificios colindantes, tampoco posee paredes medianeras, por lo que no hará falta mencionar las características que deberían cumplir este tipo de elementos constructivos.

E.3.2. Fachadas

• **PROPAGACIÓN HORIZONTAL**

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, o entre un local de riesgo especial alto y otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados, como mínimo, la distancia D en proyección horizontal que se indica en la *Tabla E.7*, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas.

α	0º	45º	60º	90º	135º	180º
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

Tabla E.7. Distancia D en función del ángulo α [Fuente: CTE SI-2: Propagación exterior]

En primer lugar, destacar que en el caso del CAP no existe ninguna zona que se deba considerar como de riesgo alto, por lo que únicamente se analizarán las fachadas entre dos sectores de incendio.

Seguidamente, y una vez conocida la sectorización del edificio (establecida en el punto *"E.2.1. Sectores de incendio"*), el tener fachadas entre dos sectores de incendio (horizontalmente hablando) únicamente se puede dar en las fachadas que separan las dos escaleras protegidas del resto de sectores. Por tanto, los casos de estudio serán los mostrados por la *Ilustración E.1*, la cual

muestra fachadas a 90º (sector de incendio de planta con escalera protegida Norte) y fachadas a 180º (sector de incendio de planta con escalera protegida Este):

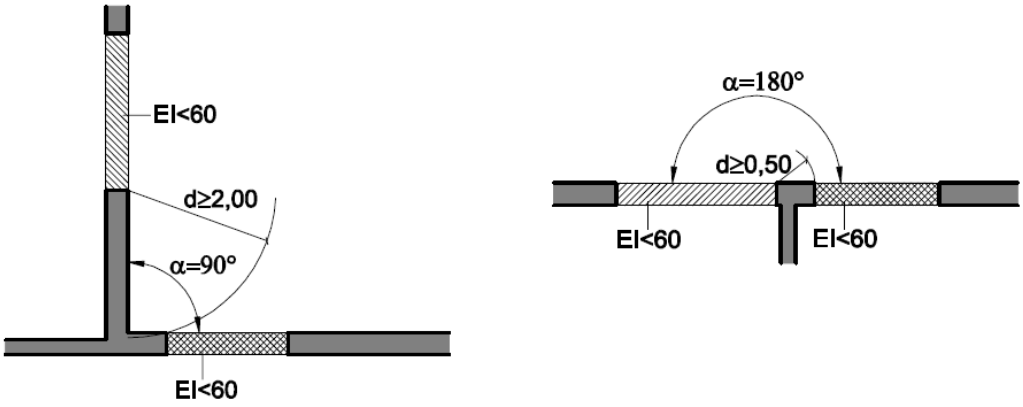


Ilustración E.1. Fachadas a 90º y 180º [Fuente: CTE SI-2: Propagación exterior]

Tal y como se puede observar, los puntos que tienen una resistencia al fuego menor a EI 60 son los referidos a las ventanas (los demás son, según lo comentado en el punto *"E.2.2. Condiciones de los sectores de incendio y las zonas de riesgo especial"*, EI 60), debido principalmente al uso de vidrio convencional. Sin embargo, observando los *Planos 50 y 52* del *Anexo K*, se puede comprobar como ninguna de las escaleras protegidas tiene ventanas en el lado de su fachada, por lo que estos casos especiales no harán falta tampoco tenerlos en cuenta.

• **PROPAGACIÓN VERTICAL**

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, o entre un local de riesgo especial alto y otras zonas, dicha fachada deber al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la misma (ver *Ilustración E.2*).

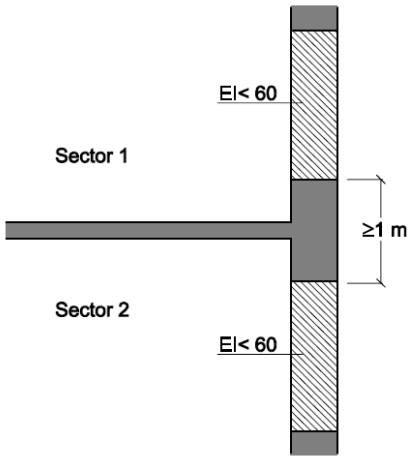


Ilustración E.2. Encuentro forjado-fachada [Fuente: CTE SI-2: Propagación exterior]

En el caso del CAP, este aspecto únicamente se puede dar en los cambios de sector de incendio, es decir, entre las plantas PB1-PB2 y P2-P3, ya que a los cambios de planta PB2-P1 y P1-P2 no se les aplica esta norma debido a que forman un único sector de incendio entre ellos. Además, el cambio P3-PCubierta tampoco se rige por dicha especificación, ya que los locales de instalaciones de la cubierta están catalogados como de riesgo especial bajo, y únicamente se deben tener en cuenta los de riesgo especial alto.

No obstante, de cara a respetar el diseño de las fachadas del proyecto (que tienen ventanas de forjado a forjado, uniendo en muchos casos varias plantas), se opta por utilizar (tan solo en los casos específicos donde existan ventanas de unión entre sectores) vidrios especiales cortafuegos Dothglass ISO EI 60, del fabricante **Tecfiredothauxibat,** durante un mínimo de 1 m (ver *Ilustración E.3*).

Clasificación / Classification:	**EI 60**
Utilización / Application:	**Interior y/o Exterior**
Espesor / Thikness:	**> 35 mm**
Tamaño mínimo de fabricación / Minimum manufacturing size:	**300 x 400 mm**
Tamaño máximo de fabricación / Maximum fabrication size:	**2200 x 3500 mm**
Tamaño máximo recomendable de utilización / Maximum recommendable size of use:	**Según ensayo**
Tolerancia de espesor / Thikness tolerance:	**± 2 mm**
Tolerancia dimensional / Size tolerance:	**± 2 mm**
Peso unitario / Weight:	**> 62 kg/m2**
Transmisión Lumínica / Ligth transmission (EN 410):	**72%**
Indice de reducción acústica / Sound reduction (EN 140 - 3):	**Rw 43 dB**
Conductividad térmica, coeficiente U / Vaue (EN 673):	**1,7 W/m2 K**

Ilustración E.3. Especificaciones técnicas del vidrio cortafuegos Dothglass ISO EI 60
[Fuente: Tecfiredothauxibat]

La ubicación de los puntos donde es necesaria la utilización de este tipo de vidrio se puede observar al detalle en los *Planos 50-53* del *Anexo K*.

• **REACCIÓN AL FUEGO**

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 (ver *Tabla E.6*), hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta.

E.3.3. Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, ésta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo.

Asimismo, y siguiendo lo establecido por la normativa del CTE, en el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura H sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la indicada por la *Tabla E.8*, en función de la distancia D de la fachada, en proyección horizontal (ver *Ilustración E.4*), a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

Tabla E.8. Altura H en función de la distancia D [Fuente: CTE SI-2: Propagación exterior]

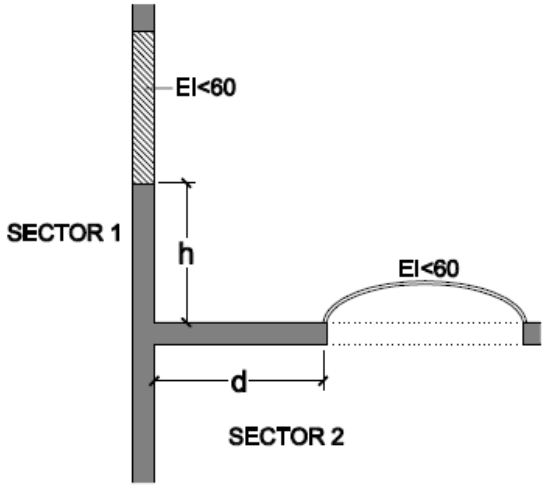


Ilustración E.4. Encuentro cubierta-fachada [Fuente: CTE SI-2: Propagación exterior]

La *Ilustración E.4* es un claro ejemplo de lo que pasa exactamente en la Planta 3 del CAP. El diseño del edificio contempla la construcción de un doble espacio que, tal y como se ha comentado anteriormente, sirve para aprovechar la luz natural del exterior para iluminar el interior de la edificación.

La cuestión es que, dicho doble espacio tiene su cubierta en el suelo de la Planta 3 (y está lleno de claraboyas), y para proteger el interior de esta planta del exterior del edificio, se utilizan ventanales de forjado a forjado. Por tanto, y observando la sección transversal del *Plano 54* del *Anexo K*, se

debería buscar una relación adecuada que permitiera conservar el diseño inicial. Con H=0 m (ventanas empezando en el suelo, como es el caso), sería obligatorio emplazar todas las claraboyas a más de 2,5 m de la fachada acristalada (que es el elemento de EI < 60), hecho que no es posible cumplir, ya que el ancho del doble espacio es de 5 m y se debe dejar esta distancia a cada lado del mismo. Por ello, se opta también en este caso por construir esta fachada interior mediante el vidrio especial cortafuegos Dothglass ISO EI 60, utilizado anteriormente en determinados casos de las fachadas (ver *Ilustración E.3* del punto *"E.3.2. Fachadas"*).

E.4. Evacuación de ocupantes

E.4.1. Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación máxima del CAP deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la *Tabla E.9*, en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla, se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

Destacar, que de la tabla general perteneciente a la normativa del CTE, únicamente se extraen los datos de aquellos usos que puedan ser de interés para el cálculo de la ocupación pertinente.

Uso previsto	**Zona, tipo de actividad**	**Ocupación** (m^2/persona)
Cualquiera	Aseos de planta	3
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
Hospitalario	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
Archivos, almacenes		40
Pública concurrencia	Zonas de público en gimnasios: con aparatos	5

Tabla E.9. Densidades de ocupación [Fuente: CTE SI-3: Evacuación de ocupantes]

Mediante la herramienta de medición de Autocad se consigue la superficie útil requerida de cada estancia, de manera que con estos valores y los obtenidos de la *Tabla E.9* se llega al dato final de la ocupación máxima del CAP. El detalle de este procedimiento se muestra en la *Tabla E.10*.

	Estancia	Superficie de cálculo [m²]	Ocupación [m²/persona]	Personas de cálculo	Personas definitivas	Total personas por planta
PB1	Vestuarios hombres	16,13	3	5,38	6	111
	Vestuarios mujeres	16,13	3	5,38	6	
	Baño superior	16,90	3	5,63	6	
	Baño inferior	43,50	3	14,50	15	
	Vestíbulo recepción	56,73	2	28,37	29	
	Recepción	27,66	10	2,77	3	
	Sala de espera	60,46	2	30,23	31	
	Boxes	44,55	10	4,46	5	
	Dormitorios	----------	----------	2,00	2	
	Sala estar	29,34	5	5,87	6	
	Almacenes	12,54	40	0,31	1	
	Archivo	21,63	40	0,54	1	
PB2	Baños	32,88	3	10,96	11	133
	Vestíbulo recepción	41,46	2	20,73	21	
	Recepción	19,70	10	1,97	2	
	Sala de espera	138,69	2	69,35	70	
	Consultas	228,81	10	22,88	23	
	Laboratorio	10,80	5	2,16	3	
	Almacén residuos	19,82	40	0,50	1	
	Archivo	45,36	40	1,13	2	
P1	Baños	14,16	3	4,72	5	140
	Vestíbulo	23,46	2	11,73	12	
	Sala de espera	177,43	2	88,72	89	
	Consultas	339,15	10	33,92	34	
P2	Baños	14,16	3	4,72	5	156
	Vestíbulo	23,04	2	11,52	12	
	Oficinas	143,14	10	14,31	15	
	Aula docencia	50,77	1,5	33,85	34	
	Sala de espera	141,84	2	70,92	71	
	Consultas	176,87	10	17,69	18	
	Almacén	13,50	40	0,34	1	
P3	Vestuarios hombres	24,22	3	8,07	9	116
	Vestuarios mujeres	24,23	3	8,08	9	
	Vestuarios obstetricia	28,07	3	9,36	10	
	Baños	14,16	3	4,72	5	
	Vestíbulo	24,76	2	12,38	13	
	Sala de espera	24,15	2	12,08	13	
	Consultas/boxes	90,58	10	9,06	10	
	Almacenes	49,42	40	1,24	2	
	Salas usos múltiples	223,52	5	44,70	45	
				TOTAL	656	

Tabla E.10. Cálculo de la ocupación máxima del CAP

Tal y como se puede observar, la ocupación máxima del CAP puede llegar a ser de 656 personas, según lo estipulado por la normativa del CTE.

E.4.2. Diseño del plan de evacuación del CAP

E.4.2.1. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

La longitud de los diferentes recorridos de evacuación previstos en caso de incendio del CAP es función del número de salidas de planta o salidas del recinto del mismo. La normativa del CTE estipula que, en caso de existir una única salida de planta o de recinto, las longitudes de los

recorridos de evacuación de cada planta no podrán exceder de 25 m, mientras que si se tienen dos o más, dichas longitudes pueden aumentar hasta los 50 m.

El diseño del edificio, tal y como se ha comentado en puntos anteriores, ya contempla la construcción de dos escaleras protegidas (que son consideradas salidas de planta precisamente por su carácter protegido), ya que si no sería imposible cumplir con la norma de los 25 m, por lo que esta edificación se encuentra en el segundo de los dos casos antes citados.

Una vez identificado el caso, todas las características que deben cumplir los recorridos de evacuación que se diseñen se pueden observar al detalle en la *Tabla E.11*.

Plantas o *recintos* que disponen de más de una *salida de planta* o salida de *recinto* respectivamente	La longitud de los *recorridos de evacuación* hasta alguna *salida de planta* no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en *uso Hospitalario* y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.
	La longitud de los *recorridos de evacuación* desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos *recorridos alternativos* no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en *uso Hospitalario* o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.
	Si la *altura de evacuación* descendente de la planta obliga a que exista más de una *salida de planta* o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una *altura de evacuación* mayor que 2 m, al menos dos *salidas de planta* conducen a dos escaleras diferentes.

Tabla E.11. Longitud de los recorridos de evacuación según número de salidas
[Fuente: CTE SI-3: Evacuación de ocupantes]

E.4.2.2. Dimensionado de los recorridos de evacuación

Un correcto diseño de un plan de evacuación es aquel que distribuye, de la manera más óptima posible, la ocupación calculada en el punto *"E.4.1. Cálculo de la ocupación"* por las diferentes salidas de planta o de recinto. Por ello, en primer lugar se debe conocer la capacidad de evacuación de cada una de las dos escaleras protegidas que se tienen en el CAP, dato proporcionado por la *Tabla E.12* según el ancho de las mismas:

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		*Escalera protegida* (evacuación descendente o ascendente)					
	Evacuación ascendente	Evacuación descendente	Nº de plantas 2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58

Tabla E.12. Capacidad de evacuación de las escaleras [Fuente: CTE SI-3: Evacuación de ocupantes]

Las escaleras Norte y Este del CAP tienen un ancho de 1,40 m y 1,20 m respectivamente. Sin embargo, además de esta diferencia, hay que recalcar que la primera de ellas únicamente evacúa descendentemente a 3 plantas (P3, P2 y P1), ya que su recorrido va des de la Planta 3 hasta la Planta Baja 2, mientras que la segunda puede evacuar a 4 plantas (P3, P2, P1 y PB2).

Conocidos estos datos, se puede concluir que las capacidades de evacuación de las escaleras Norte y Este son de 380 y 356 personas respectivamente (interpolando en el caso de la escalera Norte).

Seguidamente, ya se está en disposición de diseñar los recorridos de evacuación de cada planta, los cuales se muestran en los *Planos 55-60* del *Anexo K.* Además, a continuación se presenta la *Tabla E.13* con la distribución final de la ocupación del edificio por cada recorrido de planta y escalera (utilizando los datos de ocupación calculados en la *Tabla E.10*), de manera que se puede conocer con exactitud qué capacidad de evacuación se utiliza en cada caso.

Planta	Color recorrido evacuación	Ocup. recorrido [personas]	Ocup. planta [personas]	Salida de planta/edificio		Ocup. acumulada escalera Norte [personas]	Ocup. acumulada escalera Este [personas]
P3		75	116	Esc. Norte		75	0
		3		Esc. Norte		78	0
		16		Esc. Este		78	16
		22		Esc. Este		78	38
P2		44	156	Esc. Norte		122	38
		51		Esc. Norte		173	38
		24		Esc. Este		173	62
		37		Esc. Este		173	99
P1		38	140	Esc. Norte		211	99
		36		Esc. Norte		247	99
		33		Esc. Este		247	132
		33		Esc. Este		**247**	165
PB2		**75**	133	Acc. Norte		---	165
		30		Esc. Este		---	195
		28		Esc. Este		---	**223**
PB1		**111**	111	Acc. Sur		---	---

Tabla E.13. Distribución final de la ocupación del edificio por cada planta y escalera

Las conclusiones que se pueden extraer con la información facilitada por la tabla anterior son las siguientes:

• Las escaleras no llegan a su límite de capacidad de evacuación, estando exactamente al 65% y al 63% (escalera Norte y Este respectivamente). Con este dato, se puede comprobar como las dos escaleras se han utilizado óptimamente, ya que la ocupación de las plantas a las que evacuan en sentido descendente se ha distribuido homogéneamente.

• Por los accesos del CAP se evacua a un total de 186 personas, 75 por la salida Norte (PB2) y 111 por la salida Sur (PB1). Recalcar, que en el caso de la PB2 se podría haber evacuado a toda la planta por el acceso Norte, pero debido a la proximidad entre la escalera Este y la zona Sur de dicha planta, se ha optado por reducir el recorrido de evacuación de esta zona.

• Por otro lado, en la PB1 sí que se ha decidido diseñar un único recorrido de evacuación para toda la planta, utilizando el acceso Sur como salida. En este caso, a diferencia de lo mencionado en el punto anterior, se ha decidido proceder de esta manera debido a la proximidad entre la escalera Este y el acceso Sur, evitando así una sobrecarga de personas en la escalera (su utilización de capacidad de evacuación aumentaría en más de un 20%, desequilibrando la homogeneidad antes mencionada).

E.4.2.3. Puertas situadas en los recorridos de evacuación

Se distinguirán dos clases de puertas según estén previstas como puertas de salida de planta o de edificio.

Todas las puertas previstas como salida de planta tendrán las siguientes características:

• Serán abatibles con eje de giro vertical, y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura des del lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

• Serán de barra horizontal de empuje conforme a la norma *UNE EN 1125: 2009, Dispositivos antipánico para salidas de emergencia accionadas por una barra horizontal*, y por tanto, siempre abrirán en el sentido de la evacuación.

Por otro lado, las puertas previstas como salida de edificio, es decir, las de los accesos de la Planta Baja 1 y 2, serán puertas correderas automáticas que cumplirán los siguientes requisitos:

• Dispondrán de un sistema que en caso de fallo en el suministro eléctrico o en caso de señal de emergencia abra y mantenga la puerta abierta, o bien permita su apertura abatible en el sentido de la evacuación mediante simple empuje.

• Debido a que estas puertas son las de acceso al CAP, y por tanto, forman parte de un itinerario accesible (consultar *Anexo H: Parámetros de accesibilidad* y ver *Planos 68-69* del *Anexo K*), la fuerza de apertura por empuje (en caso de fallo eléctrico) no excederá de 65 N.

• Se someterán obligatoriamente a las condiciones de mantenimiento conforme la norma *UNE EN 12635:2002, Puertas industriales, comerciales, de garajes y portones*.

E.4.2.4. Señalización de los medios de evacuación

Todos los medios que intervengan en el plan de evacuación se deberán señalizar según la normativa *UNE 23034:1988, Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación*. Se utilizarán los siguientes criterios:

• Las salidas del edificio tendrán una señal con la palabra “Salida”, tal y como muestra la *Ilustración E.5*, de medidas 29,7x10,5 cm.

Ilustración E.5. Rótulo normalizado de salida de planta o edificio [Fuente: Seguridad Integral del Norte]

• La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia. Sus medidas son 29,7x22,4 cm.

Ilustración E.6. Rótulo normalizado de salida de emergencia [Fuente: Seguridad Integral del Norte]

• Deberán disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos de evacuación, visibles desde todo origen de evacuación des del que no se perciban directamente las salidas o sus señales. Además, en los puntos de los recorridos en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.

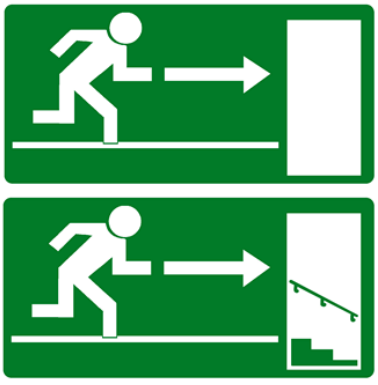


Ilustración E.7 Rótulos normalizados de dirección de recorrido de evacuación
[Fuente: Seguridad Integral del Norte]

En el caso del CAP, se necesitarán dos tipos de señales de dirección, unas que indiquen el recorrido hacia una salida de emergencia por escalera descendente, y otras que lo indiquen directamente hacia la salida, ya que existen las dos posibilidades de evacuación. Dichas señales son las mostradas por la *Ilustración E.7*, de medidas 32x16 cm.

• Los itinerarios de evacuación accesibles que conduzcan a una salida accesible (como en el caso de la Planta Baja 1 y 2) se señalizarán mediante el rótulo mostrado por la *Ilustración E.8*, de medidas 32x16 cm.

Ilustración E.8. Rótulo normalizado de dirección de recorrido de evacuación por itinerario accesible
[Fuente: Seguridad integral del Norte]

• Las puertas de barra horizontal de empuje se identificarán mediante la señal mostrada por la *Ilustración E.10*, de medidas 30x22,4 cm.

Ilustración E.10. Rótulo normalizado para las puertas de barra horizontal de empuje
[Fuente: Seguridad Integral del Norte]

Finalmente, destacar que toda esta señalización será la utilizada en los *Planos 55-60* del *Anexo K*, de manera que la comprensión del plan de evacuación sea la mejor posible.

E.5. Equipamiento de la instalación contra incendios

Según el CTE, todo edificio debe disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la *Tabla E.14* (se presenta un extracto de la tabla general con los usos previsto del CAP). El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el *Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPI)*, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que sea de aplicación. Además, la puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 de dicho Reglamento.

En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo *origen de evacuación*. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 [(1)] de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya *altura de evacuación* exceda de 28 m
Hidrantes exteriores	Si la *altura de evacuación* descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en *establecimientos* de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m^2 y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m². Al menos un hidrante hasta 10.000 m^2 de superficie construida y uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya *altura de evacuación* exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en *uso Hospitalario* o *Residencial Público* o de 50 kW en cualquier otro uso En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de *uso Pública Concurrencia* y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2. [(7)]
Sistema de alarma [(6)]	Si la superficie construida excede de 1.000 m^2.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m^2, detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m^2, en todo el edificio.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m^2. Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción.

(1) Un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales y zonas de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.

(6) El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas. Las señales visuales serán perceptibles incluso en el interior de *viviendas accesibles para personas con discapacidad auditiva* (ver definición en el Anejo SUA A del DB SUA).

(7) Los equipos serán de tipo 25 mm.

Tabla E.14. Dotación de instalaciones de protección contra incendios
[Fuente: CTE SI-4: Instalaciones de protección contra incendios]

Del uso general, el CAP debe cumplir con el siguiente equipamiento:

• Extintores de eficacia 21A-113B cada 15 m, como máximo, en todo el recorrido de cada planta, y des de todo origen de evacuación. Además, hay que tener en cuenta la ubicación de todos los locales de riesgo especial mencionados en el apartado *"E2.1. Sectores de incendio del edificio"* de este mismo anexo, ya que se deben situar extintores cerca del acceso a los mismos. Éstos se deberán identificar mediante la señal mostrada por la *Ilustración E.11*, de medidas 21x29,70 cm.

Ilustración E.11. Rótulo normalizado para la señalización de extintores [Fuente: Seguridad Integral del Norte]

• Un hidrante exterior, ya que la superficie construida del CAP es de exactamente 3657,41 m^2 (el valor se calcula realizando la suma de las superficies de cada planta y restando los huecos creados por el doble espacio). Por cuestiones de comodidad en la intervención de los bomberos, se decide ubicar dicho hidrante en el acceso Sur del edificio, cerca de la parte Este del mismo (ver *Plano 49* del *Anexo K*). Éste se deberá identificar mediante la señal mostrada por la *Ilustración E.12,* de medidas 21x29,70 cm.

Ilustración E.12. Rótulo normalizado para la señalización de hidrantes [Fuente: Seguridad Integral del Norte]

• Por otro lado, este uso no obliga a instalar ni bocas de incendio equipadas (BIE) ni ascensores de emergencia, ya que no se tienen zonas de riesgo especial alto, y la altura de evacuación no excede de 28 m.

Del uso específico Administrativo, la edificación debe de estar dotada con el siguiente equipamiento:

• Bocas de incendio equipadas, ya que como se ha comentado anteriormente, la superficie construida sobrepasa los 2000 m^2. Consultando el *RIPI*, éstas se deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. Serán de tipo 25 mm.

b. Deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

c. Se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

d. La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m, por lo que debido a las características dimensionales del CAP, tan solo hace falta instalar una BIE en cada planta.

Además, éstas se deberán identificar mediante la señal mostrada por la *Ilustración E.13*, de medidas 21x29,70 cm.

Ilustración E.13. Rótulo normalizado para la señalización de BIE's [Fuente: Seguridad Integral del Norte]

Destacar, que debido a que alargaría notablemente las explicaciones y a que el CTE lo deja en manos del *RIPI*, no se procederá al dimensionado de la red de tuberías de este equipamiento. De todas formas, recalcar que el diseño de dicha red se asemeja a lo realizado en la instalación de suministro de agua sanitaria, únicamente cambiando algunos valores de entrada (como caudal, presión en el punto de suministro, etc.).

• Un sistema de alarma para informar en caso de incendio, ya que la superficie construida sobrepasa los 1000 m^2. Se dispondrán dos sirenas piezoeléctricas de pre extinción óptico-acústica por planta.

• Por otro lado, este uso no obliga a instalar ni hidrantes exteriores ni un sistema de detección de incendios. De todas maneras, los primeros vienen obligados por el uso general, y aunque no sea necesario, se decide dotar al CAP de un sistema de detección de incendios formado por dos pulsadores de alarma manuales en cada planta, situados de manera que desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no se superen los 25 metros.

Dichos pulsadores se deberán identificar mediante la señal mostrada por la *Ilustración E.14*, de medidas 21x29,70 cm.

Ilustración E.14. Rótulo normalizado para la señalización de pulsadores de alarma
[Fuente: Seguridad Integral del Norte]

La ubicación final de todo este equipamiento se puede observar al detalle en los *Planos 55-60* del *Anexo K*, identificada mediante la señalización citada anteriormente, la cual se define en la norma *UNE 23033-1: Seguridad contra incendios. Señalización.*

E.6. Intervención de los bomberos

E.6.1. Entorno del edificio

Debido a que el CAP tiene una altura de evacuación descendente mayor que 9 m, éste tiene que disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos, o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentren aquellos:

• Anchura mínima libre de 5 m.

• Altura libre de 18 m, correspondiente a la altura total del edificio.

• Separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio de 18 m.

• Distancia máxima hasta los accesos al edificio de 30 m.

• Pendiente máxima del suelo del 10%.

• Resistencia al punzonamiento del suelo de 100 kN sobre 20 cm de diámetro.

Además, los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a dicho espacio de maniobra deben cumplir con otras condiciones específicas, como son:

• Anchura mínima libre de 3,5 m.

• Altura mínima libre o gálibo de 4,5 m.

• Capacidad portante del vial de 20 kN/m^2.

Todos estos aspectos se pueden verificar al detalle en el *Plano 49* del *Anexo K.*

E.6.2. Accesibilidad por fachada

Las fachadas en las que estén situados los accesos del edificio deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal de servicio de extinción de incendios. Dichos huecos cumplirán estrictamente con las siguientes condiciones:

• Deben facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.

• Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, de 0,80 m y 1,20 m respectivamente.

• La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m.

• No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos.

Todos estos aspectos, así como la ubicación exacta de los huecos de emergencia de acceso al edificio, se pueden verificar al detalle en el *Planos 50-51* del *Anexo K*.

E.7. Alumbrado de emergencia

E.7.1. Cálculo del alumbrado de emergencia mediante DAISA 5.0.

Tal y como se explica en la memoria, el diseño del alumbrado de emergencia se ha realizado mediante el software DAISA 5.0, de la empresa Daisalux. Este programa contiene toda la normativa a

cumplir en España en cuanto a aspectos de iluminación de emergencia se refiere (CTE y REBT), por lo que resulta muy útil para este proyecto.

A continuación se explica en seis simples pasos el procedimiento de uso del programa:

1. Importación del plano a DAISA 5.0.

En primer lugar se debe importar la geometría de la planta al programa de simulación. DAISA 5.0 acepta archivos de Autocad en formato .dxf, por lo que este paso es el más sencillo de todos.

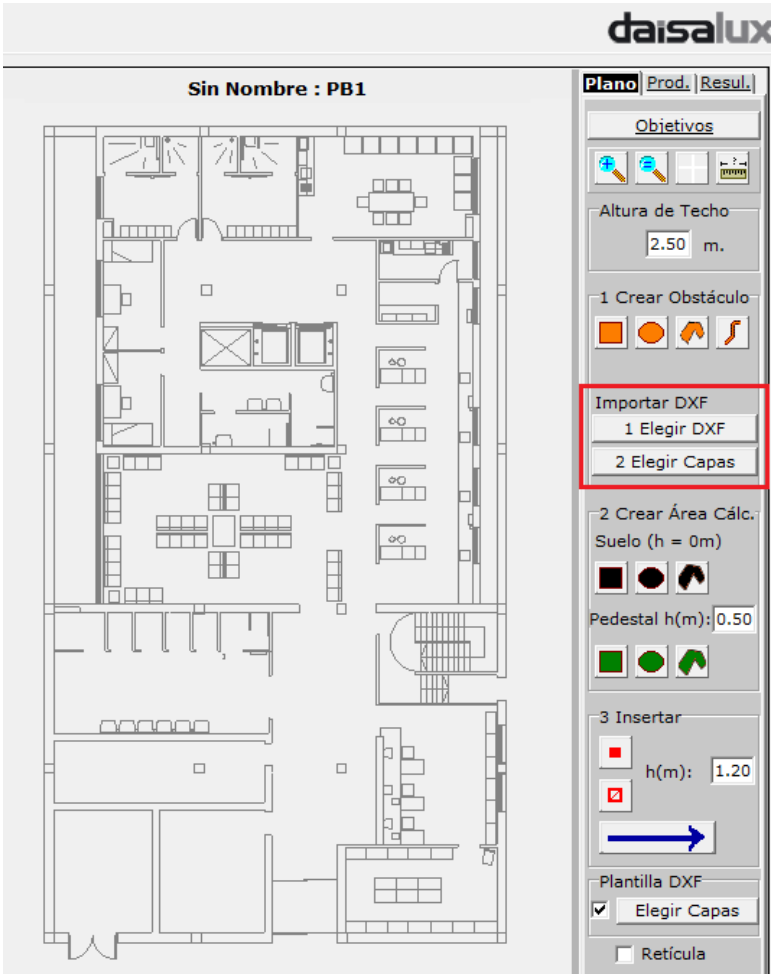


Ilustración E.15. Importación de archivos de Autocad a DAISA 5.0

2. Paso de dibujo de Autocad a obstáculo DAISA 5.0.

A continuación, se deben crear todos los obstáculos de cada planta, de manera que el programa reconozca la ubicación de tabiques, columnas, etc. Este paso es muy sencillo si la planta se ha dibujado correctamente en Autocad, ya que DAISA 5.0 permite seleccionar o deseleccionar cualquier capa de Autocad.

En el caso del CAP, únicamente se han pasado a obstáculo los elementos estructurales (columnas y paredes maestras) y los elementos de separación de estancias (tabiques), ya que DAISA 5.0 los interpreta como elementos que van des del suelo hasta el techo. Por ello, todo el mobiliario y dibujos de interpretación del plano (escaleras, tuberías, etc.) se han desactivado.

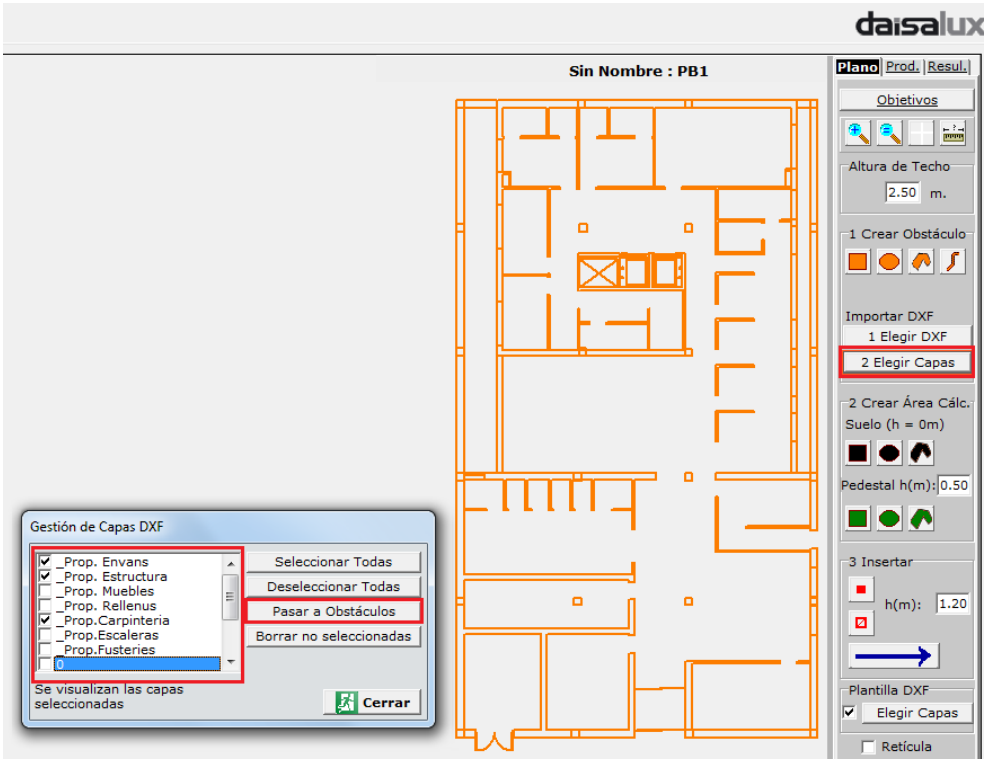


Ilustración E.16. Paso de dibujo de Autocad a obstáculo mediante DAISA 5.0

3. Zonas de cálculo

El siguiente paso de la simulación trata de definir las diferentes zonas de cálculo de la planta en cuestión. Este es, sin duda, el punto de más trabajo, ya que hay que definir todas y cada una de las estancias que se quieran simular.

En primer lugar, hay que crear obstáculos lineales para simular las puertas, de manera que se tengan recintos totalmente cerrados. Con DAISA 5.0 se puede hacer este paso de forma muy sencilla:

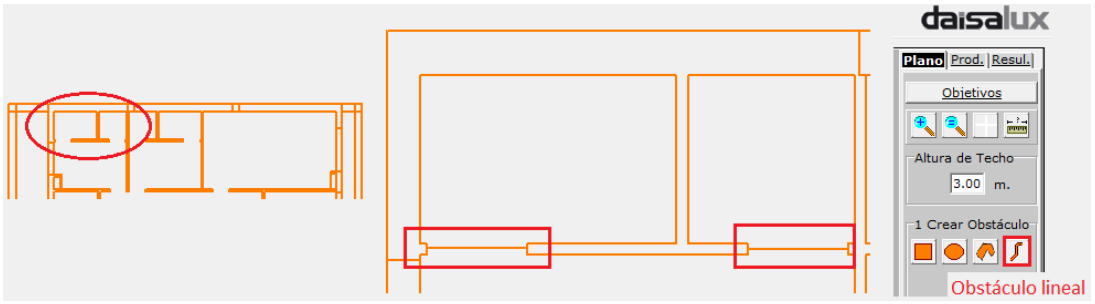


Ilustración E.17. Simulación de puertas mediante obstáculos lineales

Una vez cerradas todas las estancias de la planta, se procede a indicar al programa las zonas que debe tener en cuenta de cara al cálculo del alumbrado de seguridad. Este paso se realiza mediante las herramientas de edición de zonas de cálculo, las cuales pueden ser rectangulares, circulares o libres (creando el usuario el polígono que sea).

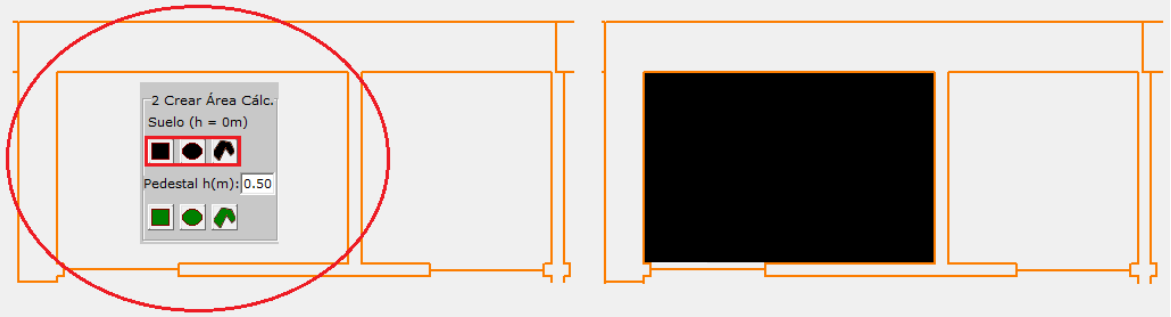


Ilustración E.18. Edición de las zonas de cálculo

En el caso del CAP, no se definirán como zonas de cálculo ni el doble espacio (por donde entra luz natural), ya que es una zona libre de cerramientos horizontales, ni las diferentes cabinas de lavabos, ya que en estas estancias las puertas nunca van de suelo a techo, por lo que no hace falta disponer de alumbrado de emergencia.

4. Ubicación de puntos de seguridad y definición de los recorridos de evacuación

Con todas las zonas del cálculo en planta se procede a la ubicación de los diferentes puntos de seguridad (extintores, bocas de incendio, pulsadores y cuadros eléctricos) y a la definición de los recorridos previamente diseñados (ver *Planos 55-60* del *Anexo K*).

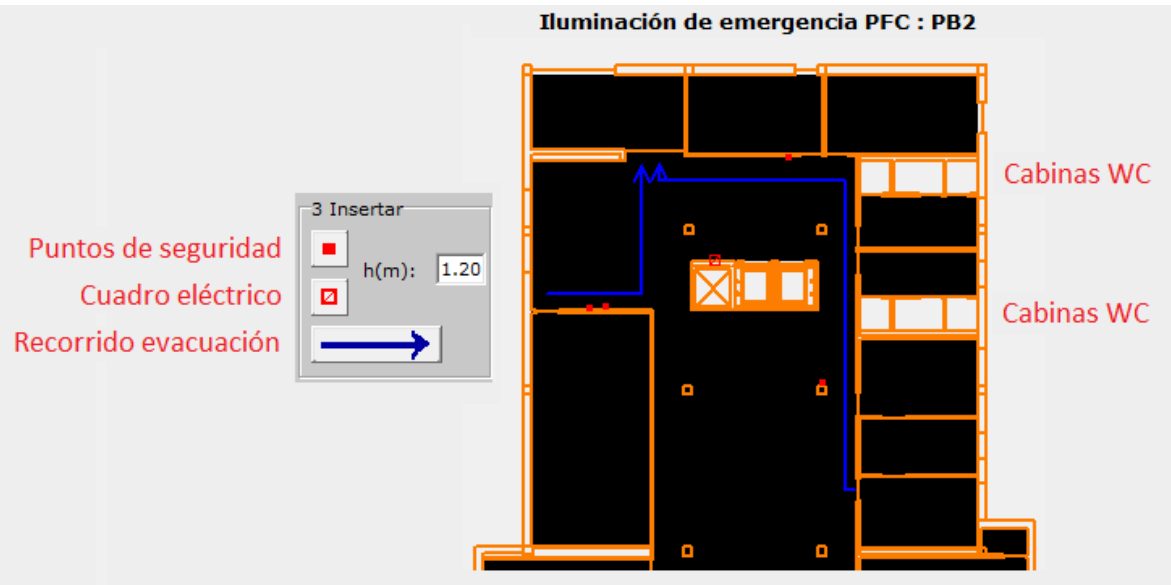


Ilustración E.19. Ubicación de puntos de seguridad y definición de los recorridos de evacuación

5. Ubicación de productos

Una vez se tienen los *Planos 55-60* del *Anexo K* simulados con DAISA 5.0 se está en disposición de ubicar estratégicamente por todas las estancias las luminarias de emergencia. Hay que tener presente en todo momento los objetivos lumínicos que se deben por cumplir, aspecto que el software lleva incorporado en su pantalla principal:

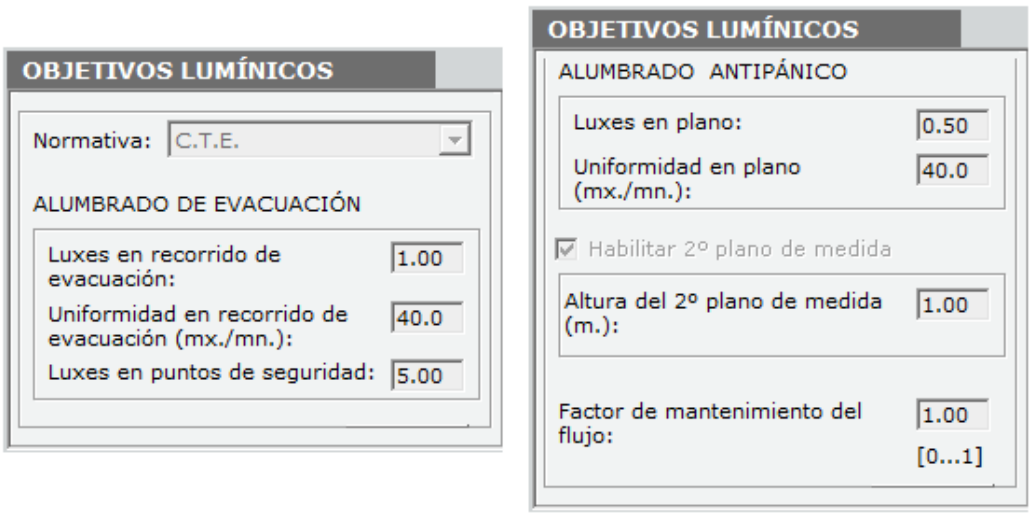


Ilustración E.20. Objetivos lumínicos a cumplir por normativa

Sabiendo estos objetivos, DAISA 5.0 permite colocar las luminarias de emergencia de manera que muestra gráficamente que cobertura de 1 lux y 0,5 lux abarca cada una de ellas. De esta forma, el usuario puede situar debidamente los productos para cumplir, por ejemplo, la normativa sobre los recorridos de evacuación y los diferentes puntos de seguridad de la planta.

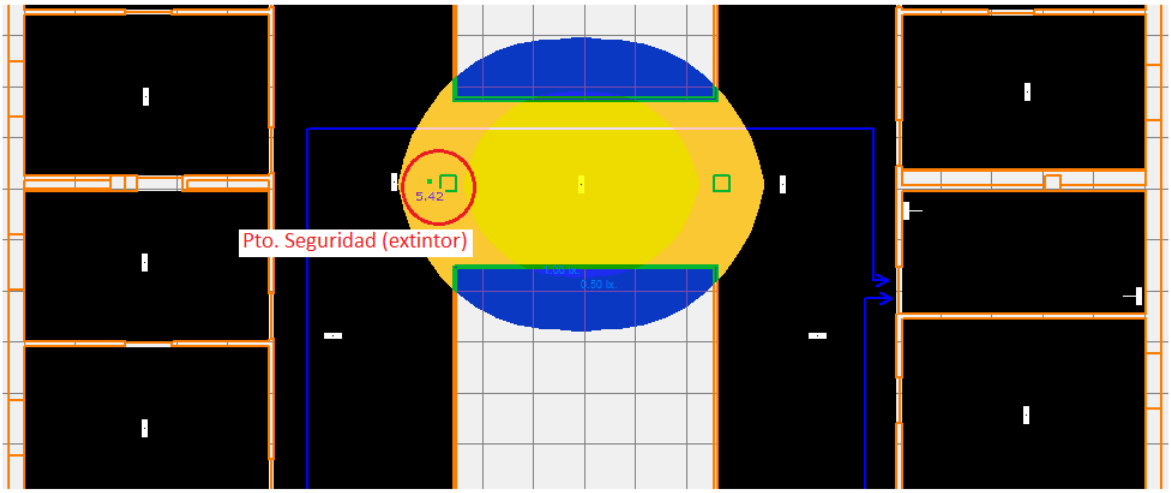


Ilustración E.21. Ubicación estratégica de las luminarias de emergencia

6. Cálculo

Finalmente, cuando se terminan de ubicar todos los productos sobre el plano se procede a la simulación de lo que se ha realizado. Para ello, simplemente se trata de escoger una resolución de cálculo (0,25 m es la más exacta que proporciona el programa, por lo que es ésta la que se utiliza) y esperar a que el programa resuelva el problema.

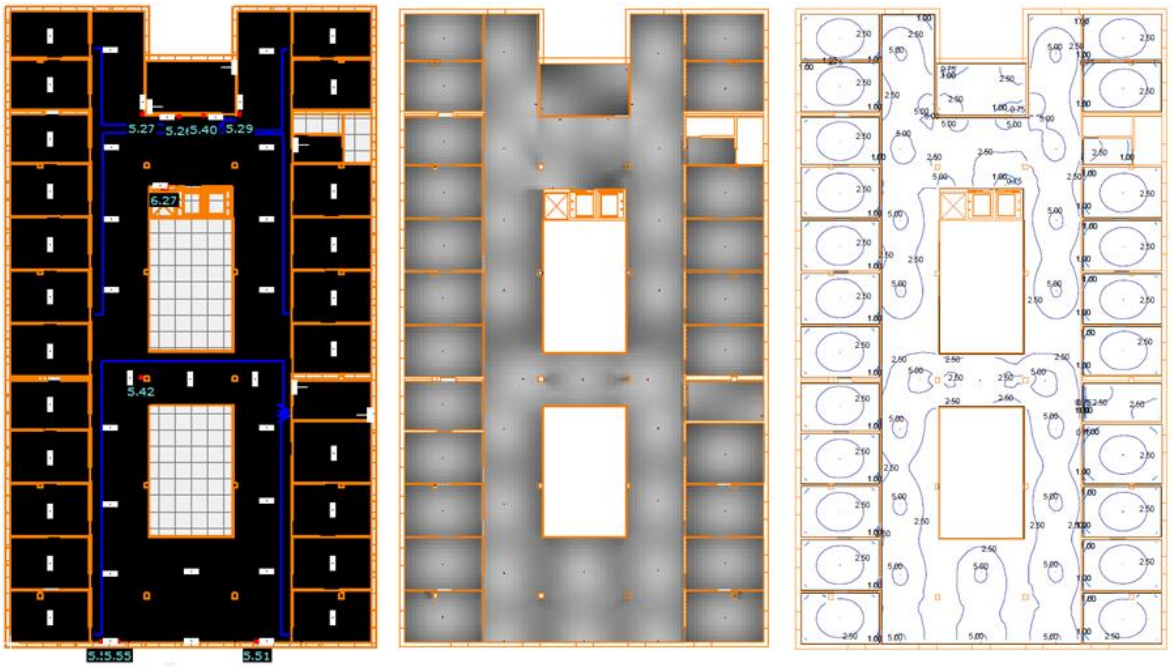


Ilustración E.22. Muestras de gráficos una vez resuelta la simulación mediante DAISA 5.0

E.7.2. Resultados de la simulación

De cara a hacer resumen completo, pero tampoco demasiado extenso, de la simulación obtenida para el alumbrado de emergencia, se ofrecerá para cada planta del CAP, la siguiente información:

• Plano general de situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos.

• Gráfico de tramas (en escala de grises) de la simulación en el plano Z=1 m (en Z=0 m no se muestra debido a que el interés se encuentra sobre los recorridos de evacuación, de los cuales se muestran sus propios gráficos).

• Curvas Isolux en el plano Z=1 m.

• Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación.

• Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos.

E.7.2.1. Planta Baja 1

• **Situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos**

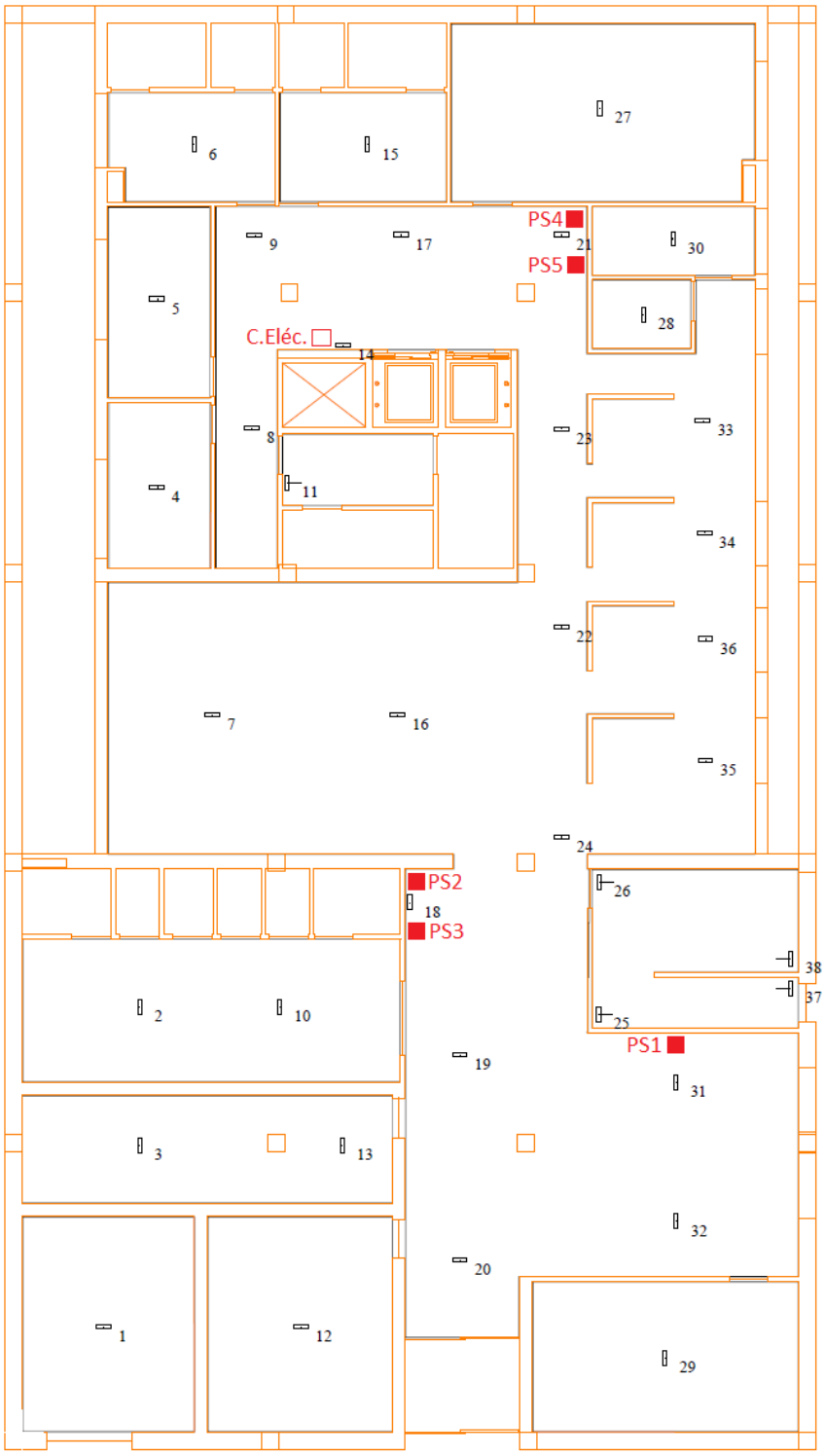


Ilustración E.23. Situación de las luminarias de emergencia y puntos de seguridad en la Planta Baja 1

- **Gráfico de tramas y curvas Isolux en el plano Z=1 m**

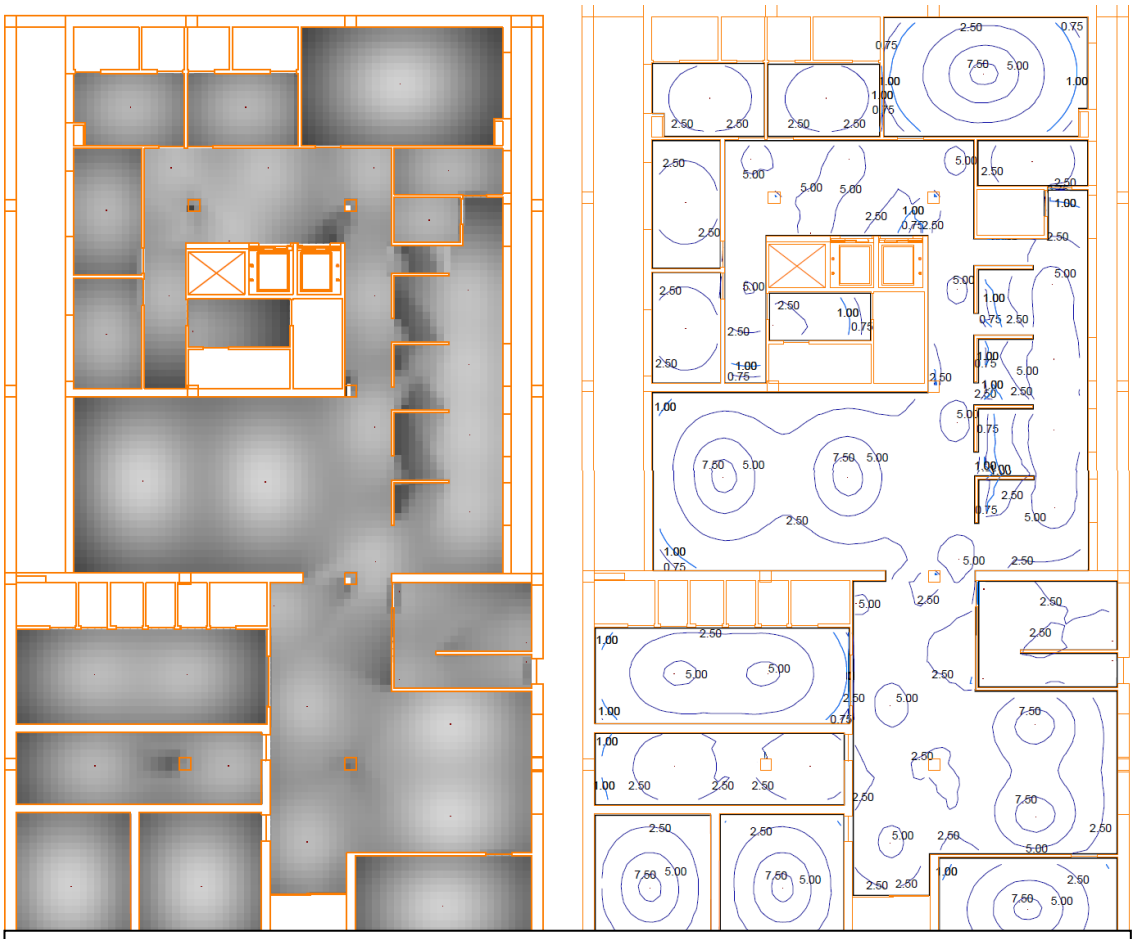


Ilustración E.24. Gráfico de tramas (izqda.) y curvas Isolux (dcha.) en el plano Z=1 m de la Planta Baja 1

- **Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación**

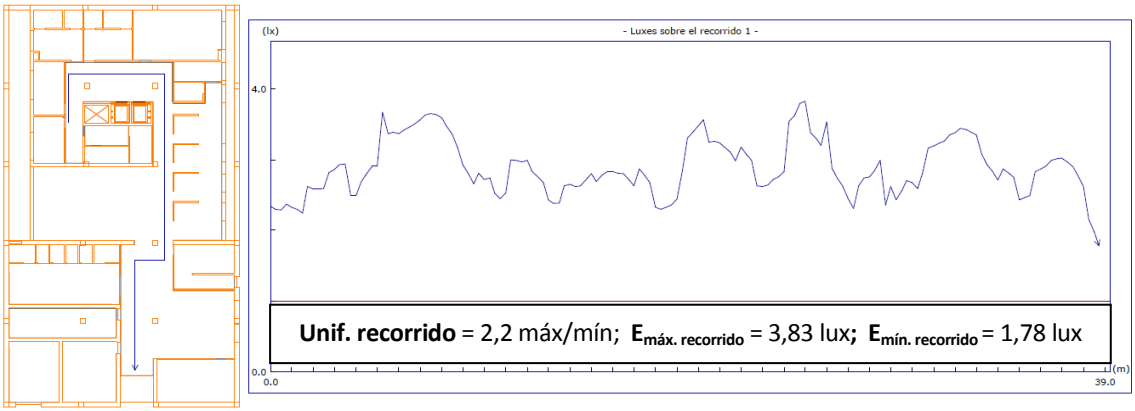


Ilustración E.25. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación de la Planta Baja 1

- **Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos**

Punto de seguridad	Resultado [lux]	Objetivo [lux]
PS1	5,76	5,00
PS2	5,86	5,00
PS3	6,10	5,00
PS4	5,36	5,00
PS5	5,40	5,00
Cuadro eléctrico	5,83	5,00

Tabla E.15. Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y cuadros eléctricos de la Planta Baja 1

E.7.2.2. Planta Baja 2

• **Situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos**

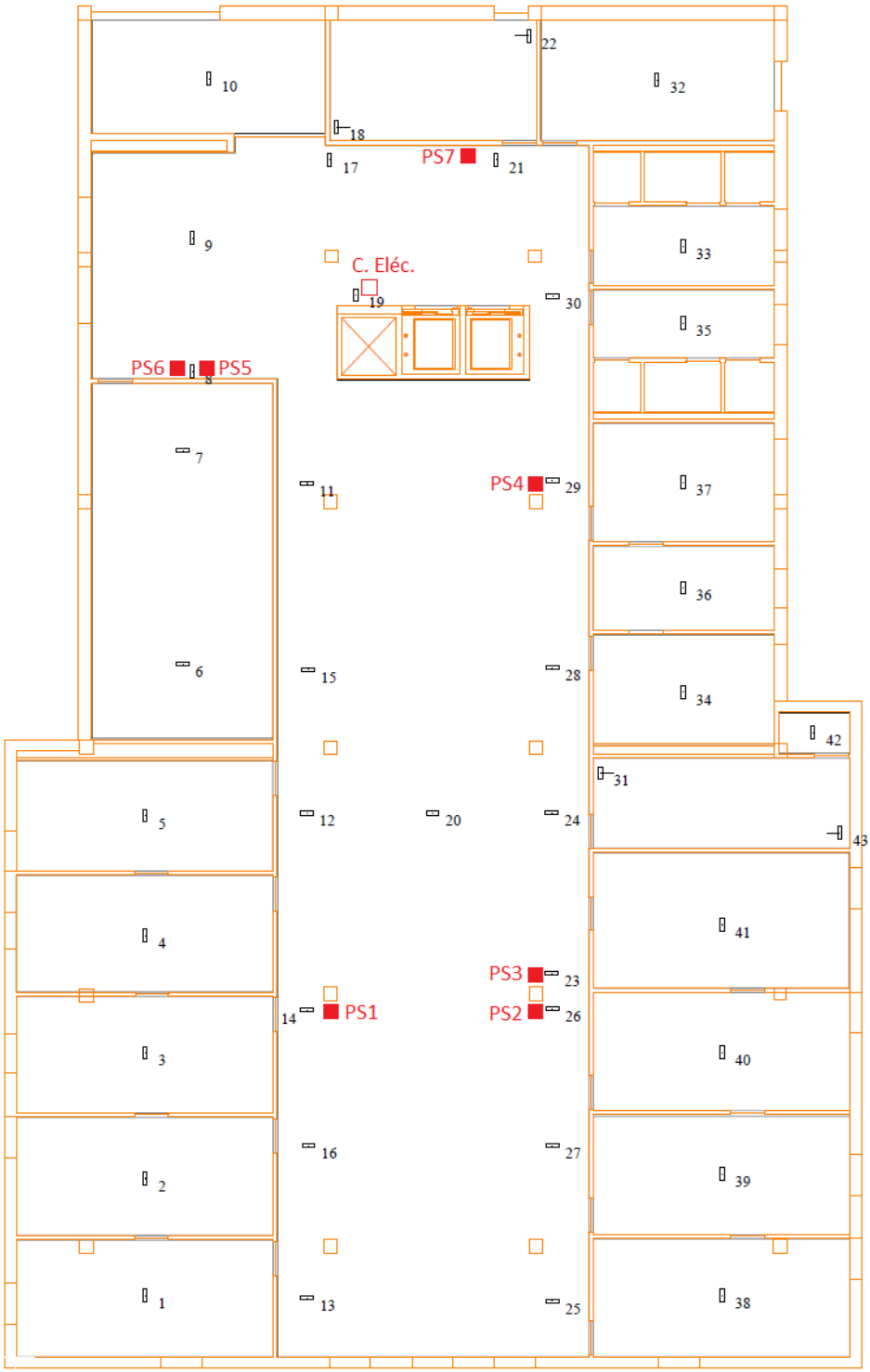
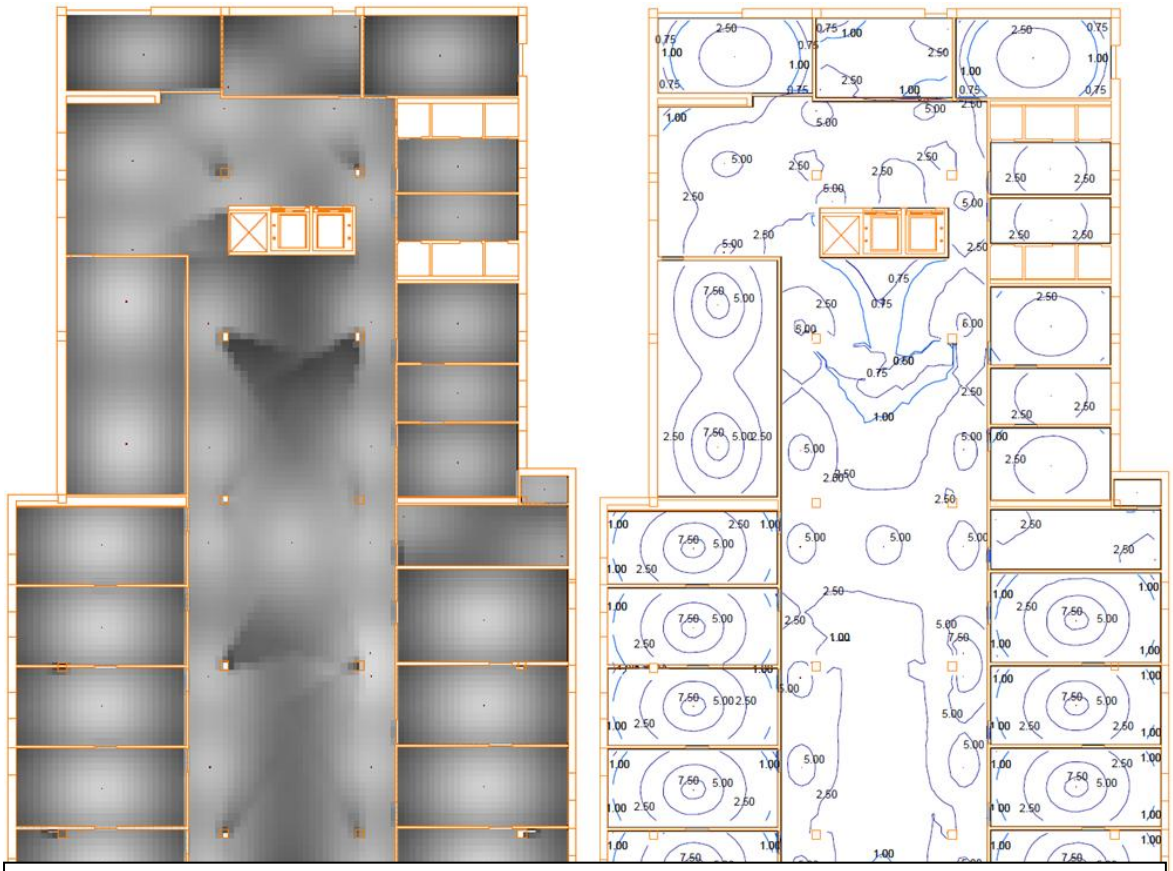


Ilustración E.26. Situación de las luminarias de emergencia y puntos de seguridad en la Planta Baja 2

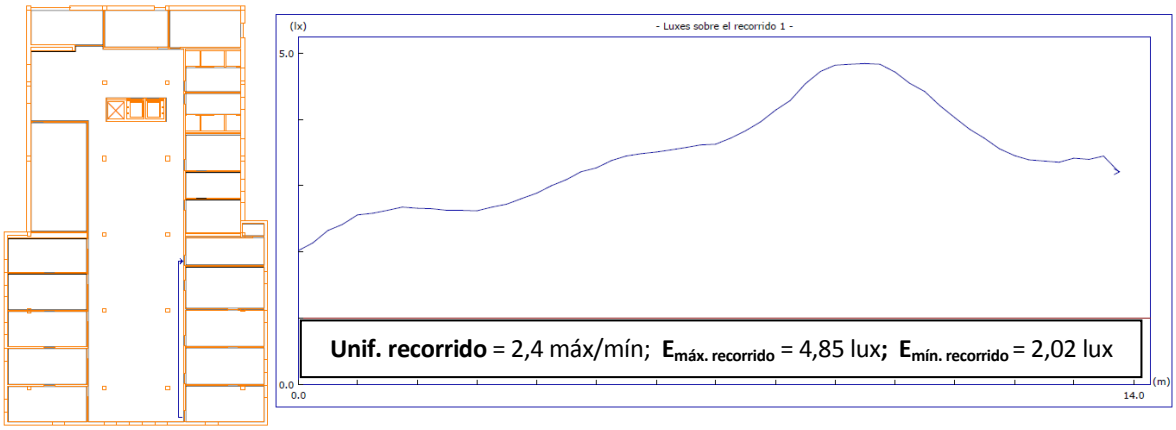
- **Gráfico de tramas y curvas Isolux en el plano Z=1 m**



Uniformidad = 19,5 máx/mín; $E_{volumen\ (0\text{-}1\ m)}$ = 7,6 lux; $E_{media\ (Z=0\ m)}$ = 2,12 lux; $E_{media\ (Z=1\ m)}$ = 2,9 lux

Ilustración E.27. Gráfico de tramas (izqda.) y curvas Isolux (dcha.) en el plano Z=1 m de la Planta Baja 2

- **Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación**



Unif. recorrido = 2,4 máx/mín; $E_{máx.\ recorrido}$ = 4,85 lux; $E_{mín.\ recorrido}$ = 2,02 lux

Ilustración E.28. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 1 de la Planta Baja 2

ETSEIB

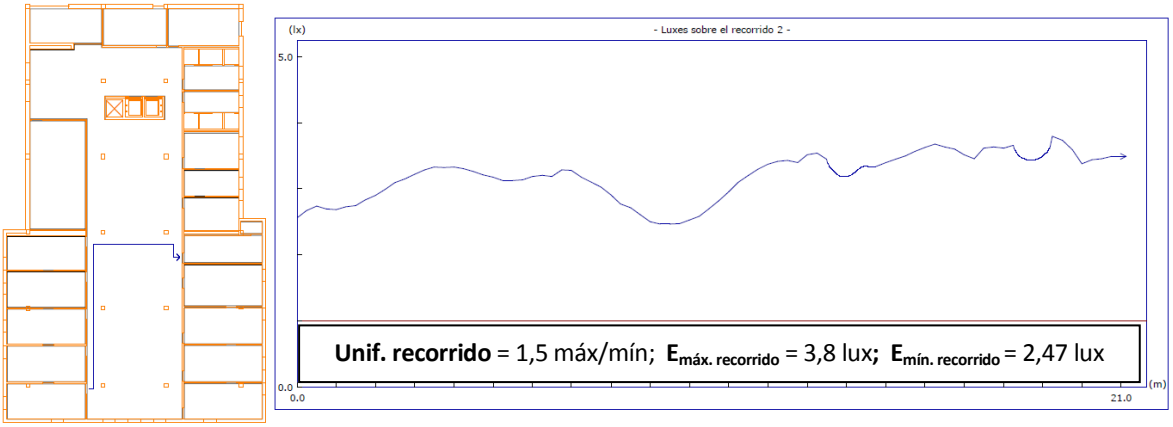


Ilustración E.29. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 2 de la Planta Baja 2

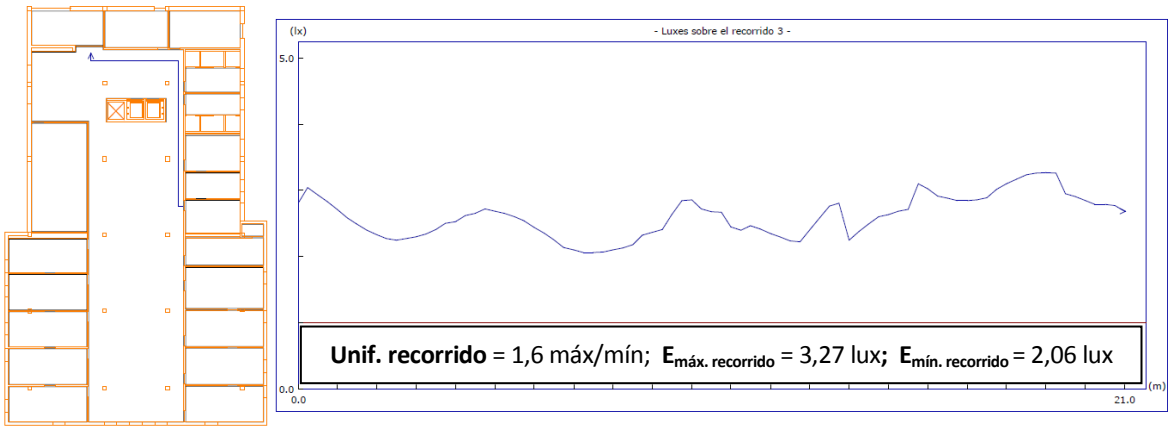


Ilustración E.30. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 3 de la Planta Baja 2

- **Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos**

Punto de seguridad	Resultado [lux]	Objetivo [lux]
PS1	5,09	5,00
PS2	5,75	5,00
PS3	5,57	5,00
PS4	5,28	5,00
PS5	5,95	5,00
PS6	6,02	5,00
PS7	5,65	5,00
Cuadro eléctrico	5,98	5,00

Tabla E.16. Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y cuadros eléctricos de la Planta Baja 2

E.7.2.3. Planta 1

• **Situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos**

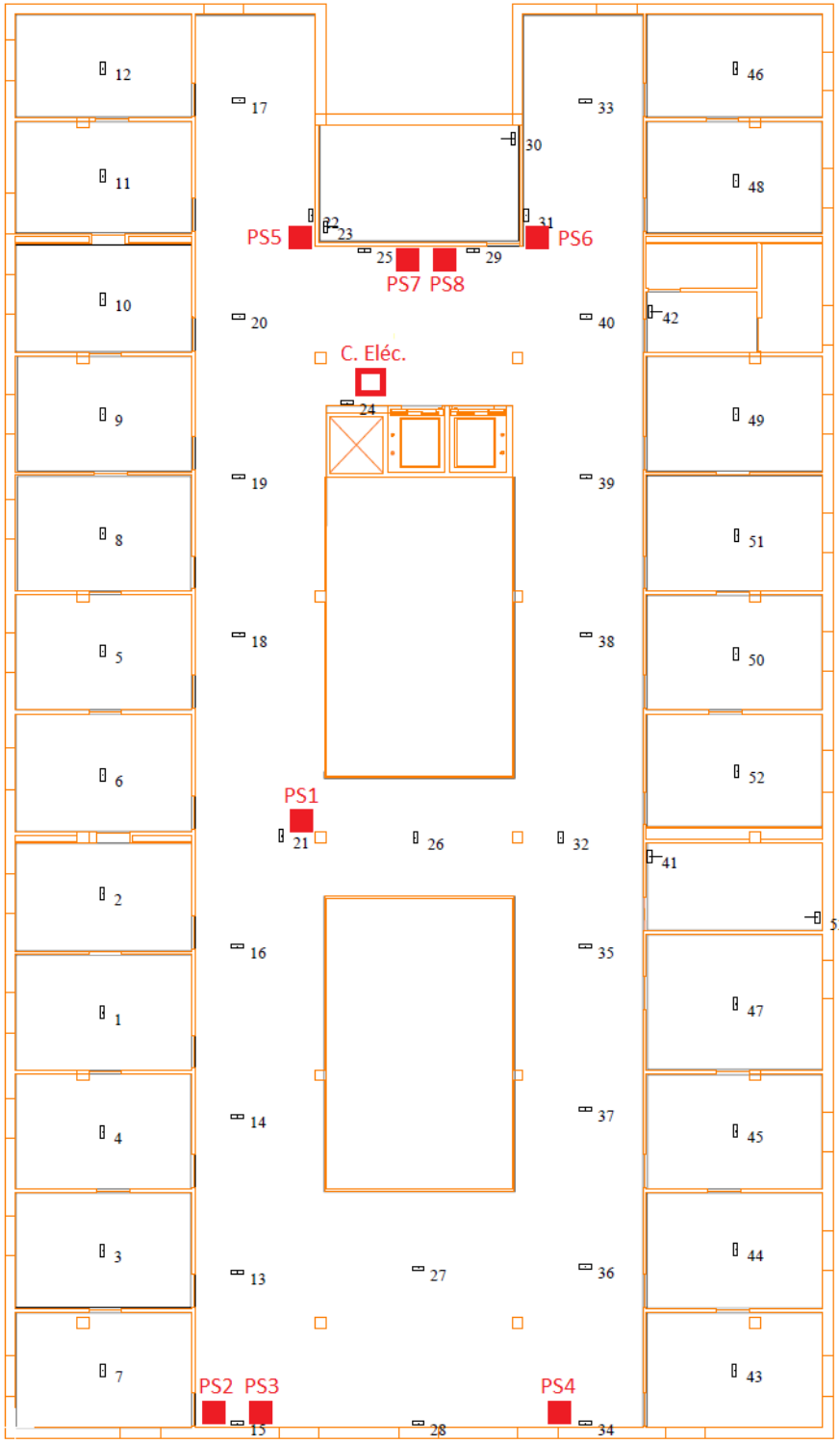


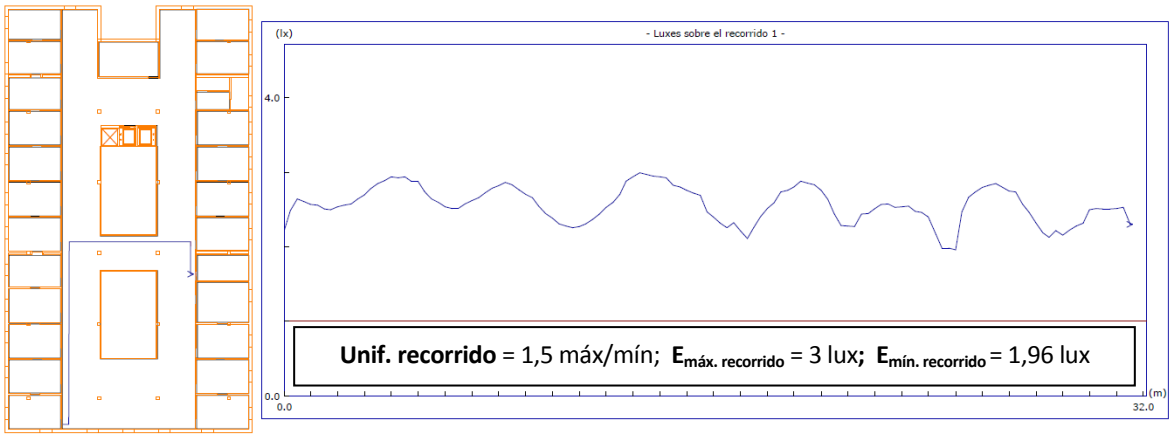
Ilustración E.31. Situación de las luminarias de emergencia y puntos de seguridad en la Planta 1

- **Gráfico de tramas y curvas Isolux en el plano Z=1 m**

Uniformidad = 9,9 máx/mín; $E_{volumen\ (0\text{-}1\ m)}$ = 7,5 lux; $E_{media\ (Z=0\ m)}$ = 1,97 lux; $E_{media\ (Z=1\ m)}$ = 2,75 lux

Ilustración E.31. Gráfico de tramas (izqda.) y curvas Isolux (dcha.) en el plano Z=1 m de la Planta 1

- **Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación**



Unif. recorrido = 1,5 máx/mín; $E_{máx.\ recorrido}$ = 3 lux; $E_{mín.\ recorrido}$ = 1,96 lux

Ilustración E.32. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 1 de la Planta 1

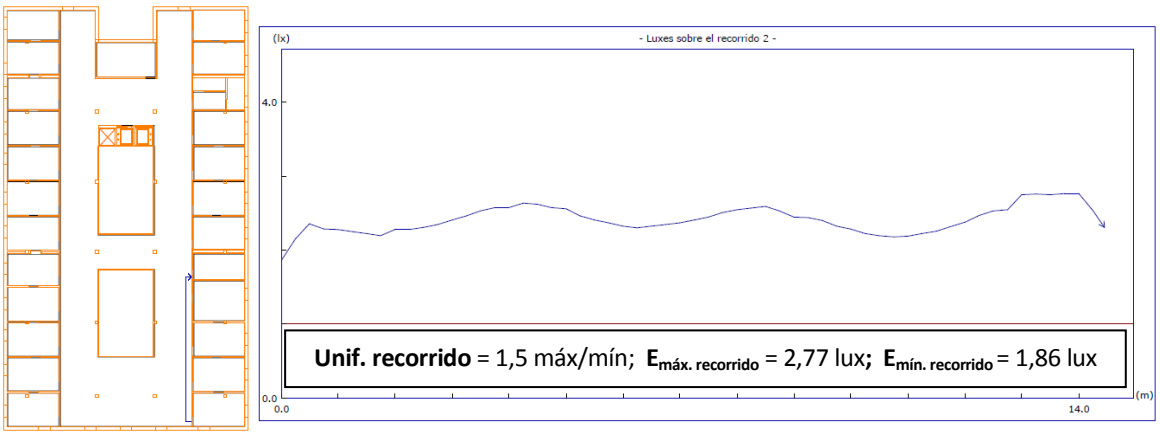


Ilustración E.33. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 2 de la Planta 1

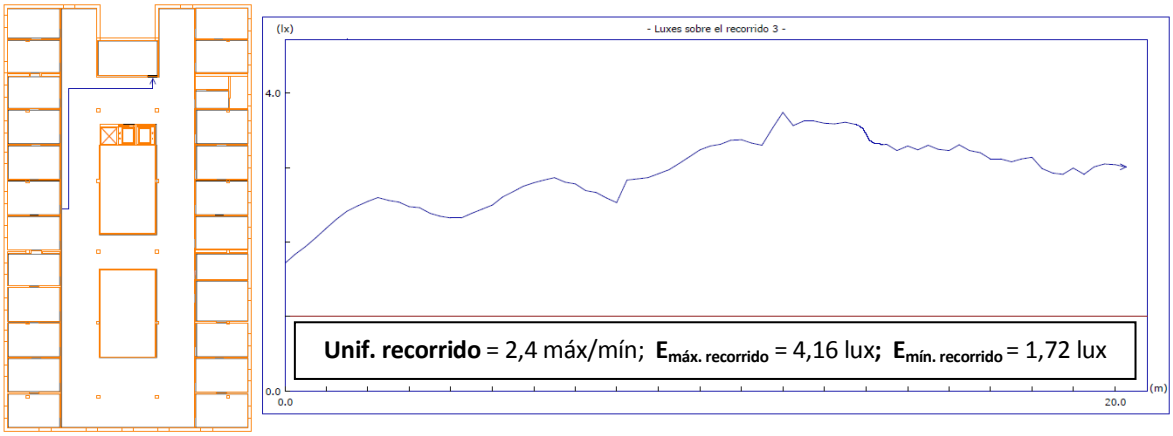


Ilustración E.34. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 3 de la Planta 1

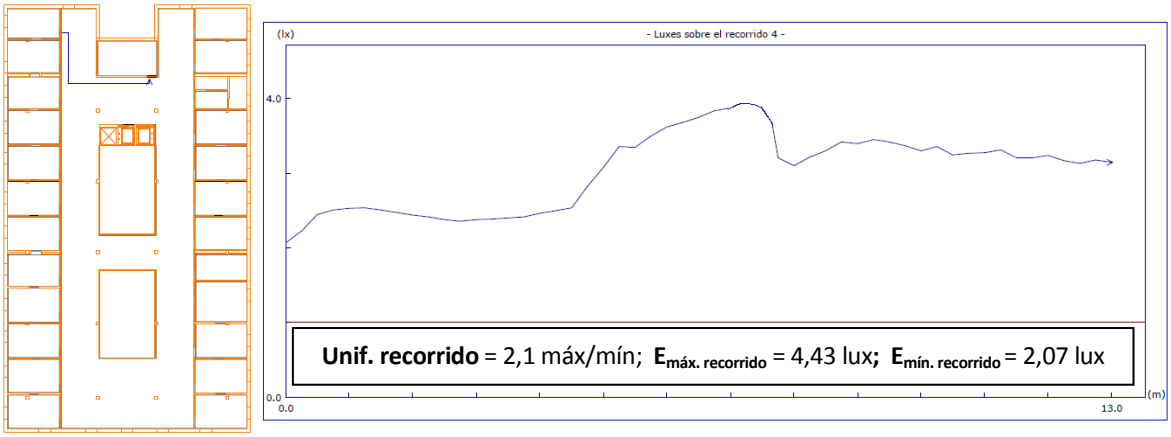


Ilustración E.35. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 4 de la Planta 1

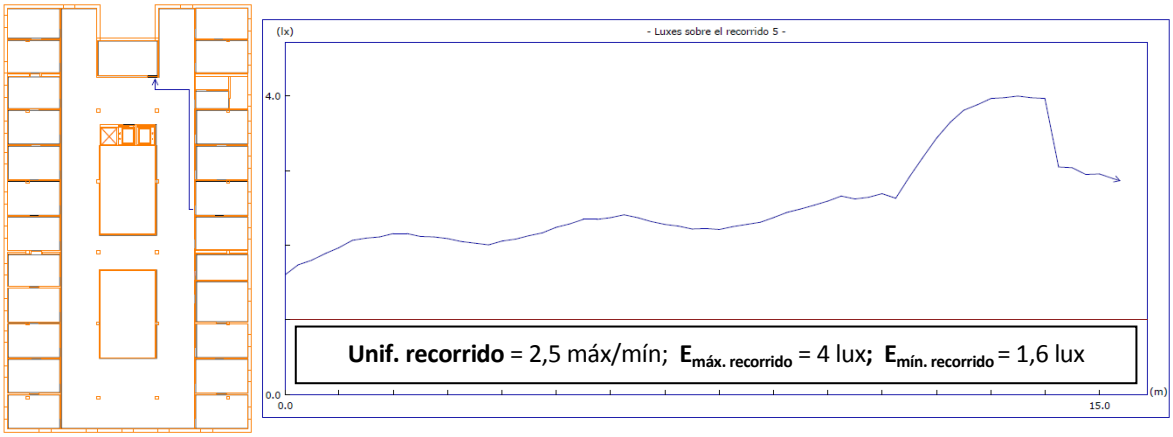


Ilustración E.36. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 5 de la Planta 1

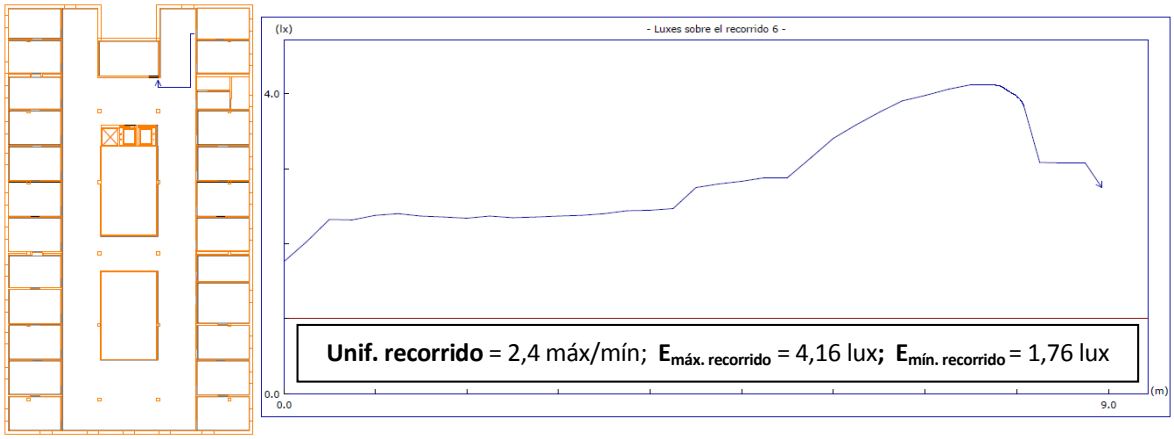


Ilustración E.37. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 6 de la Planta 1

- **Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos**

Punto de seguridad	Resultado [lux]	Objetivo [lux]
PS1	5,42	5,00
PS2	5,50	5,00
PS3	5,55	5,00
PS4	5,51	5,00
PS5	5,27	5,00
PS6	5,29	5,00
PS7	5,26	5,00
PS8	5,40	5,00
Cuadro eléctrico	6,27	5,00

Tabla E.17. Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y cuadros eléctricos de la Planta 1

E.7.2.4. Planta 2

• **Situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos**

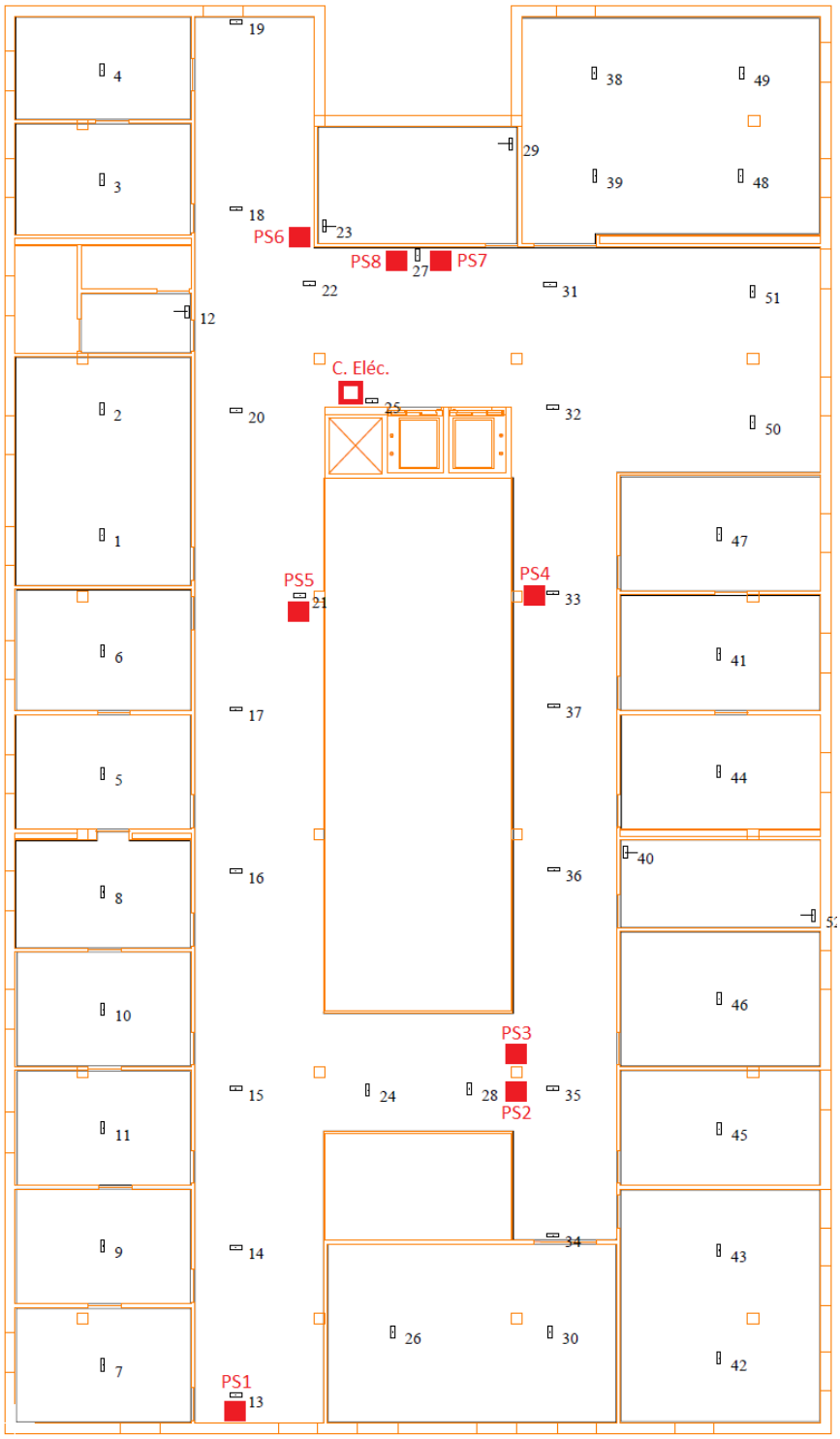
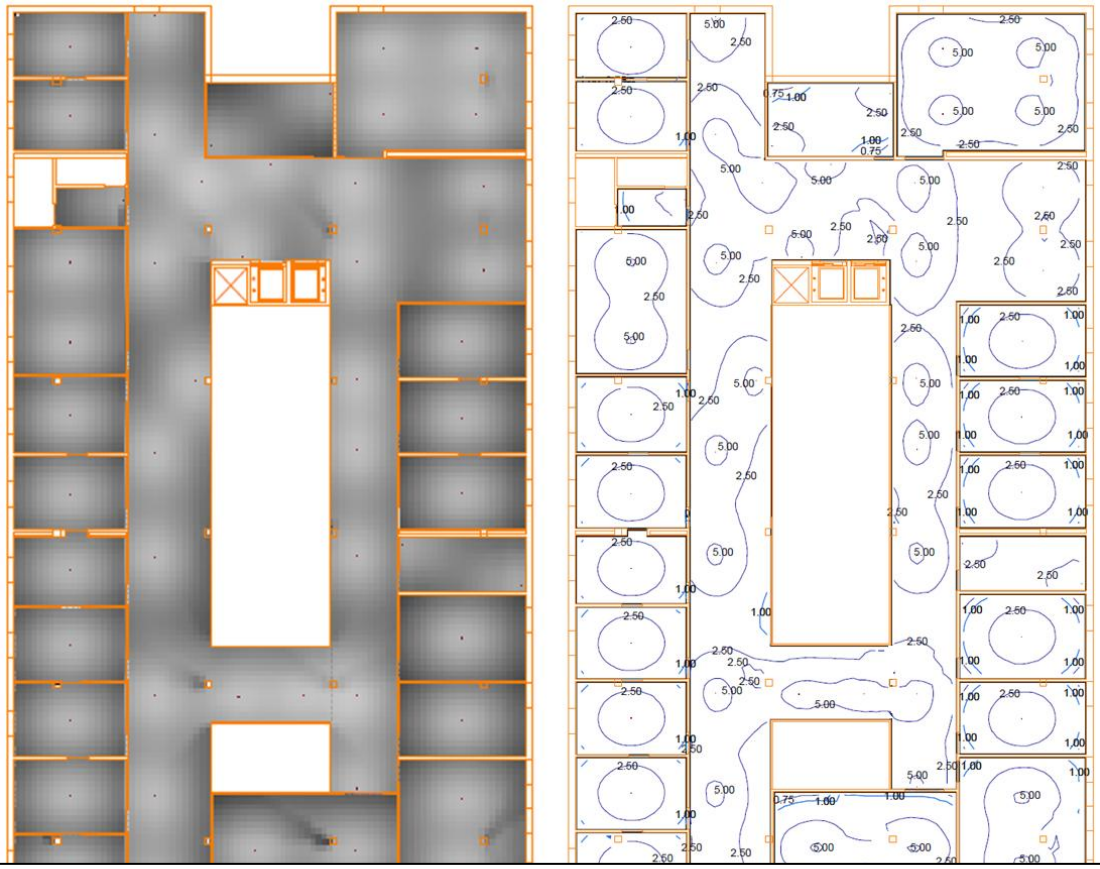


Ilustración E.38. Situación de las luminarias de emergencia y puntos de seguridad en la Planta 2

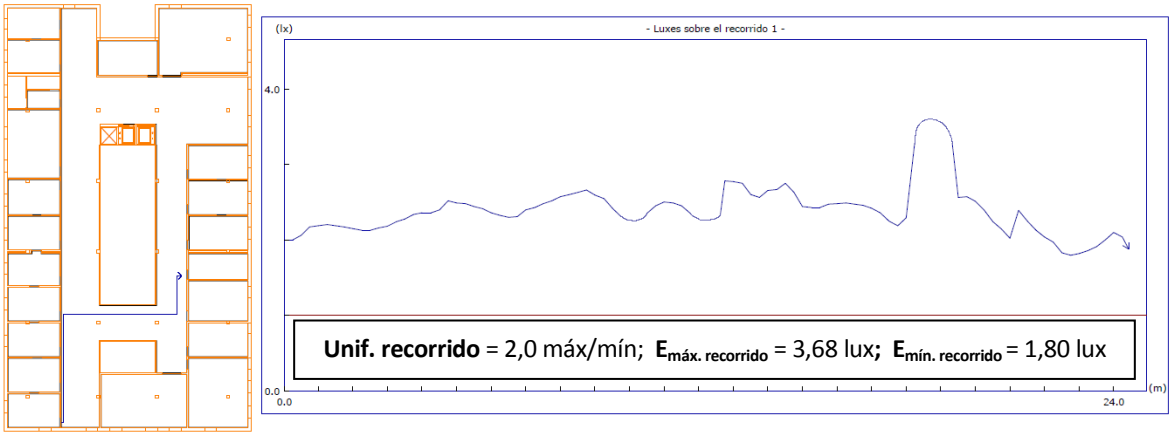
- **Gráfico de tramas y curvas Isolux en el plano Z=1 m**



Uniformidad = 14,1 máx/mín; $E_{volumen\ (0\text{-}1\ m)}$ = 7,6 lux; $E_{media\ (Z=0\ m)}$ = 2,05 lux; $E_{media\ (Z=1\ m)}$ = 2,85 lux

Ilustración E.39. Gráfico de tramas (izqda.) y curvas Isolux (dcha.) en el plano Z=1 m de la Planta 2

- **Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación**



Unif. recorrido = 2,0 máx/mín; $E_{máx.\ recorrido}$ = 3,68 lux; $E_{mín.\ recorrido}$ = 1,80 lux

Ilustración E.40. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 1 de la Planta 2

ETSEIB

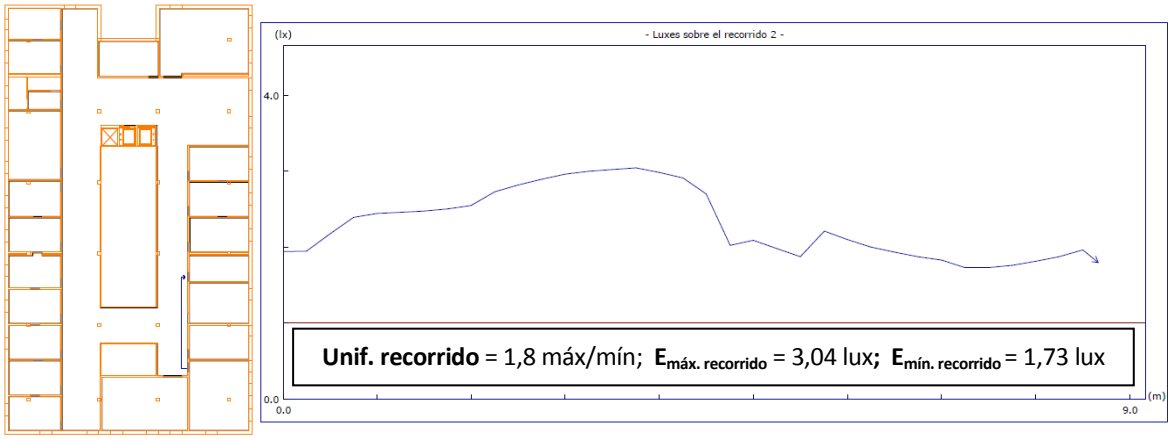


Ilustración E.41. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 2 de la Planta 2

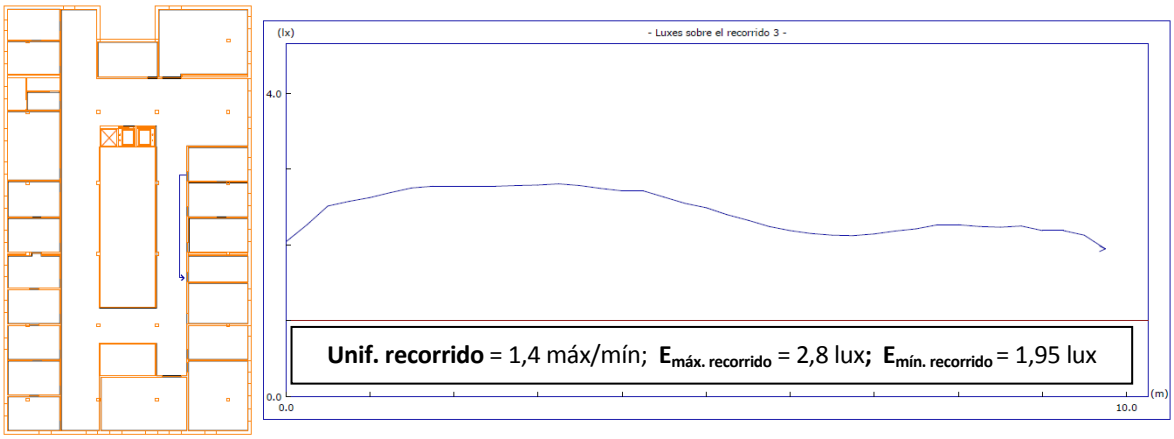


Ilustración E.42. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 3 de la Planta 2

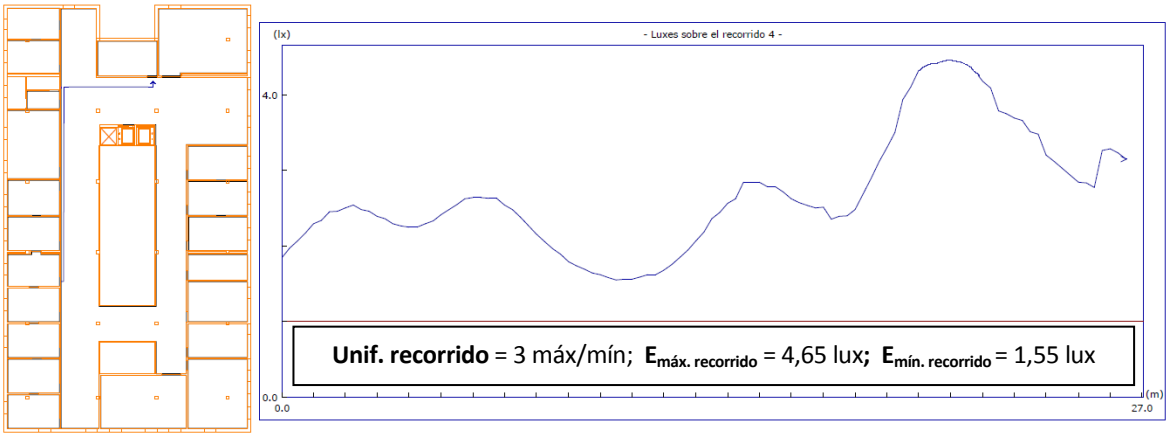


Ilustración E.43. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 4 de la Planta 2

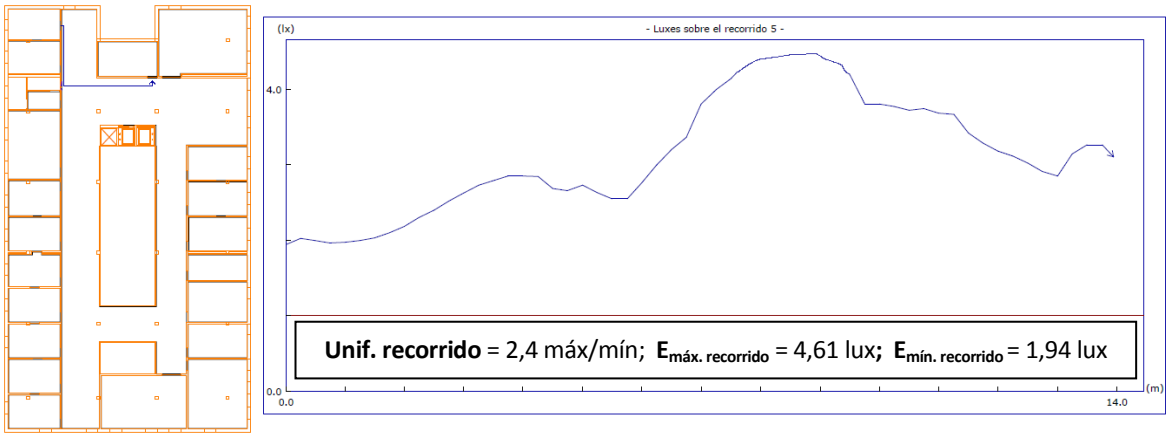


Ilustración E.44. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 5 de la Planta 2

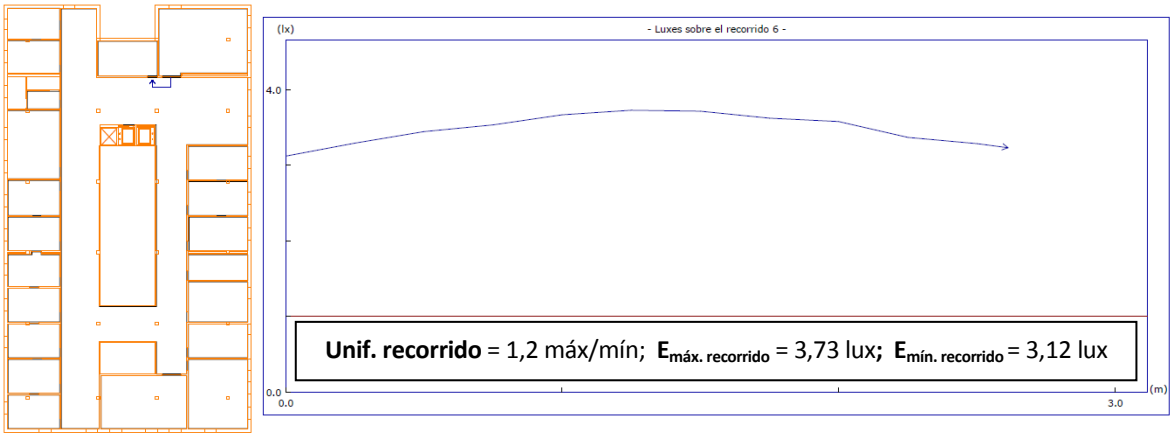


Ilustración E.45. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 6 de la Planta 2

- **Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos**

Punto de seguridad	Resultado [lux]	Objetivo [lux]
PS1	5,50	5,00
PS2	7,00	5,00
PS3	5,89	5,00
PS4	5,25	5,00
PS5	6,18	5,00
PS6	5,13	5,00
PS7	5,04	5,00
PS8	5,13	5,00
Cuadro eléctrico	6,02	5,00

Tabla E.18. Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y cuadros eléctricos de la Planta 2

E.7.2.5. Planta 3

• **Situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos**

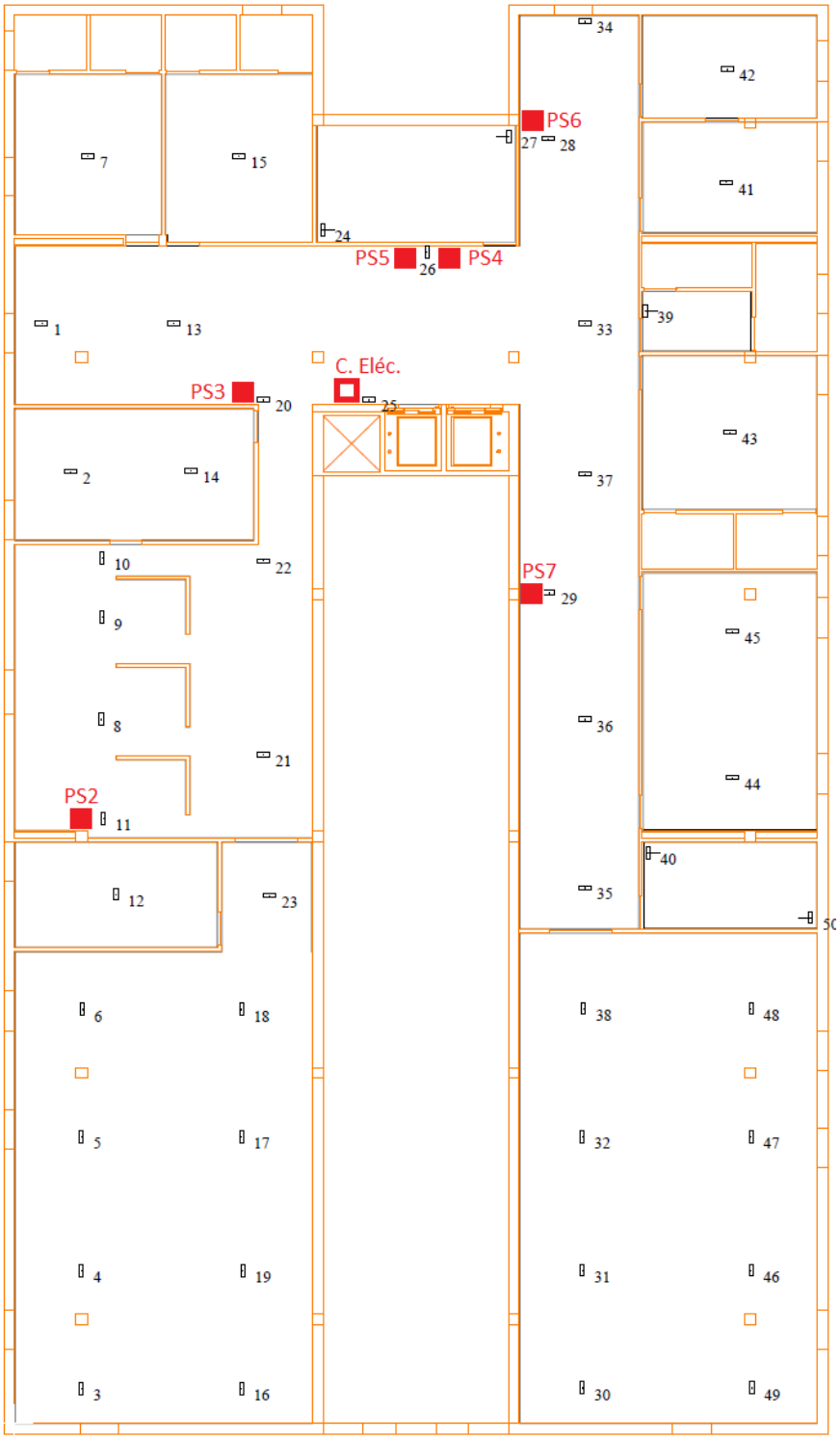
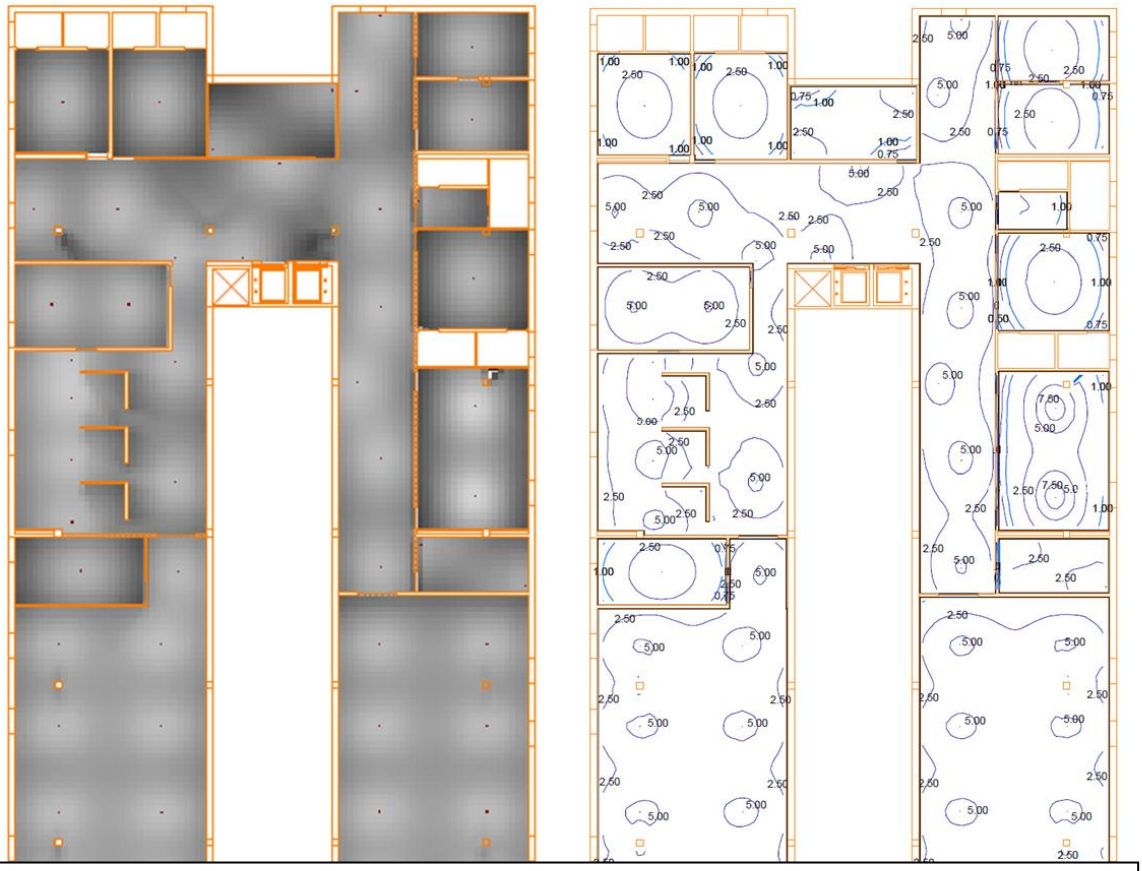


Ilustración E.46. Situación de las luminarias de emergencia y puntos de seguridad en la Planta 3

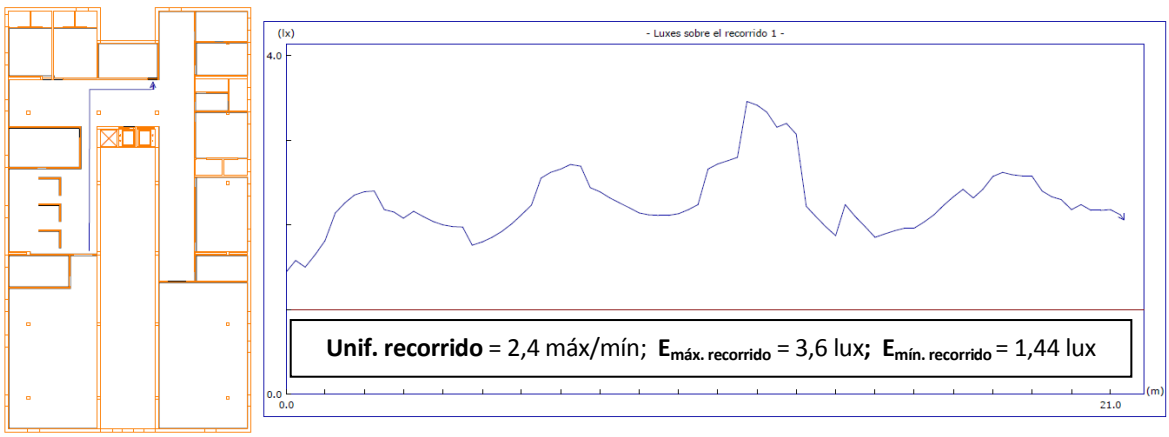
- **Gráfico de tramas y curvas Isolux en el plano Z=1 m**



Uniformidad = 17,9 máx/mín; $E_{volumen\ (0\text{-}1\ m)}$ = 7,9 lux; $E_{media\ (Z=0\ m)}$ = 2,3 lux; $E_{media\ (Z=1\ m)}$ = 3,08 lux

Ilustración E.47. Gráfico de tramas (izqda.) y curvas Isolux (dcha.) en el plano Z=1 m de la Planta 3

- **Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación**



Unif. recorrido = 2,4 máx/mín; $E_{máx.\ recorrido}$ = 3,6 lux; $E_{mín.\ recorrido}$ = 1,44 lux

Ilustración E.48. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 1 de la Planta 3

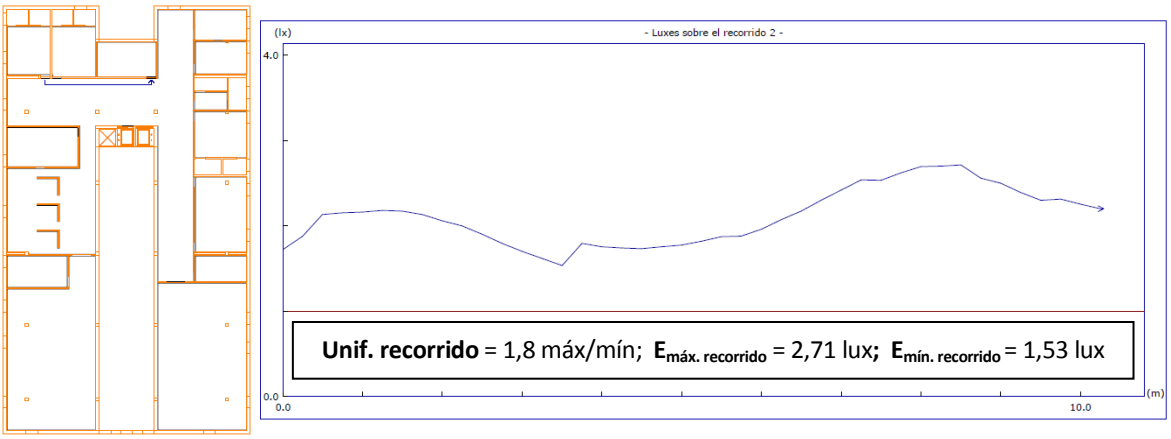


Ilustración E.49. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 2 de la Planta 3

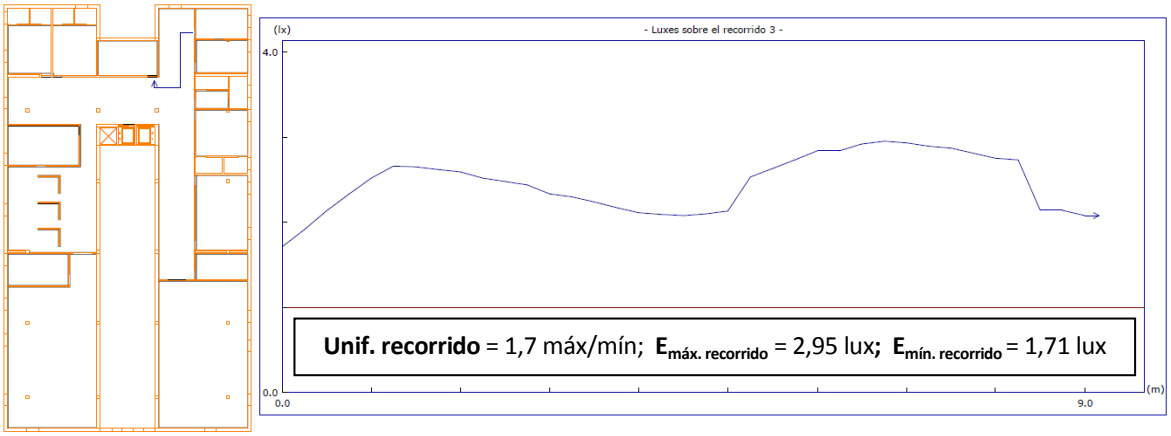


Ilustración E.50. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 3 de la Planta 3

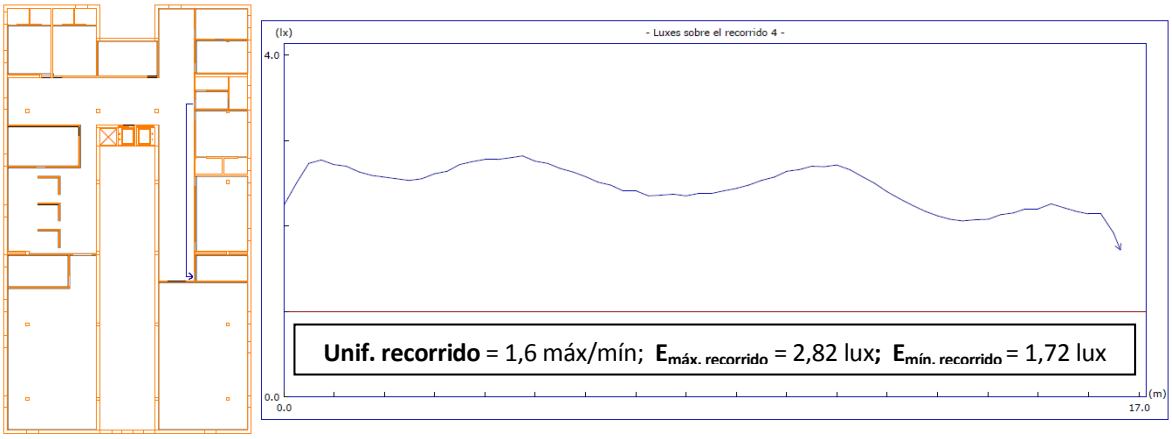


Ilustración E.51. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 4 de la Planta 3

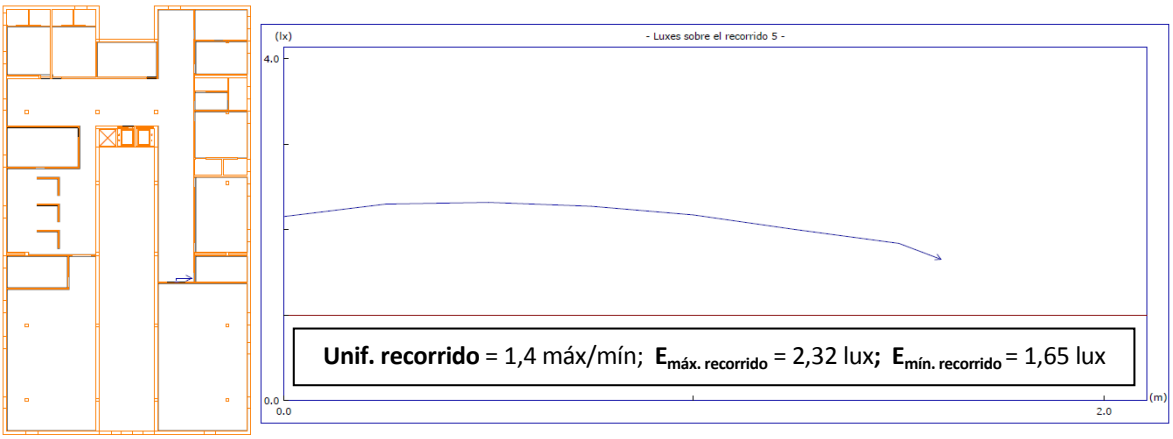


Ilustración E.52. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 5 de la Planta 3

- **Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos**

Punto de seguridad	Resultado [lux]	Objetivo [lux]
Cuadro eléctrico	5,99	5,00
PS2	5,32	5,00
PS3	6,09	5,00
PS4	5,25	5,00
PS5	5,38	5,00
PS6	5,00	5,00
PS7	5,10	5,00

Tabla E.19. Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y cuadros eléctricos de la Planta 3

E.7.2.6. Planta Cubierta

• **Situación de las luminarias de emergencia, puntos de seguridad y cuadros eléctricos**

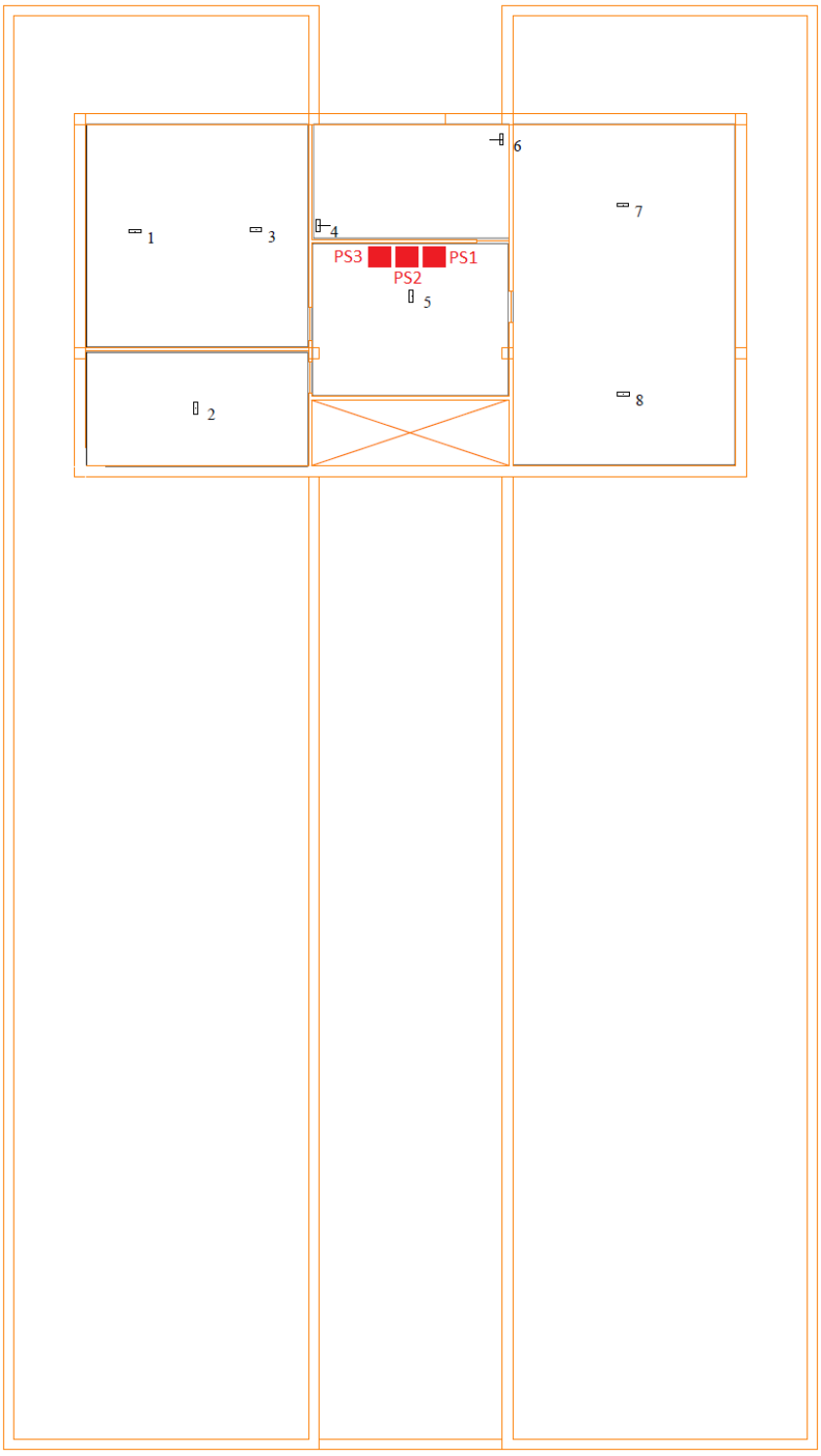
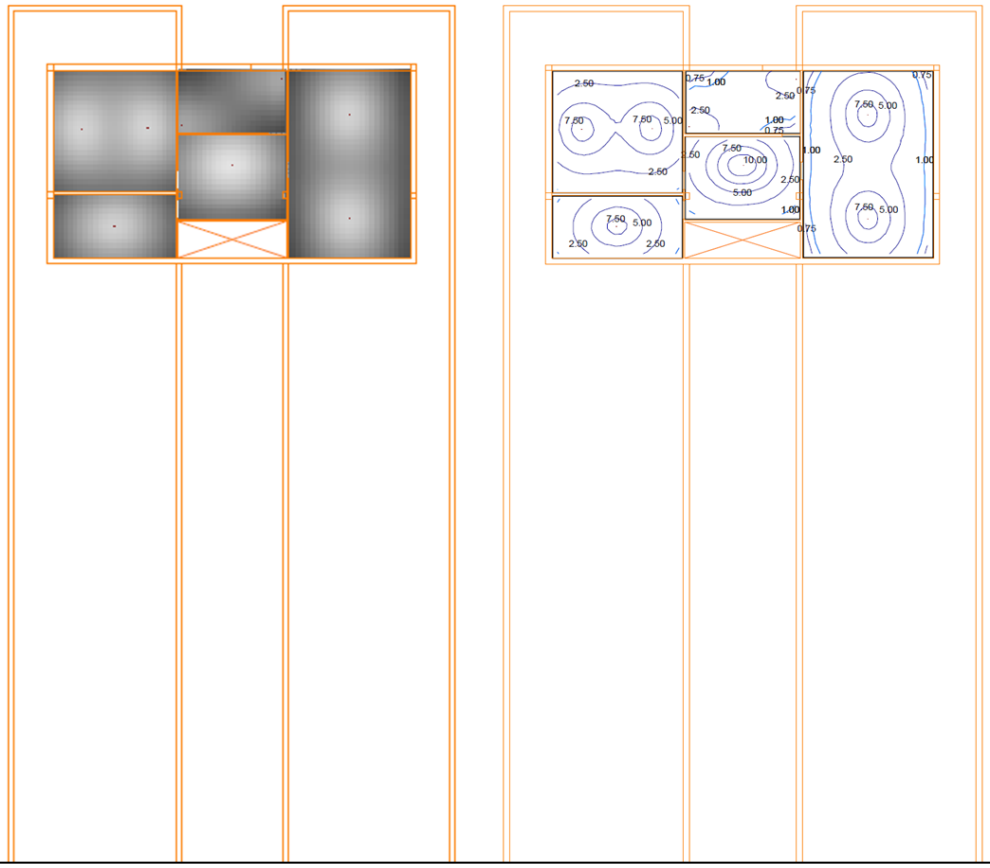


Ilustración E.53. Situación de las luminarias de emergencia y puntos de seguridad en la Planta Cubierta

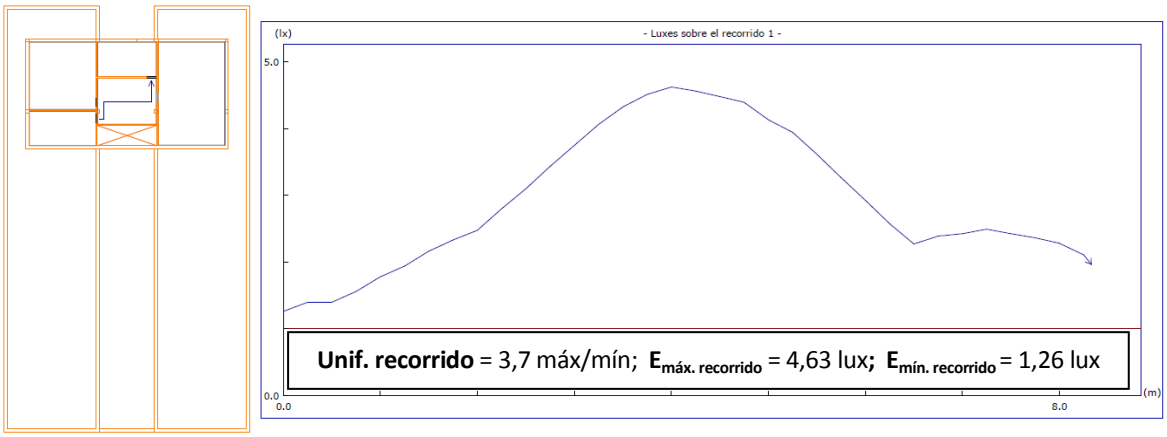
- **Gráfico de tramas y curvas Isolux en el plano Z=1 m**



Uniformidad = 21,5 máx/mín; $\mathbf{E_{volumen\ (0\text{-}1\ m)}}$ = 7,9 lux**;** $\mathbf{E_{media\ (Z=0\ m)}}$ = 2,38 lux; $\mathbf{E_{media\ (Z=1\ m)}}$ = 3,31 lux

Ilustración E.54. Gráfico de tramas (izqda.) y curvas Isolux (dcha.) en el plano Z=1 m de la Planta Cubierta

- **Gráficos de iluminancia a lo largo de los recorridos de evacuación**



Unif. recorrido = 3,7 máx/mín; $\mathbf{E_{máx.\ recorrido}}$ = 4,63 lux**;** $\mathbf{E_{mín.\ recorrido}}$ = 1,26 lux

Ilustración E.55. Iluminancia a lo largo del recorrido de evacuación nº 1 de la Planta Cubierta

• **Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y en los cuadros eléctricos**

Punto de seguridad	Resultado [lux]	Objetivo [lux]
PS1	5,15	5,00
PS2	5,53	5,00
PS3	5,10	5,00

Tabla E.20. Valores de iluminancia en los puntos de seguridad y cuadros eléctricos de la Planta Cubierta

E.7.2.7. Datos finales

Como dato final de la simulación, y de cara a poder tanto dimensionar otras instalaciones correctamente como realizar una buena valoración económica del proyecto en sí, se extrae la cantidad exacta de luminarias utilizadas tipo Hydra N2 e Hydra N3 (ver ficha técnica en el punto *"9.6.4. Resumen del alumbrado de emergencia"* de la memoria).

Según DAISA 5.0 se han utilizado exactamente **220 luminarias Hydra N2** y **26 Hydra N3**.

F. Instalación de protección contra rayos

F.1. Requisitos previos

Previamente a la verificación de la necesidad de una instalación de protección contra los rayos en el edificio, se deben tener en cuento unos pequeños matices, como son:

• Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia **E** superior o igual a 0,98, según lo indicado en el punto *"F.3. Tipo de instalación exigido"* de este mismo anexo.

• Asimismo, los edificios cuya altura sea superior a 43 m siempre dispondrán también de la misma protección anteriormente citada.

• En el resto de los casos, será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos $\mathbf{N_e}$ sea mayor que el riesgo admisible $\mathbf{N_a}$.

F.2. Procedimiento de verificación

Debido a que el CAP no manipula ninguna de las sustancias antes mencionadas (ya que no existe ninguna sala de rayos X ni se utilizan sustancias altamente tóxicas o inflamables), y su altura (18 m) es menor a los 43 m, se tiene que seguir la pauta de cálculo del CTE para comprobar la necesidad de una instalación de protección contra los rayos.

En primer lugar, se calcula la frecuencia esperada de impactos mediante la *Ecuación F.1*:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \quad [\text{Ec. F.1}]$$

donde:

$\mathbf{N_e}$: frecuencia esperada de impactos [nº impactos/año]

$\mathbf{N_g}$: densidad de impactos sobre el terreno [nº impactos/(año·km^2)], obtenida según la *Ilustración F.1.*

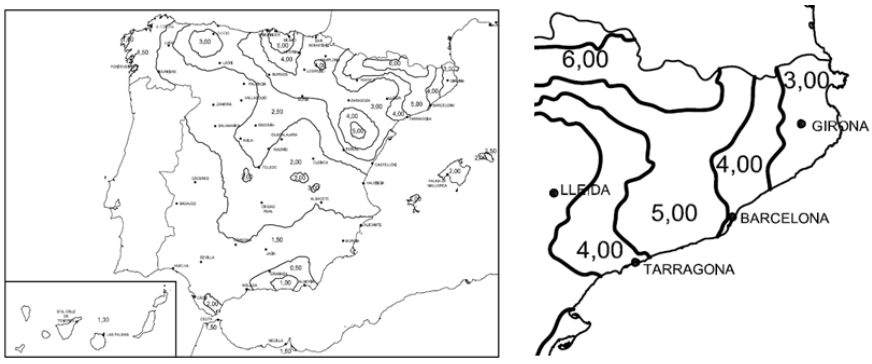


Ilustración F.1. Densidad de impactos sobre el terreno [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo,]

A_e: superficie de captura equivalente del edificio aislado [m^2], que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3·H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado. Dicha superficie se calcula según la *Ilustración F.2* y la *Ecuación F.2*.

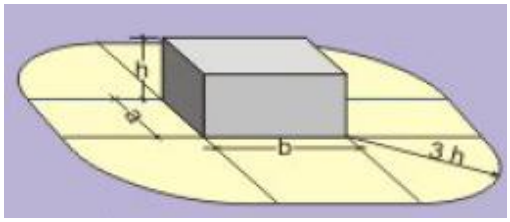


Ilustración F.2. Superficie equivalente a calcular según el CTE

$$A_e = a \cdot b + 6 \cdot H \cdot (a + b) + \pi \cdot (3 \cdot H)^2 \quad [\text{Ec. F.2}]$$

Por tanto, sabiendo que la planta cubierta del edificio (que es la que inscribe a las demás) tiene unas medidas de **a = 22,6 m** y **b = 39,1 m**, y que la altura del mismo es de **18 m** (incluyendo la zona de instalaciones, que es la parte más alta), la superficie equivalente deseada será:

$$A_e = 22{,}6 \cdot 39{,}1 + 6 \cdot 18 \cdot (22{,}6 + 39{,}1) + \pi \cdot (3 \cdot 18)^2 = \mathbf{16708{,}14\ m^2}$$

C_1: coeficiente relacionado con el entorno, según la *Tabla F.1.*

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla F.1. Valores para el coeficiente de entorno C_1 [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

Una vez mencionados todos estos aspectos de cálculo, y teniendo en cuenta que el CAP se encuentra rodeado de edificios más bajos que él, se está en disposición de calcular la frecuencia esperada de impactos mediante la *Ecuación F.1*:

$$N_e = 4 \cdot 16708{,}14 \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-6} = \mathbf{0{,}0501\ impactos/año}$$

En segundo lugar, y para poder comprobar la desigualdad requerida, se debe calcular el riesgo admisible mediante la *Ecuación F.3:*

$$N_a = \frac{5{,}5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3} \quad \text{[Ec. F.3]}$$

donde:

C_2: coeficiente en función del tipo de construcción, según la *Tabla F.2.*

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla F.2. Coeficiente C_2 [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

En el caso del CAP, tanto la estructura como la cubierta están realizadas de hormigón, por lo que **$C_2 = 1$**.

C_3: coeficiente en función del contenido del edificio, según la *Tabla F.3.*

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla F.3. Coeficiente C_3 [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

Tal y como se ha comentado anteriormente, en el interior del CAP no se manipulan sustancias de tipo inflamable, por lo que **$C_3 = 1$**.

C_4: coeficiente en función del uso del edificio, según la *Tabla F.4.*

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla F.4. Coeficiente C_4 [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

Obviamente, el CAP es un edificio de carácter sanitario, por lo que **$C_4 = 3$**.

C_5: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, según la *Tabla F.5.*

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla F.5. Coeficiente C_5 [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

Como en el caso anterior, el CAP es un edificio de carácter imprescindible, por lo que $\mathbf{C_5 = 5}$.

Finalmente, el valor de riesgo admisible requerido será:

$$N_a = \frac{5{,}5}{1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 5} \cdot 10^{-3} = \mathbf{0{,}00037}$$

Una vez calculados los dos valores de la desigualdad, se observa como la frecuencia esperada de impactos (N_e = 0,0501 impactos/año) es mayor al riesgo admisible (N_a = 0,00037), por lo que es necesaria la implantación de un sistema de protección contra los rayos.

F.3. Tipo de instalación exigido

Siendo necesaria la instalación de un sistema de protección contra los rayos, se requiere, en primer lugar, la eficacia **E** de la misma. Ésta, se calcula mediante la *Ecuación F.4*:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} \quad [\text{Ec. F.4}]$$

Con los valores calculados anteriormente se obtiene una eficacia de **E = 0,9926**. La *Tabla F.6* indica el nivel de protección correspondiente a la eficacia obtenida.

***Eficiencia* requerida**	**Nivel de protección**
$E \geq 0{,}98$	1
$0{,}95 \leq E < 0{,}98$	2
$0{,}80 \leq E < 0{,}95$	3
$0 \leq E < 0{,}80$ [(1)]	4

(1) Dentro de estos límites de *eficiencia* requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Tabla F.6. Nivel de protección requerido según eficacia calculada
[Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

Las características del sistema para el primero de los niveles de protección se describen al detalle en el apartado *"F.4. Características y dimensionado de la instalación"*.

F.4. Dimensionado y características de la instalación

Tal y como se ha explicado en la memoria, únicamente se procederá al dimensionado del sistema externo de la instalación, es decir, del pararrayos.

Recordar, que de los tres sistemas de protección mencionados en el punto *"10.3. Sistemas de protección frente al rayo"* de la memoria (Puntas Simples Franklin, malla Faraday y PDC) se procede a la instalación del último de los tres, ya que posee, de largo, la mejor relación coste-volumen de protección.

F.4.1. Cálculo del volumen de protección óptimo

Cuando se utilizan pararrayos tipo PDC, el volumen protegido por cada punta se define de la siguiente manera (ver *Ilustración F.3*):

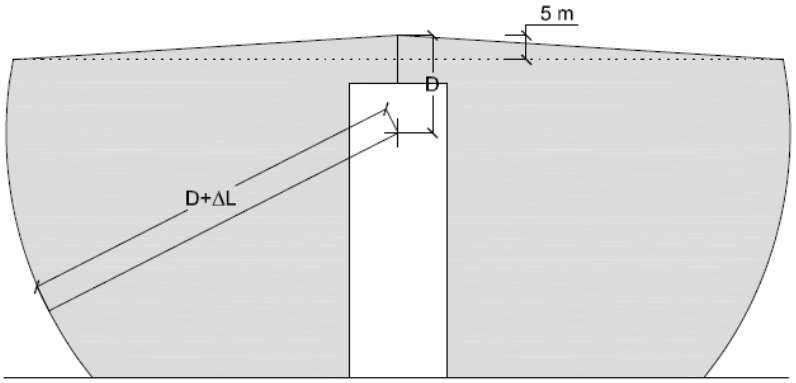


Ilustración F.3. Cálculo del volumen de protección mediante dispositivos PDC
[Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

• Bajo el plano horizontal, situado 5 m por debajo de la punta del pararrayos, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de cada punta a una distancia D, y cuyo radio es el marcado por la *Ecuación F.5*:

$$R = D + \Delta L \quad [\text{Ec. F.5}]$$

donde:

R: radio de la esfera que define la zona protegida [m].

D: distancia que figura en la *Tabla F.7* en función del nivel de protección obtenido anteriormente [m].

Nivel de protección	Distancia D m
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla F.7. Distancia D en función del nivel de protección [Fuente: CTE SUA-8, Seguridad frente la acción del rayo]

ΔL: distancia [m] en función del tiempo del avance en el cebado Δt [µs] del pararrayos. Se adoptará ΔL = Δt para valores de $\Delta t \leq 60\ \mu s$, y ΔL=60 m para valores de Δt superiores.

• Por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

Una vez conocida la pauta de cálculo a seguir para calcular el volumen de protección de un dispositivo PDC, hace falta, en primer lugar, obtener el número de exacto de pararrayos a instalar para lograr proteger el cien por cien de la edificación. Tal y como se ha explicado en la memoria, los pararrayos PDC pueden otorgar un gran volumen de protección gracias al aumento considerable de la altura del punto de impacto con el rayo, por lo que en principio una unidad será suficiente para lograr dicha protección.

No obstante, se tratará de de optimizar la ubicación del sistema en la cubierta del edificio, teniendo en cuenta que se puede "jugar" con las variables del tiempo de cebado (varía con el modelo de PDC) y de la altura del propio pararrayos (9 m como máximo desde la base hasta la punta del mismo). Destacar, que un mayor tiempo de cebado implica un gran aumento en el coste del dispositivo, y una altura muy elevada un mayor riesgo de rotura del mástil.

Conociendo estas premisas, se ha realizado un estudio (ver *Planos 61-62* del *Anexo K*) para obtener la mejor configuración de la instalación en cuanto a la relación ubicación-altura-coste. Dicho estudio compara estas tres variables de la siguiente manera:

• **Ubicación:** se han seleccionado dos posibles ubicaciones para el pararrayos, o bien en el centro de la cubierta principal, o bien en la cubierta del recinto de instalaciones.

Las diferencias radican en la altura de las mismas (una está 3 m por encima de la otra) y en la ubicación en el edificio (el recinto de instalaciones está situado en un extremo del CAP). Lógicamente, a más altura de instalación, más volumen de protección se consigue con menos necesidad de mástil. Por otro lado, una ubicación más descentrada necesitará más altura para que el volumen de cálculo no interseque con alguna parte del edificio.

• **Altura:** esta variable marcará la altura definitiva de la instalación para garantizar una protección total del edificio.

Como se ha mencionado anteriormente, y para evitar una instalación demasiado esbelta, la normativa marca un máximo de 9 m de altura des de la cubierta donde se instale hasta la punta del pararrayos. En el estudio, se parte de una altura aproximada de 2 m (1 m del cabezal PDC más 1 m de mástil), y se va aumentando hasta conseguir proteger el total de la edificación.

• **Coste:** esta variable se mide según el modelo de pararrayos seleccionado. En este caso, se utilizan los tres modelos Nimbus (CPT-1, CPT-2 y CPT-3) del fabricante Cirprotec, los cuales varían únicamente en el tiempo de avance de cebado (27, 44 y 60 µs). Las medidas de estos cabezales se pueden observar en la *Ilustración F.4*.

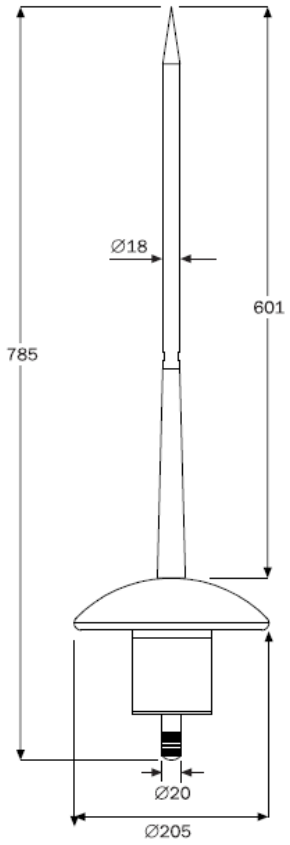


Ilustración F.4. Geometría de los pararrayos Nimbus [Fuente: Cirprotec]

Una vez realizado el estudio, se puede comprobar como la instalación más óptima es la que se ubica en la cubierta de instalaciones, y la que utiliza el modelo de cabezal Nimbus de 27 µs sobre un mástil de 1 m. Un aspecto a destacar es que, la variable altura es la que más pesa sobre las demás, ya que en este caso, el posicionar el dispositivo en el centro del edificio requiere de altura extra o la utilización de otro PDC con más tiempo de cebado para lograr la protección total del CAP.

La ubicación final del dispositivo en la cubierta del edificio se puede consultar al detalle en los *Planos 63-64* del *Anexo K.*

F.4.2. Instalación de los derivadores o conductores de bajada

Los derivadores conducirán la corriente de descarga atmosférica des del dispositivo captador a la toma de tierra, sin calentamientos y sin elevaciones de potencial peligroso, por lo que deben preverse:

• Al menos un conductor de bajada por cada pararrayos con dispositivo de cebado, y un mínimo de dos cuando la proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical, o cuando la altura de la estructura que se protege sea mayor que 28 m. Tal y como se aprecia en las

cotas del *Plano 63* del *Anexo K*, la proyección horizontal es menor que la vertical (además de que la altura máxima del edificio es de 18 m), por lo que un solo conductor de bajada será suficiente para la conducción de la descarga a tierra (ver recorrido en el mismo plano marcado en rojo).

• Longitudes de las trayectorias lo más reducidas posible.

• Conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.

Además, dichos bajantes deben cumplir las siguientes condiciones:

• Su trazado debe ser elegido de forma que evite la proximidad de conducciones eléctricas y cruce.

• Las fijaciones de la bajante se realizarán tomando como referencia tres por metro. Los radios de curvatura no serán inferiores a 20 cm y se respetará la relación d > l/20 en los casos indicados por la *Ilustración F.5.*

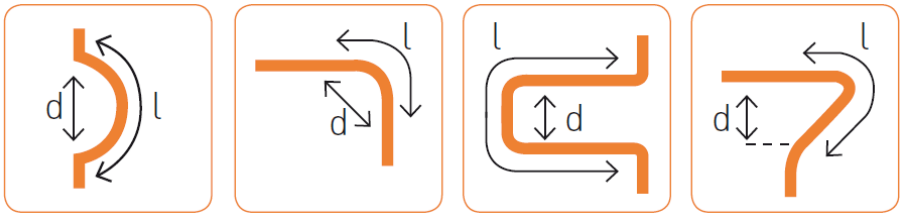


Ilustración F.4. Relación D a cumplir en el cambio de dirección de los bajantes conductores [Fuente: Cirprotec]

• No obstante, se admite en cualquier caso una remontada de un máximo de 40 cm para franquear una elevación con una pendiente menor o igual a 45º (ver *Ilustración F.5*).

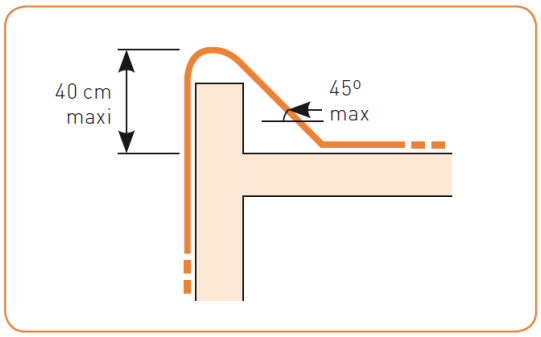


Ilustración F.5. Recorrido del bajante conductor franqueando obstáculo de 40 cm [Fuente: Cirprotec]

Debido a que las cubiertas del edificio son planas, y por tanto todas ellas poseen el denominado murete perimetral de 30 cm de altura, este es exactamente el caso que se da en la instalación del bajante conductor instalado en el CAP. Por ello, y tal y como se puede observar en el *Plano 63* del

Anexo K, dicho murete se salva realizando la maniobra mostrada anteriormente. Seguidamente, el bajante circula hacia el suelo por la fachada Norte realizando una trayectoria totalmente rectilínea, por lo que no existe ningún otro tipo de problema en cuanto a este aspecto.

F.4.3. Detalle final de la instalación

De cara a conocer todos y cada uno de los elementos que acaban formando la instalación de protección contra los rayos, se muestra la *Ilustración F.6* con el orden correcto de los mismos. Recalcar, que un pequeño fallo en cualquiera de estos elementos puede provocar una disminución parcial o incluso total de la protección contra dichos fenómenos atmosféricos, por lo que se debe revisar periódicamente la totalidad de la instalación.

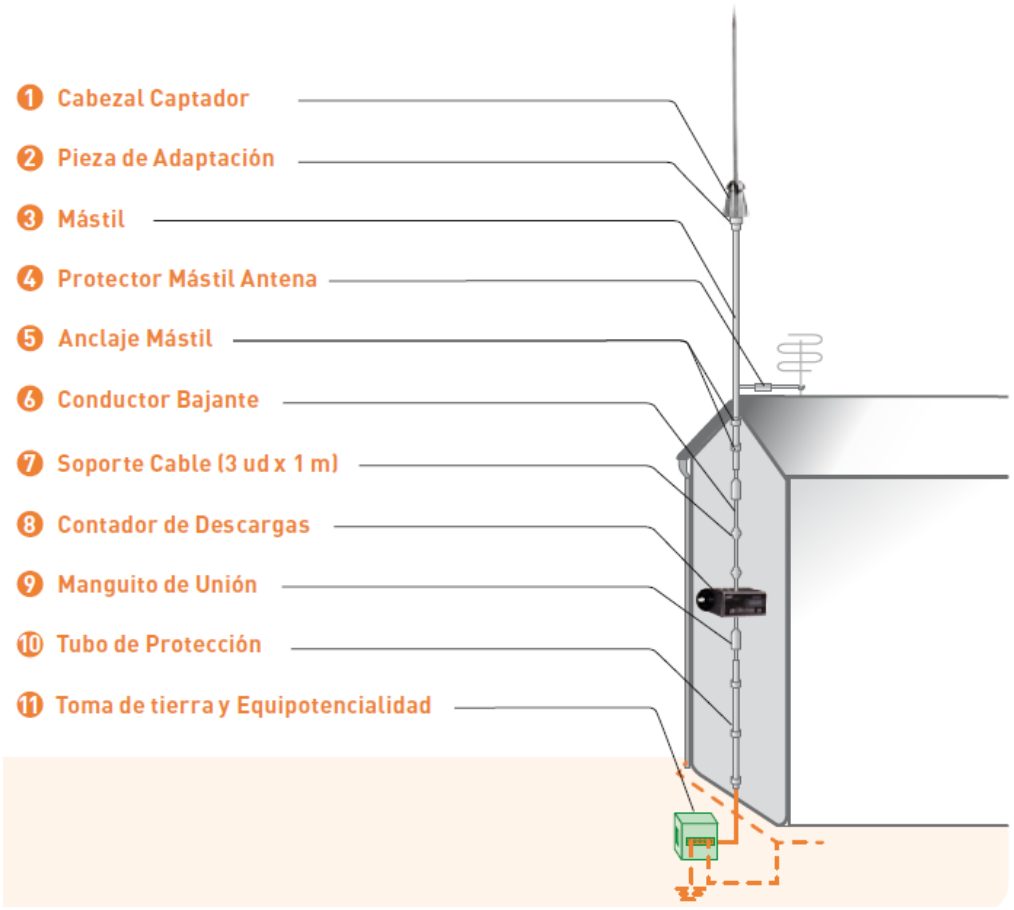


Ilustración F.6. Detalle de los elementos de la instalación [Fuente: Cirprotec]

G. Recogida y evacuación de residuos

G.1. Requisitos previos

Según lo explicado en el punto *"11.3. Sistemas de recogida de residuos"* de la memoria, el CAP tiene un sistema de recogida de residuos puerta a puerta, por lo que el edificio debe disponer, como mínimo, de un almacén de contenedores para las diferentes fracciones de residuos generadas en el día a día.

Previamente al diseño de este espacio, se deben conocer algunas características del mismo que serán importantes de cara a un buen funcionamiento del servicio de recogida y evacuación de residuos, como son:

• El recorrido entre el almacén y el punto de recogida exterior debe tener una anchura libre de 1,20 m como mínimo, aunque se admiten estrechamientos localizados siempre que no se reduzca la anchura libre a menos de 1 m y que su longitud no sea mayor que 45 cm.

• Cuando en el recorrido existan puertas de apertura manual, éstas deben abrirse en el sentido de la salida.

• En caso de existir pendiente de salida al exterior, ésta debe ser como máximo del 12% y no deben disponerse escalones.

Este espacio se encuentra localizado exactamente en la planta baja 2 (PB2), en el lado de la entrada al edificio. Su ubicación, así como el cumplimiento de las características anteriormente citadas se pueden ver al detalle en los *Planos 65-66* del *Anexo K*.

G.2. Dimensionado del almacén de residuos

G.2.1. Cálculo de la superficie útil del almacén

Según lo estipulado en la normativa del CTE, el espacio destinado al almacenaje de los diferentes residuos generados por la actividad diaria del CAP debe tener, como mínimo, la superficie calculada mediante la *Ecuación G.1*:

$$S = 0{,}8 \cdot P \cdot \sum \left(T_f \cdot G_f \cdot C_f \cdot M_f \right) \quad \text{[Ec. G.1]}$$

donde:

S: superficie útil [m^2].

P: número estimado de ocupantes habituales del edificio.

T_f: período de recogida de residuos [días]. En el caso de estudio es de un día.

G_f: volumen generado de la fracción de residuo correspondiente por persona y día [dm^3/(persona·día)], que equivale a los siguientes valores:

- *Papel/cartón*: 1,55
- *Envases ligeros*: 8,40
- *Materia orgánica*: 1,50
- *Vidrio*: 0,48
- *Varios*: 1,50

Los residuos de carácter especial generados por el CAP, como por ejemplo jeringuillas u otros desechos hospitalarios, se depositarán en las consultas en recipientes específicos, los cuales serán recogidos al final del día por una empresa externa.

C_f: factor de contenedor [m^2/l], que depende de la capacidad del contenedor de edificio que el servicio de recogida exige para cada fracción de residuo, y que se obtiene a partir de la *Tabla G.1*:

Capacidad del contenedor de edificio en l	C_f en m^2/l
120	0,0050
240	0,0042
330	0,0036
600	0,0033
800	0,0030
1.100	0,0027

Tabla G.1. Factor de contenedor [Fuente: CTE HS-2, Recogida y evacuación de residuos]

M_f: factor de mayoración que se utiliza para tener en cuenta que no todos los ocupantes del edificio separan los residuos, y que es igual a cuatro para la fracción Varios y a uno para las demás fracciones.

• **CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN HABITUAL DEL CAP**

De cara a obtener un valor de ocupación lo más real posible, se opta, en primer lugar, por realizar este cálculo mediante la normativa de Seguridad en caso de Incendio del CTE SI-3, Evacuación de ocupantes, ya que es el método que se ha utilizado durante todo el proyecto para cualquier cálculo de ocupación. Este primer valor corresponderá a la máxima ocupación que se puede dar en el CAP según el cumplimiento de la normativa. Seguidamente, y mediante la utilización de unos factores de minoración escogidos según una serie criterios, se obtendrá la ocupación habitual del edificio para poder proceder al cálculo de la superficie del almacén pretendido.

Para obtener dicha ocupación máxima se toma el dato calculado en el *"Anexo E: Seguridad en caso de incendio y elementos de emergencia"*, concretamente ubicado en la *Tabla E.10* y valorado en 656 personas. El detalle del procedimiento de cálculo se puede consultar al detalle en dicho anexo.

A continuación se exponen los criterios para escoger los factores de minoración correspondientes a las estancias donde el procedimiento de cálculo ha otorgado un valor demasiado elevado para considerarlo como ocupación habitual:

- Salas de espera ($F_{salas\ espera}$ = 0,3):

Son muy pocas las ocasiones en las que las salas de espera de los CAP estén llenas, ya que todos ellos dan un día y hora de visita determinados a todos sus pacientes. Únicamente en ocasiones puntuales, como campañas de vacunas o enfermedades estacionales, se encuentran al límite de su capacidad. Por ello, y debido a que las personas que ocupan estas estancias apenas generan residuos, se decide otorgar un factor de minoración muy bajo para dimensionar su ocupación, ya que de lo contrario se generaría demasiada cantidad de residuos, hecho que se alejaría de la realidad.

- Salas de usos múltiples ($F_{salas\ usos\ múltiples}$ = 0,7):

Tal y como muestra el *Plano 67* del *Anexo K*, las dos salas de usos múltiples que existen en el CAP (concretamente en la Planta 3) no tienen una capacidad total de 45 personas, ya que la distribución del espacio y la ubicación de las máquinas de rehabilitación se ha realizado de una manera diferente a la proporcionada por la metodología de cálculo del CTE. Exactamente, su ocupación puede ser de, como máximo, unas 30 personas, por lo que el factor de minoración será de 0,7.

- Vestíbulos ($F_{vestíbulos}$ = 0,5):

La ocupación obtenida en los vestíbulos de las recepciones de las dos entradas del CAP es de 29 personas en la Planta Baja 1 y de 21 personas en la Planta Baja 2. Estos números son demasiado elevados teniendo en cuenta que trabajan varias personas en cada mostrador, por lo que se decide disminuirlos a la mitad de su ocupación máxima.

Además, teniendo en cuenta que los vestíbulos de las plantas superiores únicamente sirven como espacio de espera para los ascensores (ya que no existe recepción), también se les aplica el mismo factor de minoración que en los casos de las dos plantas anteriores.

Una vez otorgados estos factores de minoración a las estancias correspondientes, se presenta la *Tabla G.2* con el cálculo final de la ocupación habitual del CAP:

Estancia modificada	Ocupación primer cálculo	Factor de minoración	Ocupación segundo cálculo	Total ocupación modificada	Total ocupación CAP
Salas de espera	274	0,3	82	157	**407**
Salas usos múltiples	45	0,7	32		
Vestíbulos	87	0,5	44		

Tabla G.2. Cálculo final de la ocupación habitual del CAP

Llegados a este punto, ya se está en disposición de calcular la superficie requerida para el almacenaje de los residuos generados mediante la *Ecuación H.1*. Este resultado, así como los pasos seguidos para llegar a él se muestran en la *Tabla G.3*:

Fracción de residuo	G_f [dm^3/(persona·día)]	M_f	T_f	Volumen de residuo (G_f*M_f*T_f*P) [l]	C_f [m^2/l]	Superficie [m^2]
Papel/cartón	1,55	1	1	631,16	0,003	**16,30**
Envases ligeros	8,4	1	1	3420,48	0,0027	
Materia orgánica	1,5	1	1	610,8	0,003	
Vidrio	0,48	1	1	195,456	0,0042	
Varios	1,5	4	1	2443,2	0,0027	

Tabla G.3. Cálculo de la superficie útil del almacén de residuos

Se observa como la superficie destinada a almacenar los contenedores del CAP debe ser, como mínimo, de 16,30 m^2. Asimismo, el CTE estipula que, con independencia de la pauta de cálculo seguida anteriormente, la superficie útil definitiva del almacén debe ser la adecuada para permitir el manejo adecuado de los contenedores.

Por este motivo, a continuación se presentan la cantidad y las fichas técnicas de los modelos de contenedores seleccionados para dar cabida al volumen de residuos calculado en la *Tabla G.3.*

Ilustración G.1. Cantidad y modelos de contenedores para residuos seleccionados [Fuente: Alqui-Envas S.L.]

Conociendo las medidas de todos y cada uno de los contenedores seleccionados, se procede a ver si se pueden implantar correctamente en el espacio reservado para su almacenaje (19,75 m^2), teniendo en cuenta que se deben poder extraer de su ubicación y hacerlos llegar hasta el exterior por la puerta instalada expresamente para esta operación.

Para ver el cumplimiento de este aspecto, y tal y como se ha mencionado al inicio de este anexo, se ha realizado los *Planos 65-66* del *Anexo K*.

G.2.2. Mantenimiento y conservación

Para un correcto mantenimiento y conservación tanto del almacén, como de los contenedores de las diferentes fracciones de residuos, se deben cumplir las siguientes premisas:

• Deben señalizarse correctamente los contenedores, según la fracción correspondiente, y las entradas al almacén.

• En el interior del almacén de contenedores deben disponerse en un soporte indeleble, junto con otras normas de uso y mantenimiento, instrucciones para que cada fracción se vierta en el contenedor correspondiente.

• Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la *Tabla G.4*.

Operación	Periodicidad
Limpieza de los contenedores	3 días
Desinfección de los contenedores	1,5 meses
Limpieza del suelo del almacén	1 día
Lavado con manguera del suelo del almacén	2 semanas
Limpieza de las paredes, puertas, ventanas, etc.	4 semanas
Limpieza general de las paredes y techos del almacén, incluidos los elementos del sistema de ventilación, las luminarias, etc.	6 meses
Desinfección, desinsectación y desratización del almacén de contenedores	1,5 meses

Tabla G.4. Operaciones de mantenimiento

H. Parámetros de accesibilidad

H.1. Requisitos previos

De cara a reconocer sobre el plano todos y cada uno de los elementos y/o espacios del CAP que hacen del mismo una edificación accesible, se decide señalizarlos mediante la simbología oficial accesible (SIA) explicada en el apartado *"12.3. Características de la señalización para la accesibilidad"* de la memoria.

Además, dichos elementos y espacios accesibles se acotarán debidamente de cara a comprobar el cumplimiento de la normativa explicada en este mismo anexo.

H.2. Ascensores accesibles

Todo ascensor accesible será aquel que cumple la norma *UNE EN 81-70: 2004. Accesibilidad a los ascensores de personas, incluyendo personas con discapacidad*, así como las condiciones establecidas a continuación:

• La botonera incluye caracteres en Braille y en alto relieve, contrastados cromáticamente.

• En grupos de varios ascensores, éstos tienen llamada individual / propia.

• Las dimensiones de la cabina cumples las condiciones de la *Tabla H.2*, en función del tipo de edificio:

	Dimensiones mínimas, anchura x profundidad (m)	
	En edificios de *uso Residencial Vivienda*	
	sin *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas*	con *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas*
	En otros edificios, con *superficie útil* en plantas distintas a las de acceso	
	≤ 1.000 m^2	> 1.000 m^2
- Con una puerta o con dos puertas enfrentadas	1,00 x 1,25	1,10 x 1,40
- Con dos puertas en ángulo	1,40 x 1,40	1,40 x 1,40

Tabla H.2. Dimensiones mínimas de los ascensores accesibles [Fuente: CTE SUA-9, Accesibilidad]

Haciendo uso de la herramienta de medición de Autocad, se observa como la superficie útil de las plantas distintas a las de acceso (P1, P2 y P3) es de 749,45, 741,55 y 699,2 m^2 respectivamente, por lo que las dimensiones mínimas del ascensor serán de 1 x 1,25 m (ver cumplimiento en los *Planos 68-72* del *Anexo K*).

H.3. Itinerarios accesibles

Se entiende como itinerario accesible todo aquel que, considerando su utilización en ambos sentidos, cumple las condiciones que se establecen en la *Tabla H.3.*

- Desniveles	- Los desniveles se salvan mediante rampa accesible conforme al apartado 4 del SUA 1, o *ascensor accesible*. No se admiten escalones
- Espacio para giro	- Diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada, o portal, al fondo de pasillos de más de 10 m y frente a *ascensores accesibles* o al espacio dejado en previsión para ellos
- Pasillos y pasos	- Anchura libre de paso ≥ 1,20 m. En zonas comunes de edificios de *uso Residencial Vivienda* se admite 1,10 m - Estrechamientos puntuales de anchura ≥ 1,00 m, de longitud ≤ 0,50 m, y con separación ≥ 0,65 m a huecos de paso o a cambios de dirección
- Puertas	- Anchura libre de paso ≥ 0,80 m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser ≥ 0,78 m - Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos - En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro Ø 1,20 m - Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón ≥ 0,30 m - Fuerza de apertura de las puertas de salida ≤ 25 N (≤ 65 N cuando sean resistentes al fuego)
- Pavimento	- No contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. Los felpudos y moquetas están encastrados o fijados al suelo - Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación
- Pendiente	- La pendiente en sentido de la marcha es ≤ 4%, o cumple las condiciones de rampa accesible, y la pendiente trasversal al sentido de la marcha es ≤ 2%

Tabla H.3. Condiciones de un Itinerario accesible [Fuente: CTE SUA-9, Accesibilidad]

Se debe recalcar que no se considera parte de un itinerario accesible a las escaleras, rampas y pasillos mecánicos, puertas giratorias, barreras tipo torno y a aquellos elementos que no sean adecuados para personas con marcapasos u otros dispositivos médicos.

Todos aquellos itinerarios de carácter accesible se pueden observar al detalle en los *Planos 68-72* del *Anexo K*.

H.4. Mecanismos accesibles

Todos aquellos mecanismos que cumplan las siguientes características se podrán considerar como accesibles:

• Están situados a una altura comprendida entre 80 y 120 cm, cuando se trate de elementos de mando y control, y entre 40 y 120 cm cuando sean tomas de corriente o de señal.

• La distancia de cualquier mecanismo accesible a un encuentro de paredes o rincón debe ser, como mínimo, de 35 cm.

• Los interruptores y los pulsadores de alarma son de fácil accionamiento mediante puño cerrado, codo y con una mano, o bien de tipo automático.

• Tienen contraste cromático respecto del entorno.

• No se admiten interruptores de giro y palanca.

• No se admite iluminación con temporización en cabinas de aseos accesibles y vestuarios accesibles.

H.5. Puntos de atención accesibles

Se trata de cualquier punto de atención al público, como ventanillas, taquillas de venta al público, mostradores de información, etc., que cumplan las siguientes condiciones:

• Está comunicado mediante un itinerario accesible con una entrada principal accesible al edificio (ver *Planos 68-69* del *Anexo K*).

• Su plano de trabajo tiene una anchura de 0,80 m, como mínimo, está situado a una altura de 0,85 m, como máximo, y tiene un espacio libre inferior de 70 x 80 x 50 cm (altura x anchura x profundidad), como mínimo. Estas características se pueden verificar en el *Plano 73* del *Anexo K.*

• Si dispone de dispositivo de intercomunicación, éste está dotado con bucle de inducción u otro sistema adaptado a tal efecto.

H.6. Servicios higiénicos accesibles

Los servicios higiénicos accesibles, tales como aseos accesibles o vestuarios con elementos accesibles, son los que cumplen las condiciones que se establecen en la *Tabla H.4.*

- Aseo accesible	- Está comunicado con un *itinerario accesible*	
	- Espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos	
	- Puertas que cumplen las condiciones del *itinerario accesible*. Son abatibles hacia el exterior o correderas	
	- Dispone de barras de apoyo, mecanismos y accesorios diferenciados cromáticamente del entorno	
- Vestuario con elementos accesibles	- Está comunicado con un *itinerario accesible*	
	- Espacio de circulación	- En baterías de lavabos, duchas, vestuarios, espacios de taquillas, etc., anchura libre de paso ≥ 1,20 m
		- Espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos
		- Puertas que cumplen las características del *itinerario accesible*. Las puertas de cabinas de vestuario, aseos y duchas accesibles son abatibles hacia el exterior o correderas
	- Aseos accesibles	- Cumplen las condiciones de los aseos accesibles
	- Duchas accesibles, vestuarios accesibles	- Dimensiones de la plaza de usuarios de silla de ruedas 0,80 x 1,20 m
		- Si es un recinto cerrado, espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos
		- Dispone de barras de apoyo, mecanismos, accesorios y asientos de apoyo diferenciados cromáticamente del entorno

Tabla H.4. Condiciones de accesibilidad en aseos y vestuarios [Fuente: CTE SUA-9, Accesibilidad]

Además, el equipamiento de estos espacios tiene que cumplir también con las condiciones mencionadas en la *Tabla H.5.*

- Aparatos sanitarios accesibles	- Lavabo	- Espacio libre inferior mínimo de 70 (altura) x 50 (profundidad) cm. Sin pedestal
		- Altura de la cara superior ≤ 85 cm
	- Inodoro	- Espacio de transferencia lateral de anchura ≥ 80 cm y ≥ 75 cm de fondo hasta el borde frontal del inodoro. En *uso público*, espacio de transferencia a ambos lados
		- Altura del asiento entre 45 – 50 cm
	- Ducha	- Espacio de transferencia lateral de anchura ≥ 80 cm al lado del asiento
		- Suelo enrasado con pendiente de evacuación ≤ 2%
	- Urinario	- Cuando haya más de 5 unidades, altura del borde entre 30-40 cm al menos en una unidad
- Barras de apoyo	- Fáciles de asir, sección circular de diámetro 30-40 mm. Separadas del paramento 45-55 mm	
	- Fijación y soporte soportan una fuerza de 1 kN en cualquier dirección	
	- Barras horizontales	- Se sitúan a una altura entre 70-75 cm
		- De longitud ≥ 70 cm
		- Son abatibles las del lado de la transferencia
	- En inodoros	- Una barra horizontal a cada lado, separadas entre sí 65 – 70 cm
	- En duchas	- En el lado del asiento, barras de apoyo horizontal de forma perimetral en al menos dos paredes que formen esquina y una barra vertical en la pared a 60 cm de la esquina o del respaldo del asiento
- Mecanismos y accesorios	- Mecanismos de descarga a presión o palanca, con pulsadores de gran superficie	
	- Grifería automática dotada de un sistema de detección de presencia o manual de tipo monomando con palanca alargada de tipo gerontológico. Alcance horizontal desde asiento ≤ 60 cm	
	- Espejo, altura del borde inferior del espejo ≤ 0,90 m, o es orientable hasta al menos 10º sobre la vertical	
	- Altura de uso de mecanismos y accesorios entre 0,70 – 1,20 m	
- Asientos de apoyo en duchas y vestuarios	- Dispondrán de asiento de 40 (profundidad) x 40 (anchura) x 45-50 cm (altura), abatible y con respaldo	
	- Espacio de transferencia lateral ≥ 80 cm a un lado	

Tabla H.5. Condiciones de accesibilidad del equipamiento de aseos y vestuarios
[Fuente: CTE SUA-9, Accesibilidad]

Análogamente a los puntos anteriores, todos estos aspectos se pueden verificar al detalle en los *Planos 74-75* del *Anexo K.*

H.7. Plazas reservadas para usuarios de silla de ruedas

El espacio o plaza destinada a usuarios de silla de ruedas deberá cumplir las siguientes condiciones:

• Está próximo al acceso y salida del recinto y comunicado con ambos mediante un itinerario accesible.

• Sus dimensiones son de 0,80 por 1,20 m como mínimo, en caso de aproximación frontal, y de 0,80 por 1,50 m como mínimo, en caso de aproximación lateral.

• Dispone de un asiento anejo para el acompañante.

Además, y tal y como se explica en el punto *"12.2.2. Dotación de elementos accesibles"* de la memoria, las zonas de espera con asientos fijos dispondrán de una plaza reservada para usuarios con sillas de ruedas por cada 100 asientos o fracción. Por ello, el número de plazas a reservar en cada planta es el mostrado en la *Tabla H.6*.

Planta	Número de asientos fijos en salas de espera	Plazas a reservar
PB1	48	1
PB2	82	1
P1	180	2
P2	125	2
P3	33	1

Tabla H.6. Número de plazas a reservar por planta para usuarios con silla de ruedas

La ubicación exacta de dichas plazas se puede observar en los *Planos 68-72* del *Anexo K.*

I. Presupuesto Ejecución Material (PEM)

I.1. Partida instalación eléctrica

A continuación se presentan las *Tablas I.1-3* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación eléctrica (IVA no incluido).

INSTALACIÓN ELÉCTRICA (ELEC)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
ILUMINACIÓN INTERIOR				
Luminaria Philips TWS198 HFP A 1x **Características:** luminaria de montaje en pared específica para albergar un fluorescente Philips tipo TL-D de 36 W	u	248,00	13	3224,00
Luminaria Philips TBH318 HFE M5 2x **Características:** luminaria de montaje empotrado en falso techo específica para albergar dos fluorescentes Philips TL-D de 36 W	u	110,00	214	23540,00
Luminaria Philips TBH318 HFE M5 3x **Características:** luminaria de montaje empotrado en falso techo específica para albergar tres fluorescentes Philips TL-D de 36 W	u	131,00	117	15327,00
Fluorescente Philips MASTER TL-D Super 80 36W/840	u	2,88	792	2280,96
CABLES ELÉCTRICOS				
Cable eléctrico de S = 1,5 mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	0,98	2000	1960,00
Cable eléctrico de S = 2,5 mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	1,14	1980	2257,20
Cable eléctrico de S = 4 mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	1,51	1448	2186,48
Cable eléctrico de S = 6 mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	1,98	120	237,60
Cable eléctrico de S = 10mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	3,15	525	1653,75
Cable eléctrico de S = 16mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	4,08	15	61,20
Cable eléctrico de S = 25mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	5,72	195	1115,40
Cable eléctrico de S = 35mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	6,98	75	523,50
Cable eléctrico de S = 50mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	8,78	390	3424,20
Cable eléctrico de S = 95mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	16,48	185	3048,80
Cable eléctrico de S = 120mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	21,32	20	426,40
Cable eléctrico de S = 240mm^2 **Modelo:** AFUMEX PLUS, de Prysmian. Aisl. XLPE, no halógenos	m	37,41	60	2244,60
INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS				
Interruptor magnetotérmico de 5 A bipolar, curva C, PdC = 6 kA **Fabricante:** Hager	u	47,75	1	47,75
Interruptor magnetotérmico de 10 A bipolar, curva C, PdC = 6 kA **Fabricante:** Hager	u	22,57	4	90,28

Tabla I.1. Detalle del presupuesto de la instalación eléctrica (parte 1)

Concepto	Unidad	Precio unitario [€]	Nº unidades	Precio total [€]
Interruptor magnetotérmico de 15 A bipolar, curva C, PdC = 6 kA **Fabricante:** Hager	u	22,95	9	206,55
Interruptor magnetotérmico de 32 A bipolar, curva C, PdC = 6 kA **Fabricante:** Hager	u	46,25	1	46,25
Interruptor magnetotérmico de 40 A bipolar, curva C, PdC = 6 kA **Fabricante:** Hager	u	60,37	1	60,37
Interruptor magnetotérmico de 5 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	58,77	15	881,55
Interruptor magnetotérmico de 10 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	53,38	16	854,08
Interruptor magnetotérmico de 15 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	54,82	32	1754,24
Interruptor magnetotérmico de 20 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	56,51	6	339,06
Interruptor magnetotérmico de 25 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	57,59	2	115,18
Interruptor magnetotérmico de 32 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	60,99	2	121,98
Interruptor magnetotérmico de 63 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	99,05	1	99,05
Interruptor magnetotérmico de 100 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	159,22	2	318,44
Interruptor magnetotérmico de 125 A bipolar, curva C, PdC = 10 kA **Fabricante:** Hager	u	175,18	3	525,54
Interruptor magnetotérmico de 5 A bipolar, curva C, PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	111,13	1	111,13
Interruptor magnetotérmico de 15 A bipolar, curva C, PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	120,81	1	120,81
Interruptor magnetotérmico de 10 A bipolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	143,12	1	143,12
Interruptor magnetotérmico de 20 A bipolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	148,91	1	148,91
Interruptor magnetotérmico de 125 A bipolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	307,82	2	615,64
Interruptor magnetotérmico de 160 A bipolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	381,54	4	1526,16
Interruptor magnetotérmico de 10 A tetrapolar, curva C, PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	252,02	1	252,02
Interruptor magnetotérmico de 25 A tetrapolar, curva C PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	279,64	2	559,28
Interruptor magnetotérmico de 40 A tetrapolar, curva C, PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	305,24	2	610,48
Interruptor magnetotérmico de 63 A tetrapolar, curva C, PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	315,93	2	631,86
Interruptor magnetotérmico de 200 A tetrapolar, curva C, PdC = 15 kA **Fabricante:** Hager	u	871,83	1	871,83
Interruptor magnetotérmico de 20 A tetrapolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	291,02	1	291,02
Interruptor magnetotérmico de 25 A tetrapolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	301,47	1	301,47
Interruptor magnetotérmico de 250 A tetrapolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	1150,74	1	1150,74
Interruptor magnetotérmico de 320 A tetrapolar, curva C, PdC = 35 kA **Fabricante:** Hager	u	1517,84	1	1517,84

Tabla I.2. Detalle del presupuesto de la instalación eléctrica (parte 2)

Concepto	Unidad	Precio unitario [€]	Nº unidades	Precio total [€]
INTERRUPTORES DIFERENCIALES				
Interruptor diferencial de 25 A bipolar, sens. 30 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	55,11	81	4463,91
Interruptor diferencial de 40 A bipolar, sens. 30 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	56,44	4	225,76
Interruptor diferencial de 63 A bipolar, sens. 30 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	63,82	1	63,82
Interruptor diferencial de 80 A bipolar, sens. 30 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	74,22	1	74,22
Interruptor diferencial de 160 A bipolar, sens. 300 mA y selectivo **Fabricante:** Hager	u	415,34	2	830,68
Interruptor diferencial de 200 A bipolar, sens. 300 mA y selectivo **Fabricante:** Hager	u	554,51	3	1663,53
Interruptor diferencial de 25 A tetrapolar, sens. 30 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	121,47	1	121,47
Interruptor diferencial de 40 A tetrapolar, sens. 30 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	130,87	1	130,87
Interruptor diferencial de 40 A tetrapolar, sens. 100 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	101,02	1	101,02
Interruptor diferencial de 63 A tetrapolar, sens. 100 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	125,11	2	250,22
Interruptor diferencial de 80 A tetrapolar, sens. 100 mA e instantáneo **Fabricante:** Hager	u	137,63	2	275,26
Interruptor diferencial de 400 A tetrapolar, sens. 300 mA y selectivo **Fabricante:** Hager	u	787,72	1	787,72
OTROS REQUERIMIENTOS MATERIALES				
Grupo electrógeno de emergencia **Fabricante: Taigüer**; **Potencia:** 12 kW	u	1580,00	1	1580,00
SAI de sobremesa **Fabricante:** IBM **Potencia:** 1 kW	u	350,00	2	700,00
Interruptor-conmutador manual para transferencia de redes eléctricas **Fabricante:** Hager	u	94,89	1	94,89
Módulo para cuadros locales de planta **Fabricante:** Hager	u	1000,00	6	6000,00
Protección contra sobretensiones permanentes para cuadro principal trifásico	u	1104,40	1	1104,40
Módulo para cuadro general de edificio **Fabricante:** Hager	u	3000,00	1	3000,00
Enchufes monofásicos **Fabricante:** Simon	u	19,78	550	10879,00
Interruptores **Fabricante:** Simon	u	14,15	100	1415,00
Tubo flexible para agrupación cables	u	2,51	350	878,50
		TOTAL PARTIDA MATERIAL ELEC		**112463,99**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	11246,40	1	11246,40
		TOTAL INSTALACIÓN ELEC		**123710,39**

Tabla I.3. Detalle del presupuesto de la instalación eléctrica (parte 3)

I.2. Partida instalación de suministro de agua sanitaria

A continuación se presentan las *Tablas I.4-5* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación de suministro de agua sanitaria (I.V.A. no incluido).

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA FRIA SANITARIA (AFS)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
EQUIPAMIENTO DE IMPULSIÓN				
Depósito auxiliar de alimentación **Modelo:** KHR-750 litros, de Procúbik	u	1086,65	1	1086,65
Electrobomba de impulsión **Modelo:** SILEN EPS-1S150 (1,5 CV), de ITUR	u	368,82	2	737,64
Depósito de presión de membrana **Modelo:** M0158 150 litros, de ITUR	u	396,90	1	396,90
TUBERÍAS PARA ACOMETIDA Y PUNTOS DE CONSUMO				
Tubería de cobre normalizada para conexión a puntos de consumo **D_{int} = 12 mm; e = 1 mm**	m	5,92	159,5	944,24
Tubería de cobre normalizada para acometida **D_{int} = 25 mm; e = 1,5 mm**	m	11,36	7	79,52
TUBERÍAS PARA DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL (RAMALES)				
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 20 mm; e = 1 mm**	m	9,36	236	2208,96
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 25 mm; e = 1,5 mm**	m	11,36	54	613,44
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 32 mm; e = 1,5 mm**	m	14,76	23,5	346,86
TUBERÍAS PARA DISTRIBUCIÓN VERTICAL (MONTANTES)				
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 20 mm; e = 1 mm**	m	9,36	36	336,96
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 25 mm; e = 1,5 mm**	m	11,36	38	431,68
OTROS REQUERIMIENTOS MATERIALES				
Valvulería	-----	2000,00	1	2000,00
		TOTAL PARTIDA MATERIAL AFS		**9182,85**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	918,29	1	918,29
		TOTAL INSTALACIÓN AFS		**10101,14**

Tabla I.4. Detalle del presupuesto de la instalación de suministro de agua fría sanitaria (AFS)

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
EQUIPAMIENTO PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR				
Captador solar **Modelo:** Black Crom (2000x1000x81 mm), de Verssun	u	484	8	3872,00
Acumulador solar **Modelo:** 81511 750 litros (un serpetín, instalación en suelo), de Verssun	u	3106,07	1	3106,07
Bomba circuladora instalación solar **Modelo:** 81204 (Q = 1-3,5 l/min; Pmáx = 10 bar), de Verssun	u	513	1	513,00
Otros materiales para la instalación solar (tuberías recirculación, valvulería, aplicativos de control, etc.)	u	3000	1	3000,00
EQUIPAMIENTO PRODUCCIÓN Y RECIRCULACIÓN ACS				
Termo eléctrico **Modelo:** ELBA 350 litros (6 kW), de FLECK	u	826,31	1	826,31
Bomba recirculación ACS **Modelo:** UPS S200 32-30F ($Q_{máx}$ = 70m^3/h; $P_{máx}$ = 10 bar), de Grundfos	u	692,10	1	692,10
TUBERÍAS PARA PUNTOS DE CONSUMO				
Tubería de cobre para conexión a puntos de consumo **D_{int} = 12 mm; e = 1 mm**	m	5,92	127,5	754,80
TUBERÍAS PARA DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL (RAMALES)				
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 20 mm; e = 1 mm**	m	9,36	294	2751,84
TUBERÍAS PARA DISTRIBUCIÓN VERTICAL (MONTANTES)				
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 20 mm; e = 1 mm**	m	9,36	12	112,32
Tubería de cobre normalizada **D_{int} = 25 mm; e = 1,5 mm**	m	11,36	12	136,32
TUBERÍAS PARA EL CIRCUITO DE RECIRCULACIÓN				
Tubería de cobre normalizada para recirculación horizontal (ramales) **D = 1/2"**	m	6,17	222	1369,74
Tubería de cobre normalizada para recirculación horizontal (ramales) **D = 3/4"**	m	9,05	73,5	665,18
Tubería de cobre normalizada para recirculación vertical (montantes) **D = 3/4"**	m	9,05	12	108,60
Tubería de cobre normalizada para recirculación vertical (montantes) **D = 1"**	m	11,54	12	138,48
OTROS REQUERIMIENTOS MATERIALES				
Valvulería	-----	2000	1	2000,00
		TOTAL PARTIDA MATERIAL ACS		**20046,76**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	2004,68	1	2004,68
		TOTAL INSTALACIÓN ACS		**22051,43**

Tabla I.5. Detalle del presupuesto de la instalación de suministro de agua caliente sanitaria (ACS)

I.3. Partida instalación de saneamiento

A continuación se presentan las *Tablas I.6-7* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación de saneamiento (I.V.A. no incluido).

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (EVAR)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
TUBERÍAS PARA LAS DERIVACIONES INDIVIDUALES				
Tubería de PVC normalizada para DI lavamanos **D_{ext} = 40 mm; e = 3 mm**	m	1,37	187	256,19
Tubería de PVC normalizada para DI ducha **D_{ext} = 50 mm; e = 3 mm**	m	1,74	20	34,80
Tubería de PVC normalizada para DI inodoro con cisterna **D_{ext} = 110 mm; e = 3,2 mm**	m	4,27	23	98,16
TUBERÍAS PARA LOS RAMALES COLECTORES				
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 40 mm; e = 3 mm**	m	1,37	30,5	41,79
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 50 mm; e = 3 mm**	m	1,74	37,5	65,25
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 63 mm; e = 3 mm**	m	2,21	8,5	18,79
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 75 mm; e = 3 mm**	m	2,67	9	24,05
TUBERÍAS PARA LAS BAJANTES				
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 50 mm; e = 3 mm**	m	1,74	72	125,28
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 63 mm; e = 3 mm**	m	2,21	18	39,78
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 75 mm; e = 3 mm**	m	2,67	18	48,10
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 90 mm; e = 3,2 mm**	m	3,43	18	61,74
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 110 mm; e = 3,20 mm**	m	4,27	162	691,42
TUBERÍAS PARA LOS COLECTORES GENERALES				
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 50 mm; e = 3 mm**	m	1,74	25	43,50
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 75 mm; e = 3 mm**	m	2,67	17	45,42
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 110 mm; e = 3,20 mm**	m	4,27	150	640,20
SUBSISTEMA DE VENTILACIÓN PRIMARIA				
Tubo de PVC (mismo diámetro que bajante correspondiente y 1,3 m de altura) aislado mediante espuma de poliuretano y tapado con cubierta de aluminio.	u	19,08	16	305,28
		TOTAL PARTIDA MATERIAL EVAR		**2539,74**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	253,97	1	253,97
		TOTAL INSTALACIÓN EVAR		**2793,71**

Tabla I.6. Detalle del presupuesto de la instalación de evacuación de aguas residuales (EVAR)

ETSEIB

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES (EVAP)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
SUMIDEROS DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES Y REBOSADEROS				
Sumidero sifónico de PVC y salida vertical **Características:** sumidero con rejilla de protección de PVC de 150x150 mm. Elementos de sujeción incluidos	u	139,55	16	2232,80
Rebosadero de PVC para desagüe horizontal al exterior **Características:** L = 415 mm; D = 150 mm; Rejilla de PVC de 200x200 mm	u	12,51	10	125,10
TUBERÍAS PARA LAS BAJANTES				
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 50 mm; e = 3 mm**	m	1,74	180	313,20
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 63 mm; e = 3 mm**	m	2,21	72	159,12
TUBERÍAS PARA LOS COLECTORES GENERALES				
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 90 mm; e = 3 mm**	m	3,23	162	522,94
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 110 mm; e = 3,20 mm**	m	4,27	7	29,88
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 125 mm; e = 3,20 mm**	m	4,87	9	43,81
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 160 mm; e = 3,20 mm**	m	6,27	12	75,26
Tubería de PVC normalizada **D_{ext} = 200 mm; e = 3,90 mm**	m	9,59	2	19,18
SUBSISTEMA DE VENTILACIÓN PRIMARIA				
Tubo de PVC (mismo diámetro que bajante correspondiente y 1,3 m de altura) aislado mediante espuma de poliuretano y tapado con cubierta de aluminio.	u	19,08	14	267,12
			TOTAL PARTIDA MATERIAL EVAP	**3788,41**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	378,84	1	378,84
			TOTAL INSTALACIÓN EVAP	**4167,25**

Tabla I.7. Detalle del presupuesto de la instalación de evacuación de aguas pluviales (EVAP)

I.4. Partida instalación de climatización

A continuación se presenta la *Tablas I.8* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación de climatización (I.V.A. no incluido).

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN (CLM)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
UNIDADES INTERIORES				
Unidad interior de pared **Modelo:** FXYAP20, de Daikin	u	874,00	54	47196,00
Unidad interior de pared **Modelo:** FXYAP25, de Daikin	u	899,00	3	2697,00
Unidad interior empotrada en techo **Modelo:** FXYAP63, de Daikin	u	1568,00	5	7840,00
Unidad interior empotrada en techo **Modelo:** FXYFP80, de Daikin	u	1745,00	7	12215,00
Unidad interior empotrada en techo **Modelo:** FXYFP100, de Daikin	u	2099,00	5	10495,00
UNIDADES EXTERIORES				
Unidad exterior para Planta Baja 1 **Modelo:** RSEYP8KJ, de Daikin	u	10673,00	1	10673,00
Unidad exterior para Planta Baja 2 **Modelo:** RSEYP16KJ, de Daikin	u	19100,00	1	19100,00
Unidad exterior para Planta 1 **Modelo:** RSEYP24KJ, de Daikin	u	28986,00	1	28986,00
Unidad exterior para Planta 2 **Modelo:** RSEYP24KJ, de Daikin	u	28986,00	1	28986,00
Unidad exterior para Planta 3 **Modelo:** RSEYP16KJ, de Daikin	u	19100,00	1	19100,00
CANALIZACIONES DE TRES TUBOS DE COBRE FOSFOROSO OXIDADO SIN COSTURAS PARA CIRCUITOS REFRIGERANTES (Distribución horizontal)				
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 15,9x1 mm; D2 = 34,9x1,3 mm; D3 = 25,4x1,2 mm**	m	18,14	6,5	117,91
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 12,7x0,8 mm; D2 = 25,4x1,2 mm; D3 = 19,1x1 mm**	m	15,34	117	1794,78
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 9,5x0,8 mm; D2 = 19,1x1 mm; D3 = 15,9x1 mm**	m	12,57	79	993,03
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 9,5x0,8 mm; D2 = 15,9x1 mm; D3 = 12,7x0,8 mm**	m	9,59	30	287,70
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 6,4x0,8 mm; D2 = 12,7x0,8 mm; D3 = 9,5x0,8 mm**	m	7,97	55,5	442,34
CANALIZACIONES DE TRES TUBOS DE COBRE FOSFOROSO OXIDADO SIN COSTURAS PARA CIRCUITOS REFRIGERANTES (Distribución vertical)				
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 19,1x1 mm; D2 = 41,3x1,7 mm; D3 = 28,6x1,2 mm**	m	21,05	28	589,40
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 15,9x1 mm; D2 = 34,9x1,3 mm; D3 = 25,4x1,2 mm**	m	18,14	27,5	498,85
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 12,7x0,8 mm; D2 = 25,4x1,2 mm; D3 = 19,1x1 mm**	m	15,34	28,5	437,19
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 9,5x0,8 mm; D2 = 19,1x1 mm; D3 = 15,9x1 mm**	m	12,57	27	339,39
Canalización 3 tubos (líquido, gas BP y gas AP) **D1 = 9,5x0,8 mm; D2 = 15,9x1 mm; D3 = 12,7x0,8 mm**	m	9,59	20,5	196,60
OTROS REQUERIMIENTOS MATERIALES				
Recuperador entálpico (unidad recuperadora de calor) **Modelo:** BSVQ100M, de Daikin	u	840	74	62160,00
Valvulería y juntas de bifucarción (REFNET y T)	-----	5000	1	5000,00
		TOTAL PARTIDA MATERIAL CLM		**256509,43**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	25650,94	1	25650,94
		TOTAL INSTALACIÓN CLM		**282160,37**

Tabla I.8. Detalle del presupuesto de la instalación de climatización

I.5. Partida instalación de seguridad contra incendios

A continuación se presenta la *Tabla I.9* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación de seguridad contra incendios y elementos de emergencia (I.V.A. no incluido).

INSTALACIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y ELEMENTOS DE EMERGENCIA (SCI&EM)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
VIDRIOS ESPECIALES				
Vidrio cortafuegos ISO EI 60 para separación de huecos en fachada **Modelo:** Dothglass ISO EI 60, de Tecfiredothauxibat	m^2	1024,00	22,88	23429,12
Vidrio cortafuegos ISO EI 60 fachada acristalada doble espacio P3 **Modelo:** Dothglass ISO EI 60, de Tecfiredothauxibat	m^2	1024,00	78	79872,00
EQUIPAMIENTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS				
Hidrante exterior de columna seca **Modelo:** Tifón Plus, de Amber Globe	u	2117,54	1	2117,54
Extintor de polvo químico ABC polivalente **Características:** eficacia 21A-113B y 6 kg de peso	u	48,46	20	969,20
Boca de incendio equipada (BIE) **Características:** modelo F1MR, de Amber globe. BIE de 25 mm de superfície compuesta de armario de chapa blanca, acabado de pintura epoxi y puerta con ventana	u	387,09	6	2322,54
Pulsador manual convencional para alarma **Fabricante:** UTC Fire & Security España	u	36,23	11	398,53
Sirena de preextinción óptico-acústica **Características:** sirena piezoeléctrica para interiores en caja de policarbonato rojo, modelo AS363 de Aritech	u	53,4	11	587,4
ROTULACIÓN DE EQUIPAMIENTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS				
Rótulo normalizado para ubicación de extintor **Dimensiones:** 297x210 mm	u	6,50	20	130,00
Rótulo normalizado para ubicación de BIE **Dimensiones:** 297x210 mm	u	6,50	6	39,00
Rótulo normalizado para ubicación de pulsador manual **Dimensiones:** 297x210 mm	u	6,50	11	71,50
Rótulo normalizado para ubicación de hidrante exterior **Dimensiones:** 297x210 mm	u	6,50	1	6,50
ROTULACIÓN DE EVACUACIÓN				
Rótulo normalizado "SALIDA" **Dimensiones:** 297x105 mm	u	6,50	2	13,00
Rótulo normalizado "SALIDA DE EMERGENCIA" **Dimensiones:** 297x224 mm	u	6,50	2	13,00
Rótulo normalizado de dirección de recorrido de evacuación **Dimensiones:** 320x160 mm	u	6,50	31	201,50
Rótulo normalizado de dirección de recorrido de evacuación accesible **Dimensiones:** 320x160mm	u	6,50	7	45,50
Rótulo normalizado de puerta de barra horizontal de empuje **Dimensiones:** 300x224mm	u	6,50	11	71,50
ALUMBRADO DE EMERGENCIA				
Luminaria Hydra N2 **Flujo luminoso:** 95 lm; **Potencia lámpara:** 8 W	u	43,48	220	9565,60
Luminaria Hydra N3 **Flujo luminoso:** 160 lm; **Potencia lámpara:** 8 W	u	49,50	26	1287,00
		TOTAL PARTIDA MATERIAL SCI&EM		**121140,43**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	12114,04	1	12114,04
		TOTAL INSTALACIÓN SCI&EM		**133254,47**

Tabla I.9. Detalle del presupuesto de la instalación de seguridad contra incendios y elementos de emergencia

I.6. Partida instalación de protección contra rayos

A continuación se presenta la *Tabla I.10* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación de protección contra los rayos (I.V.A. no incluido).

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA LOS RAYOS (PCR)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
SISTEMA EXTERNO ACTIVO				
Pararrayos con dispositivo de cebado (PDC) **Modelo:** Nimbus CPT-1, de Cirprotec; **Avance de cebado:** 27 µs	u	1302,20	1	1302,20
Mástil telescópico de acero galvanizado **L = 1-3 m**	u	90,40	1	90,40
Pieza de adaptación pararrayos PDC (tipo Nimbus) - mástil **D = 36,5 mm**	u	52,00	1	52,00
Protector mástil antena (vía chispas) **Componentes:** vía de chispas con encapsulado de plástico, borna universal multiclamp T (paralelo en cobre y D = 8 mm), abrazadera para tuberías de acero galvanizado (D = 42,4 mm) y conector de cobre KS 1 soporte (para derivaciones paralelas)	u	149,75	1	149,75
Anclaje para mástil **Características:** pie rectangular (300x300 mm) de acero galvanizado	u	112,77	1	112,77
SISTEMA INTERNO				
Protección contra sobretensiones transitorias para cuadro principal trifásico	u	1070,44	1	1070,44
Protección contra sobretensiones transitorias para cuadro secundario monofásico	u	393,69	5	1968,45
Protección contra sobretensiones transitorias para cuadro secundario trifásico	u	585,02	1	585,02
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA				
Conductor bajante **Características:** cable trenzado electrolítico desnudo de 50 mm^2	m	11,40	28	319,20
Abrazaderas para el conductor bajante **Características:** soporte de bronce con tirafondo	u	9,76	10	97,60
Contador de descargas **Modelo:** CDR-1, de Cirprotec	u	404,20	1	404,20
Toma de tierra y equipotencialidad **Componentes:** arqueta de registro de PP, jabalina de cobre de 300 micras (L = 2 m, D = 14 mm), placa de cobre de toma a tierra (500x500x2mm) y compuesto de líquido activador (Conductiver Plus) para la mejora de la conductividad de la toma de tierra	u	497,65	1	497,65
		TOTAL PARTIDA MATERIAL PCR		**6649,68**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	664,97	1	664,97
		TOTAL INSTALACIÓN PCR		**7314,65**

Tabla I.10. Detalle del presupuesto de la instalación de protección contra los rayos

I.7. Partida instalación de recogida y evacuación de residuos

A continuación se presenta la *Tabla I.11* con el detalle del presupuesto de la partida de material para la instalación de recogida y evacuación de residuos (I.V.A. no incluido).

RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS (RER)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
CONTENEDORES PARA RECICLAJE Y RECOGIDA DE RESIDUOS				
Contenedor para recogida de papel/cartón **Modelo:** CR.660 (660 litros)/AZ, de Alqui-Envas	u	325,00	1	325,00
Contenedor para recogida de envases ligeros **Modelo:** CR.115 (1150 litros)/AM, de Alqui-Envas	u	615,00	3	1845,00
Contenedor para recogida de materia orgánica **Modelo:** CR.110 (1100 litros)/MA, de Alqui-Envas	u	600,00	1	600,00
Contenedor para recogida de vidrio **Modelo:** CR.240 (240 litros)/VE, de Alqui-Envas	u	73,00	1	73,00
Contenedor para recogida de varios **Modelo:** CR.120 (1200 litros)/GR, de Alqui-Envas	u	635,00	1	635,00
		TOTAL PARTIDA MATERIAL RER		**3478,00**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	347,80	1	347,80
		TOTAL INSTALACIÓN RER		**3825,80**

Tabla I.11. Detalle del presupuesto de la instalación de recogida y evacuación de residuos

I.8. Partida estudio de accesibilidad

A continuación se presenta la *Tabla I.12* con el detalle del presupuesto de la partida de material para el estudio de accesibilidad (I.V.A. no incluido).

ACCESIBILIDAD (ACCES)				
Concepto	**Unidad**	**Precio unitario [€]**	**Nº unidades**	**Precio total [€]**
ROTULACIÓN ACCESIBILIDAD				
Rótulo normalizado para los itinerarios accesibles **Dimensiones:** 297x210 mm	u	6,50	13	84,50
Rótulo normalizado para los ascensores accesibles **Dimensiones:** 297x420 mm	u	9,50	5	47,50
Rótulo normalizado para los servicios higiénicos accesibles **Dimensiones:** 297x420 mm	u	9,50	11	104,50
Rótulo normalizado para los puntos de información accesibles **Dimensiones:** 297x210 mm	u	6,50	2	13,00
OTROS REQUERIMIENTOS MATERIALES				
Acanaladura con relieve para personas con discapacidad visual	m	18,00	22	396,00
		TOTAL PARTIDA MATERIAL ACCES		**645,50**
Dotación de imprevistos **10% sobre el valor total de la partida material**	-----	64,55	1	64,55
		TOTAL INSTALACIÓN ACCES		**710,05**

Tabla I.12. Detalle del presupuesto del estudio de accesibilidad

I.9. Resumen del PEM

Una vez detallados los presupuestos de las partidas de material de todas y cada una de las instalaciones dimensionadas, se está en disposición de calcular el total del PEM. Éste, a parte de todos los materiales antes citados, contempla las siguientes partidas:

• **Mano de obra**: se considera un gasto del 15% sobre el total de las partidas materiales.

• **Estudio de Prevención de Riesgos Laborales (PRL)**: se considera un gasto de 2000€.

• **Control de Calidad de Edificios e Instalaciones (CCEI):** se considera un gasto de 2000€.

Por tanto, el total del PEM es el mostrado por la *Tabla I.13*:

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)	
Concepto	**Coste [€]**
Instalación eléctrica	123710,39
Instalación de suministro de agua fría sanitaria	10101,14
Instalación de suministro de agua caliente sanitaria	22051,43
Instalación de evacuación de aguas residuales	2793,71
Instalación de evacuación de aguas pluviales	4167,25
Instalación de climatización	282160,37
Instalación de seguridad contra incendios y elementos de emergencia	133254,47
Instalación de protección contra rayos	7314,65
Instalación de recogida y evacuación de residuos	3825,80
Instalación de accesibilidad	710,05
TOTAL PARTIDAS MATERIALES, P.M.	590089,25
MANO DE OBRA, M.O. (15% sobre P.M.)	88513,39
PREVENCIÓN RIESGOS LABORALES, P.R.L.	2000,00
CONTROL DE CALIDAD DE EDIFICIOS E INSTALACIONES, C.C.	2000,00
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL, P.E.M. (P.M. + M.O. + P.R.L. + C.C.)	**682602,64**

Tabla I.13. Resumen detallado del Presupuesto Ejecución Material

El coste del PEM es exactamente de **SEIS CIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SEIS CIENTOS DOS** euros con **SESENTA Y CUATRO** céntimos.