

Trabajo Fin de Máster  
Máster en Ingeniería Industrial

# Proyecto de instalaciones generales de un establecimiento de fabricación y venta de muebles

Autor:

Juan Vicente Giráldez Álvarez

Tutor:

Andrés Cubero Moya

Profesor asociado

Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017

# ÍNDICE

---

## TOMO I

---

<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>11</b>
<b>1 Objeto del proyecto</b>	<b>12</b>
<b>2 Situación</b>	<b>12</b>
<b>3 Descripción general del edificio</b>	<b>12</b>
3.1 Zonas de uso comercial y administrativo	12
3.2 Zonas de uso industrial	13
<b>4 Programa de necesidades</b>	<b>14</b>
<b>5 Distribución en planta</b>	<b>15</b>
5.1 Zonas de uso comercial y administrativo	15
5.2 Zonas de uso industrial	16
<b>6 Normativa de aplicación</b>	<b>20</b>
<b>7 Normativa urbanística general</b>	<b>22</b>
7.1 Documento nº1: Normativa urbanística general	22
7.2 Documento nº2: Normativa urbanística particular del núcleo urbano principal	23
7.3 Memoria de la ordenación	23
<b>8 Instalación contra incendios zona industrial</b>	<b>24</b>
8.1 Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios	24
8.2 Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco	25
8.3 Evacuación de los establecimientos industriales	26
8.4 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios en establecimientos industriales	27
8.4.1 Sistema manual de alarma de incendio	27
8.4.2 Extintores de incendio	28
8.4.3 Bocas de incendio equipadas (BIEs) y sistema de abastecimiento de agua	28
8.4.4 Sistemas de alumbrado de emergencia	29
8.4.5 Señalización	30
<b>9 Instalación contra incendios zona comercial y administrativa</b>	<b>32</b>
9.1 SI 1 Propagación interior	32
9.2 SI 2 Propagación exterior	33
9.3 SI 3 Evacuación de los ocupantes	33
9.3.1 Señalización de los medios de evacuación	35
9.4 SI 4 Instalaciones de protección contra incendios	36
9.5 SI 5 Intervención de los bomberos	36
9.6 SI 6 Resistencia al fuego de la estructura	37
9.7 Alumbrado de emergencia	37
<b>10 Climatización y ventilación zona comercial y administrativa</b>	<b>38</b>
10.1 Cargas térmicas	38
10.1.1 Condiciones exteriores de cálculo	38
10.1.2 Elementos constructivos	38
10.1.3 Consideraciones interiores de cálculo	39
10.1.4 Resumen de cargas térmicas	40
10.2 Descripción de la instalación de climatización	41
10.3 Exigencia de bienestar e higiene	41
10.4 Exigencia de eficiencia energética	43
10.5 Exigencia de seguridad	45

10.6	<i>Resumen cálculo de conductos y ventiladores</i>	45
<b>11</b>	<b>Extracción localizada de la zona de fabricación</b>	<b>47</b>
<b>12</b>	<b>Instalación de aire comprimido</b>	<b>49</b>
<b>13</b>	<b>Instalación eléctrica de baja tensión</b>	<b>51</b>
13.1	<i>Acometida</i>	51
13.2	<i>Instalaciones de enlace</i>	51
13.3	<i>Caja de protección y medida</i>	51
13.4	<i>Derivación individual</i>	51
13.5	<i>Dispositivos generales e individuales de mando y protección</i>	52
13.6	<i>Protección contra sobrintensidades</i>	53
13.7	<i>Protección contra sobretensiones</i>	54
13.8	<i>Protección contra contactos indirectos</i>	54
13.9	<i>Instalaciones interiores</i>	54
13.9.1	<i>Instalaciones interiores de la zona comercial y de oficinas</i>	55
13.9.2	<i>Instalaciones interiores de la zona industrial</i>	58
13.9.3	<i>Circuitos que contienen motores</i>	61
13.9.4	<i>Circuitos de iluminación general y de emergencia</i>	61
13.9.5	<i>Circuito de alumbrado exterior</i>	63
	<b>ANEJOS DE CÁLCULO</b>	<b>64</b>
<b>1</b>	<b>Cálculo de aireadores</b>	<b>65</b>
<b>2</b>	<b>Cálculo de BIEs</b>	<b>66</b>
2.1	<i>Red general de incendios</i>	66
2.2	<i>Sistema de abastecimiento de agua</i>	68
2.2.1	<i>Circuito de aspiración</i>	69
2.2.2	<i>Depósito</i>	70
<b>3</b>	<b>Resistencia al fuego de la estructura</b>	<b>72</b>
3.1	<i>Resistencia al fuego de una viga de hormigón armado</i>	72
3.2	<i>Resistencia al fuego de un pilar de hormigón armado</i>	73
3.3	<i>Resistencia al fuego del forjado</i>	74
3.4	<i>Resistencia al fuego de una viga de acero</i>	74
<b>4</b>	<b>Cálculo de cargas térmicas</b>	<b>76</b>
4.1	<i>Ganancias térmicas instantáneas</i>	76
4.1.1	<i>Ganancia solar cristal</i>	76
4.1.2	<i>Transmisión paredes y techos</i>	76
4.1.3	<i>Transmisión excepto paredes y techos</i>	77
4.1.4	<i>Calor interno</i>	78
4.2	<i>Cargas de refrigeración</i>	80
4.3	<i>Detalle del cálculo térmico</i>	81
4.3.1	<i>Evolución anual de temperatura exterior seca máxima (°C)</i>	81
4.3.2	<i>Evolución anual de temperatura exterior húmeda máxima (°C)</i>	81
4.4	<i>Hojas de carga para refrigeración del sistema</i>	82
4.5	<i>Hojas de carga para calefacción del sistema</i>	83
4.6	<i>Hojas de carga por zonas</i>	85
4.7	<i>Listado de cerramientos</i>	103
<b>5</b>	<b>Selección sistema de climatización</b>	<b>106</b>
5.1	<i>Lista de materiales</i>	106
5.2	<i>Detalles unidad interior</i>	106
5.3	<i>Diagrama frigorífico</i>	108
<b>6</b>	<b>Cálculo de conductos</b>	<b>109</b>
6.1	<i>Pérdidas de presión por fricción:</i>	109

6.2	<i>Pérdidas de presión por singularidades:</i>	109
6.3	<i>Pérdidas de presión total, estática y dinámica:</i>	109
6.4	<i>Método de dimensionamiento</i>	111
6.5	<i>Cálculo redes de conducto</i>	111
6.5.1	Subsistema "Máquina de conductos FXMQ200MB"	111
6.5.2	Subsistema "Máquina de conductos FXMQ125P7"	112
6.5.3	Subsistema "Impulsión recuperador de calor zona comercial"	113
6.5.4	Subsistema "Retorno recuperador de calor zona comercial"	114
6.5.5	Subsistema "Impulsión recuperador de calor zona de oficinas"	114
6.5.6	Subsistema "Retorno recuperador de calor zona de oficinas"	116
6.5.7	Subsistema "Extracción aseos"	118
6.5.8	Subsistema "Extracción de vestuarios"	118
<b>7</b>	<b>Cálculo de la red de extracción localizada</b>	<b>120</b>
<b>8</b>	<b>Cálculo de la red de aire comprimido</b>	<b>126</b>
8.1	<i>Cálculo de la red de tuberías</i>	126
8.2	<i>Cálculo del compresor</i>	127
8.3	<i>Cálculo del depósito</i>	127
8.4	<i>Listado de resultados de tuberías</i>	128
8.5	<i>Listado de resultados mangueras</i>	129
8.6	<i>Resultados compresor</i>	130
8.7	<i>Resultados depósito</i>	130
8.8	<i>Pérdidas en accesorios</i>	131
8.9	<i>Pérdidas en válvulas</i>	131
<b>9</b>	<b>Cálculos instalación de baja tensión</b>	<b>132</b>
9.1	<i>Intensidad máxima prevista</i>	132
9.2	<i>Sección</i>	132
9.2.1	Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento	132
9.2.2	Criterio de la caída de tensión	133
9.3	<i>Intensidades de cortocircuito</i>	134
9.3.1	Impedancia de la red de alimentación	135
9.3.2	Impedancia de los cables	136
9.4	<i>Protección de las instalaciones</i>	136
9.4.1	Protección contra las corrientes de sobrecarga	136
9.4.2	Protección contra las corrientes de cortocircuito	137
9.5	<i>Sistemas de instalación empleados</i>	138
9.5.1	H07Z1-K (AS) - B1 unip. empotrados bajo tubo flexible	138
9.5.2	H07Z1-K(AS) Conductores aislados en hueco de la construcción B1	138
9.5.3	RZ1-K (AS) - B1 unip. empotrados bajo tubo	139
9.5.4	RZ1-K (AS) - B1 unip. en montaje superficial bajo tubo	140
9.5.5	RZ1-K (AS) - C unip. en bandeja continua	140
9.5.6	RZ1-K (AS) - D1 multip. enterrados bajo tubo	141
9.5.7	RZ1-K (AS+)	142
9.5.8	RZ1-K(AS) - Acometida y DI enterrada	142
9.6	<i>Demanda de potencia</i>	143
9.7	<i>Cuadro resumen por circuitos</i>	146
9.8	<i>Cuadro resumen de protecciones</i>	151
<b>10</b>	<b>Cálculo luminotécnico alumbrado interior y exterior</b>	<b>154</b>
<b>11</b>	<b>Fichas técnicas</b>	<b>287</b>

**TOMO II**

---

<b>PLANOS</b>	<b>7</b>
<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS</b>	<b>31</b>
<b>MEDICIONES Y PRESUPUESTOS</b>	<b>76</b>

# MEMORIA DESCRIPTIVA

---

# 1 OBJETO DEL PROYECTO

---

Con esta memoria se pretende describir, diseñar, calcular, y especificar las instalaciones de protección contra incendios, climatización, extracción de polvo, aire comprimido y electricidad para una nave industrial dedicada a fabricación y venta de muebles situada en Badajoz. Se hará cumpliendo con la normativa específica que corresponda a cada tipo de instalación.

## 2 SITUACIÓN

---

La parcela propuesta está situada en Badajoz y se accederá a la misma por la carretera Madrid-Lisboa. La referencia catastral es 7857508PD7075F0001IR con una superficie total de 14638 m<sup>2</sup>.

Se encuentra en una zona donde la vegetación que hay se limita a unos escasos matorrales existentes en el borde de la carretera que da acceso a la misma. El terreno es de arcilla semidura y no se prevé que tenga rocas a muchos metros de profundidad. El solar presenta una topografía llana o regular no siendo necesaria la realización de obras de gran envergadura para la nivelación del mismo.

## 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

---

El presente proyecto recoge varias de las instalaciones en una nave de fabricación y venta de muebles de madera que tendrá forma rectangular y albergará tres zonas, una dedicada a uso industrial donde se encontrará la parte de producción y almacenamiento, otra de uso administrativo dedicado a las oficinas de los trabajadores y otra comercial para venta y exposición.

A continuación se detallarán cada una de las zonas mencionadas.

### 3.1 Zonas de uso comercial y administrativo

En la base del rectángulo irá situada las zonas de uso comercial y administrativo y que a su vez estarán separadas entre sí con el objeto de garantizar que a esta última solo tengan acceso los trabajadores. Estará orientada al norte y será visible desde la carretera con la que comunica. El acceso a la parte comercial destinada a la venta y exposición de muebles se hará a través de la puerta de entrada dispuesta en la fachada principal. En esta última se colocará un gran ventanal con el objetivo de aprovechar la luz natural y que permita visualizar la exposición desde el exterior donde irán ubicados los aparcamientos.

Una vez dentro del recinto se podrá observar una puerta para uso exclusivo de emergencia en la parte oeste. En la sur se dispondrá otra puerta para uso exclusivo de los trabajadores y que por medio de un vestíbulo de independencia comunicará con la zona de producción de muebles. En la parte este se situarán los aseos. Además, a través de una puerta para uso exclusivo de los trabajadores se dará acceso a la zona de uso administrativa a la que también se podrá acceder desde exterior mediante una puerta situada en la fachada este de la nave.

La zona de uso administrativo se dispondrá en dos plantas. En la planta baja habrá una zona de descanso, un pequeño almacén, un cuarto de instalaciones y dos vestuarios. La planta primera a la que se accederá por unas escaleras o por ascensor albergará dos aseos, seis oficinas para los distintos departamentos de la empresa y una sala de reuniones. De este modo, la zona comercial quedaría a doble altura por lo que algunos de los despachos de la planta primera de la zona administrativa tendrían vistas al área comercial.

## **3.2 Zonas de uso industrial**

Como se ha dicho anteriormente el acceso a esta zona se hará desde la parte comercial a través de un vestíbulo de independencia o bien desde tres puertas alojadas en la parte este del edificio. Del mismo modo, habrá también una salida del edificio de uso exclusivo de emergencia en la parte oeste.

La disposición de cada una de las zonas dentro del área industrial de sur a norte es la que sigue. Situada al sur se dispondrá de un almacén de materia prima y de material auxiliar al que se tendrá acceso desde el exterior de la nave y desde el interior. A continuación se distribuirá la zona de producción propiamente dicha cuya distribución se ha hecho en base al proceso productivo, contemplando zonas de corte, canteado, maquinado, cabina de pintura y zona de montaje y ensamblaje.

En la parte norte se situarán dos almacenes uno de ellos comunicado con el exterior para material acabado, y otro comunicado desde el interior de la zona de producción destinado a albergar los muebles del área de exposición y venta. Entre ambos se localizará el vestíbulo de independencia.

Así mismo, se dispondrá de una sala para los equipos necesarios para la red de aire comprimido próximo al almacén de ventas y exposición de muebles. El grupo de presión de la instalación de protección contra incendios se situará en un contenedor en el exterior de la nave. Del mismo, habrá un silo situado al sur y en el exterior de la nave destinado al almacenamiento de la viruta y el serrín de madera extraída por medio de extractores localizados en cada una de las máquinas-herramientas.



## 4 PROGRAMA DE NECESIDADES

---

Se precisa de una zona destinada a la fabricación de muebles, de una destinada a las ventas y exposición de los mismos y de otra destinada a labores administrativas. Estarán ubicadas en un punto que sirva de conexión para que los trabajadores de oficina puedan pasar a la parte de fabricación y comercial y viceversa y para que los muebles de exposición puedan pasar del almacén de la zona de fabricación a la comercial. Las necesidades existentes son las siguientes:

1. Las oficinas se hallarán en el mismo edificio donde se venderán los muebles como ya se dijo anteriormente con acceso limitado a los trabajadores. La distribución de los departamentos incluidos en esta zona se hará conforme a las siguientes exigencias:
  - Habrá un despacho para el encargado de la producción y otro para el de diseño de muebles situados lo más cercano a la parte de producción y que a su vez suponga una zona que les permita controlar la entrada de material por parte de los proveedores. De esta manera se intentará conseguir la máxima coordinación posible entre los que poseen los conocimientos técnicos de diseño y fabricación de productos y los que fabrican los mismos.
  - Habrá también un único despacho para el encargado de ventas y marketing bajo el nombre de departamento comercial. Deberá tener visión completa de toda la zona de exposición de muebles para así poder estudiar de manera más directa el comportamiento del cliente hacia el producto.
  - El despacho del director general se situará en un punto que permita controlar la entrada de los trabajadores.
  - El resto de departamentos de administración y RR.HH., de finanzas, la sala de reuniones y la de descanso no presentarán restricción alguna.
  - Se precisará de un ascensor para acceder a la segunda planta de las oficinas aunque la normativa no lo obligue.
2. La zona destinada a la producción deberá albergar en su interior lo siguiente:
  - Un almacén de materia prima, otro almacén de productos acabados y otro de muebles de exposición. Los primeros tendrán conexión directa desde el exterior para carga y descarga del material que provengan de furgonetas. El último estará lo más cercano posible al edificio de ventas ya que en el mismo se guardarán los muebles montados y ensamblados para las distintas exposiciones.
  - Un recinto o taller dedicado solo y exclusivamente para el acabado superficial de los productos.
  - La disposición de los recintos y de las máquinas en la nave industrial será la adecuada para conseguir mayor eficiencia y reducción en los tiempos de producción.
  - La actividad que se desarrollará en el interior de la nave no será vista por los clientes. La zona de recepción de la materia prima tampoco deberá ser visible por los mismos con el fin de no molestarles.
3. Se dispondrá de una zona de aparcamientos acorde al número de trabajadores, de clientes y en cumplimiento de la normativa.

Todo ello tendrá lugar en una parcela que esté situada en alguna de las carreteras que dé acceso a la ciudad con objetivo de atraer a clientes locales, de paso y del país vecino.

## 5 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El objetivo de este capítulo es por un lado especificar qué actividades se desempeñan en la parte de fabricación de muebles, qué factores se han tenido en cuenta al hacer la distribución en planta y cuáles son las superficies útiles de cada una de una de las zonas.

### 5.1 Zonas de uso comercial y administrativo

En la Tabla 5-1 y Tabla 5-2 se muestran las superficies para cada una de los recintos de uso comercial y administrativo del proyecto realizado.

Para los despachos se ha considerado un área de 7,83 m<sup>2</sup> y un total de seis departamentos, comercial, financiero, administración y recursos humanos, diseño, producción y director general.

Las restantes dependencias corresponden a una sala de reuniones y sala de descanso para los trabajadores, aseos para uso de los clientes y aseos y vestuarios para uso privado, un archivador destinado para almacén de material de oficina y un cuarto de instalaciones.

Tabla 5-1: Superficies útiles de los recintos de la zona administrativa.

Planta	Recinto	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Baja	Vestuarios	17,63
	Sala de descanso	22,28
	Archivador	4,18
	Cuarto de instalaciones	1,98
	Hueco ascensor	3,06
	Pasillos	59,42
Primera	Aseos	4,14
	Hueco ascensor	3,06
	Dpto. Financiero	7,83
	Dpto. Comercial	7,83
	Dpto. de diseño	7,83
	Dpto. de producción	8,83
	Dpto. administración y RRHH	7,83
	Director general	9,83
	Sala de reuniones	22,28
	Pasillos	37,62
Total planta baja		109,44
Total planta primera		95,74
Total zona administrativa		205,18

Tabla 5-2: Superficies útiles de los recintos de la zona comercial.

Recinto	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Aseos	5,95
Zona exposición	313,71
Total zona comercial	319,66

## 5.2 Zonas de uso industrial

Las superficies mínimas necesarias de la zona de producción se han estimado en base al proceso de fabricación de muebles de madera y a una distribución en planta acorde al mismo. Por ello, la distribución que mejor se ajusta es la de por proceso o por función, ya que se van a fabricar productos diferentes que siguen un proceso muy similar donde las máquinas a utilizar para fabricarlos son las mismas. El hecho de que los tiempos de producción de cada producto sean diferentes lo convierten en la mejor opción de distribución en planta para este proyecto.

A su vez la zona de producción estará dividida en varias áreas en cada una de las cuales se realizará una actividad:

- En el área de corte se dispondrán cinco máquinas, una de ellas de corte semiautomático, dos de corte manual y una cepilladora. La misión de las primeras no es otra que obtener piezas a medida para las fases posteriores a la de fabricación. En la cepilladora puede obtenerse una modificación de geometría de las piezas que así lo requieran obteniendo mayor precisión en el espesor u otras operaciones como acanalamientos.
- En la zona de canteado habrá dos máquinas y es donde se adhiere una cinta de PVC u otro material a los tableros de madera para mejorar su acabado.
- El área de maquinado se compone de seis máquinas, un centro de control numérico para mecanizado de piezas con geometrías complejas, dos tornos para el trabajo de patas de madera y dos taladradoras manuales.
- En el área de lijado se dispondrán dos máquinas cuya misión es la de alisar la superficie una vez dada forma a la madera.
- En la zona de acabado superficial tendrá lugar el aplique de revestimiento a la madera utilizando pintura o barniz.

En la Tabla 5-3 se muestran las zonas antes comentadas con sus respectivas máquinas así como las dimensiones y área que ocupan.

Tabla 5-3: Dimensiones máquinas de trabajo

Zonas	Máquina	Número de máquinas	Ancho (mm)	Largo (mm)	Área (m <sup>2</sup> )
Corte	Máquina de corte semiautomática	1	1500	2000	3,0
	Máquina de corte manual	2	580	760	0,9
	Cepilladora	2	1800	410	1,5
Canteado	Canteadora	2	1640	1070	3,5
Maquinado	Taladro manual	2	700	700	1,5
	Torno	2	2000	1000	6,0
	CNC	1	3000	1250	3,8
Lijado	Semiautomática	2	2200	1100	4,8
Pintado			15000	5000	3,0
Total			27790	12660	99,93

A parte de las áreas antes mencionadas dedicadas exclusivamente a fabricación, se precisa de tres almacenes, uno para materia prima y material auxiliar donde se guardarán tableros de madera, pequeño material como tornillos o remaches, recambios de máquinas, cartones para embalaje y pintura y barnices. Otro almacén se destinará a guardar productos acabados y otro para almacén de los muebles de la zona de venta de muebles y que sirva para guardar las distintas exposiciones.

A efectos de determinar la superficie mínima de la zona de fabricación, se ha dejado un área de 1,4 m<sup>2</sup> para carga y descarga de material en cada una de las máquinas de trabajo. A su vez se ha dejado una separación media entre máquinas de 1,5 m y se han proyectado varios pasillos también de ancho 1,5 m para llegar a todos los puntos de la nave mediante transpaletas manuales. Se han tenido en cuenta también aquellos puntos donde sea necesario realizar maniobras o giros.

Posteriormente el espacio dedicado a almacenamiento se ha hecho en base a la producción, a la velocidad de trabajo de cada una de las máquinas y a una jornada laboral de 9 horas. Se han tomado como partida tableros de dimensiones 2440 mm x 1220 mm x 25 mm y unas dimensiones medias para las patas de las sillas de 40 mm x 40 mm y de 60 mm x 60 mm para el caso de las mesas. Finalmente, se ha estimado la producción media diaria en 15 sillas, 6 mesas y 6 armarios.

Para el caso particular del almacén de productos acabados se ha estimado que su volumen aumenta en torno a un 50% respecto al inicial. Es decir, que si inicialmente un tablero de madera precisaba de un 1 m<sup>2</sup> en el almacén de materia prima ahora necesitaría 1,5 m<sup>2</sup> teniéndose en cuenta de esta manera el aumento de volumen del mueble por su embalaje o porque esté ya ensamblado. Con respecto al almacén de la zona de ventas y exposición se ha estimado que el 75% de los muebles que proceden de la zona comercial y de venta al público se encuentran ya montados.

Así mismo, la parte del almacén destinado a material auxiliar se ha estimado como un 60% de la materia prima.

Ya por último remarcar que se ha considerado en los almacenes al igual que en la zona donde se ubican las máquinas, un pasillo de ancho 1,5 m libre de objetos para el transporte de materiales con transpaletas manuales así como un aumento del mismo en puntos donde sea necesario giros o maniobras. Del mismo modo, se ha tomado una altura máxima de almacenamiento de 3,5 m. Se ha estimado que el tiempo máximo que podría encontrarse la mercancía en los almacenes en las condiciones más desfavorables sería de un mes, es decir, que el almacén de productos acabados se llenaría si el ritmo de producción fuera continuo del 100% durante este tiempo y no se vendiera nada.

De este modo en la Tabla 5-4 se muestran las superficies mínimas necesarias en los almacenes con las condiciones antes impuestas en lo que a material se refiere. En la Tabla 5-5 se comparan las superficies mínimas necesarias con los parámetros antes comentados y las superficies existentes en el proyecto.

Tabla 5-4: Cálculo de superficies de almacenes.

Producto a fabricar	Silla	Mesa	Armario
Tablones y tapa (m <sup>3</sup> )	0,061	0,074	0,447
Patas (m <sup>3</sup> )	0,006	0,015	
Volumen almacén MP (m <sup>3</sup> )	4,56		
Volumen almacén Pto. terminado (m <sup>3</sup> )	6,89		
Altura almacenes (m)	3,50		
Superficie almacén MP (m <sup>2</sup> )	1,30		
Superficie almacén Pto. auxiliar (m <sup>2</sup> )	0,87		
Superficie almacén Pto. terminado (m <sup>2</sup> )	1,95		

Tabla 5-5: Cálculo de superficies de cada zona.

	Superficie útil necesaria (m <sup>2</sup> )	Superficie útil proyectada (m <sup>2</sup> )
Fabricación	706,93	771,21
Almacén MP	68,41	93,025
Almacén MP-Pdtos. auxiliares	41,04	49
Almacén Pto. terminado	85,51	113,06
Almacén venta y expo	85,05	81,86
Zona ensamblaje y embalaje	100,00	125
Vestíbulo de indep.	10,89	14,7
Cuarto compresor	15,20	10,92
TOTAL	1113,03	1258,78

Con todo ello, la solución que se ha tomado es la de una nave de 70 m x 25 m siendo la parte industrial de 52 m x 25 m con 921,83 m<sup>2</sup> útiles para fabricación y 948,86 m<sup>2</sup> construidos y 336,95 m<sup>2</sup> y 370, 74 m<sup>2</sup> para almacenamiento sumando un total de 1319,39 m<sup>2</sup> de superficie construida. La comercial y administrativa serán de

18 m x 25 m dispuestas en la parcela de tal manera que si fuera posible una ampliación en el futuro, se haría por la parte oeste de la misma.

Con respecto al interior del establecimiento con el objeto de disminuir los posibles efectos del ruido de la zona de máquinas, estas se han situado lo más lejano posible a la zona de ventas. Además, también se han dispuesto los almacenes como separadores entre zonas con el fin de amortiguar el ruido.

A efectos de la ocupación, se han previsto 10 trabajadores en la zona industrial, 6 personas dispuestos en los despachos antes comentados, 2 vendedores y 4 montadores.

Ya por último mostrar cómo quedaría la distribución en planta con todas las consideraciones comentadas mediante un modelo 3D realizado en REVIT.

En la Figura 1 se muestra la vista tridimensional del establecimiento. En la Figura 2 y Figura 3 se muestra la distribución en planta primera y baja respectivamente. Fíjese que los pasillos se han establecido según lo dicho anteriormente. Los elementos señalados en azul corresponden con los de la zona de corte, en rojo a la de canteado, en amarillo la de maquinado y en gris a la de lijado.

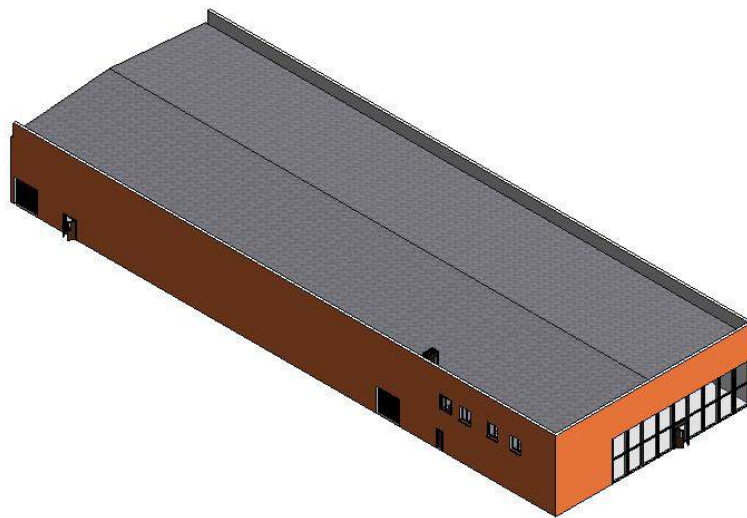


Figura 1: Vista 3D nave para fabricación y venta de muebles.

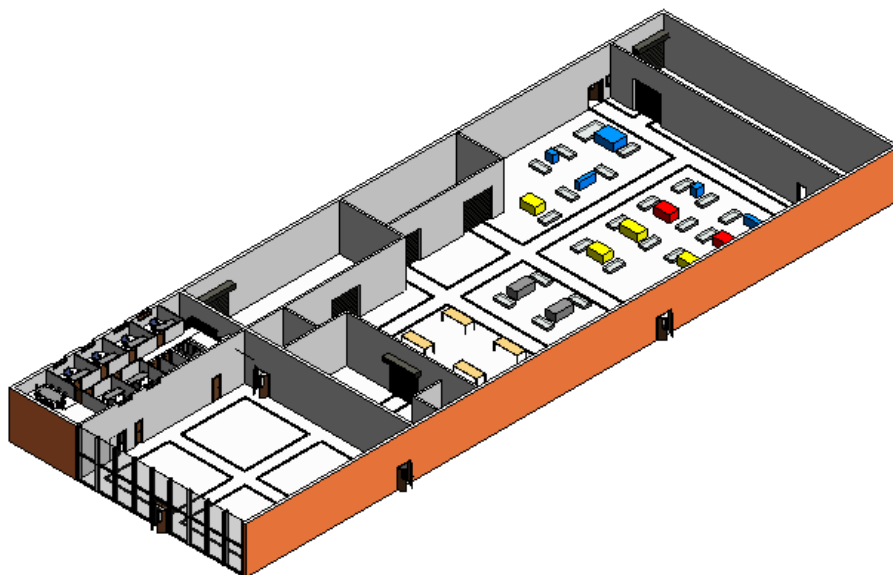


Figura 2: Vista 3D planta primera.

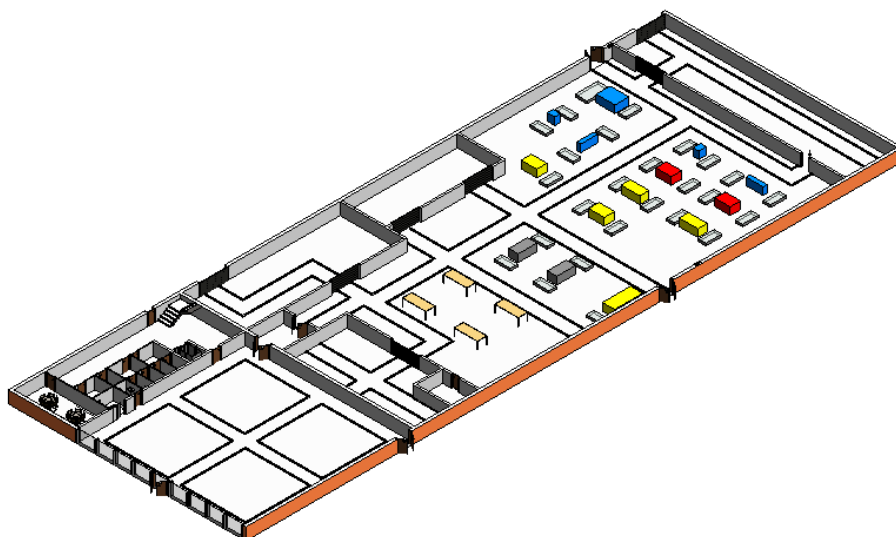


Figura 3: Vista 3D planta baja.

## 6 NORMATIVA DE APLICACIÓN

---

- Normativa urbanística de Badajoz.
- Ordenanza municipal de protección contra incendios y autoprotección ciudadana.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad en caso de Incendio (DB SI)
- Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA).
- Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad Estructural (DB SE).
- Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB SE-AE).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).
- DIN 1946-4: Ventilation and air conditioning - Part 4: Ventilation in buildings and rooms of health care.
- UNE-EN 671-1:2013: Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.
- UNE-EN 671-2:2013: Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.
- UNE 23500:2012 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- UNE-EN 10255:2005+A1:2008: Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE-EN 12845:2016: Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Regla Técnica CEPREVEN R.T.2.-BIE: Regla Técnica para instalaciones de bocas de incendios.
- Regla Técnica CEPREVEN R.T.2.-ABA: Regla Técnica abastecimientos de agua contra incendios.
- UNE 23007-14:2014: Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.
- UNE-EN 54-1:2011: Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción.
- UNE 23035-1:2003: Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación
- UNE 23035-2:2003: Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.
- UNE 23035-4:2003: Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones

generales. Mediciones y clasificación.

- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- UNE-EN 60079-10-1:2010: Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas.
- UNE-EN 60079-10-2:2016: Atmósferas explosivas. Parte 10-2: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas de polvo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- UNE 23034:1988: Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- UNE 23033-1:1981: Seguridad contra incendios. Señalización.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- UNE 100001:2001: Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- UNE 100014:2004 IN: Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- UNE-EN 12779:2016: Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Sistemas de extracción de astillas y polvo con instalación fija. Requisitos de seguridad.
- ISO 8573-1:2010: Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes.
- Código Técnico de la Edificación Documento Básico Ahorro de energía (DB HE).
- UNE-EN 12464-1:2012 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE 211435:2011: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.



# 7 NORMATIVA URBANÍSTICA GENERAL

## 7.1 Documento nº1: Normativa urbanística general

Se aplicará al presente proyecto el Plan General de Ordenación Urbana de Badajoz conforme a la situación geográfica del mismo y al ámbito de aplicación estipulado en su artículo 1.1.1.

A efectos de determinar los requisitos que debe cumplir el establecimiento industrial, dentro de las tipologías edificatorias recogidas en la normativa se catalogará como edificación ligera aislada (ELA) según el artículo 2.1.4.

En el artículo 2.1.5 se establecen las características dimensionales que habrán de reunir las parcelas destinadas a albergar una edificación ligera aislada por lo que deberá tener una superficie mínima de 1000 m<sup>2</sup>, una fachada de 30 m, fondo de 20 m y círculo inscrito de 30 m. La parcela cumplirá con los requisitos establecidos ya que la superficie es de 14638 m<sup>2</sup>, y tiene unas dimensiones aproximadas de 133 m de largo por 110 m de ancho cumpliendo por tanto con todas las restricciones.

La superficie edificada es de 2038,14 m<sup>2</sup> que es inferior a la superficie máxima edificable. Según el artículo 2.1.7 esta se obtiene en función de la superficie de la parcela y teniendo en cuenta que el máximo edificable para una parcela con una planta es de 0,60 m<sup>2</sup> techo/ m<sup>2</sup> suelo, la máxima edificabilidad resulta ser de 8782,8 m<sup>2</sup>.

En el artículo 2.1.8 se establecen las medidas mínimas para el retranqueo. El presente proyecto tiene un retranqueo de 30 m para la fachada principal, 10 m para el lateral y 30 m para el trasero respecto a los mínimos de 10 m para la fachada principal, 5 m para lateral y 5 m para el fondo.

Según el artículo 2.1.9 el número máximo de plantas que se pueden construir se determina en el Plano de Calificación y Regulación del Suelo siendo un máximo permitido para la parcela escogida de 3 plantas. De esta forma la altura máxima del edificio será 12 m (3,5 m por cada planta en el caso de ELA más 1,5 m). La altura máxima que se recoge en el presente proyecto es de 9 m y se dispone en una planta baja en su mayoría y en otra sobre rasante satisfaciendo así la normativa.

Tal y como especifica el artículo 2.1.19 respecto a las condiciones de habitabilidad de locales no residenciales, la altura libre de piso será superior a 2,50 m siendo la mínima altura libre registrada en el proyecto de 2,8 m.

El mínimo número de plazas de aparcamientos se recoge en el artículo 2.1.25 en función de los usos. Como para los tres usos registrados, comercial, industrial y administrativo se exige 1 plaza por cada 100 m<sup>2</sup> edificables, excluyendo la superficie dedicada al almacenamiento, deberá de tenerse como mínimo 16 plazas de aparcamiento ya que se tienen 1408,06 m<sup>2</sup> edificables obviando la superficie de almacenamiento. No obstante, y dado que se han estimado 22 trabajadores se dispondrán de 41 plazas de aparcamiento.

Según el artículo 2.1.22 es de obligado cumplimiento la ordenanza municipal para protección contra incendios de Badajoz, por lo que también se aplicará cuando se vaya a realizar la instalación contra incendios.

Según el artículo 2.2.3 el uso del suelo será industrial, y por medio de los artículos 2.2.9 y 2.2.11 se tratará como Uso Industrial Limpia Inocua (ILI), ya que aunque el establecimiento tienen lugar procesos de transformación de materias primas para la obtención de productos manufacturados, así como de almacenaje. Además de llevar a cabo una actividad clasificada como molesta por el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, pueden establecerse medidas correctoras suficientes en evitación de las mismas que permita su compatibilidad con el uso residencial que pueda existir en su entorno como por ejemplo utilizar muros de 30 cm compuestos de fábrica de bloques de hormigón para fachadas con un aislamiento frente al ruido de 53 dB (A) o de disponer de una red de extracción de viruta.

La zona de uso industrial tendrá 1319,39 m<sup>2</sup> de superficie construida por lo que según el artículo 2.2.12 será necesario disponer de:

- Área exclusiva para carga y descarga de mercancías ya que la superficie es superior a 500 m<sup>2</sup>.
- Dispondrá de dos aseos independientes para cada sexo con dos inodoros, dos lavabos y dos duchas para un número de trabajadores habituales será de 10. Así mismo los pasillos de circulación se han proyectado con una anchura de 1,5 m. Cumple así con la normativa que establece un mínimo de un inodoro, un lavabo y

una ducha por cada 20 puestos de trabajo o por cada 1000 m<sup>2</sup> de superficie de producción o almacenaje. Además de tener pasillos de circulación de 1 m como mínimo. En cualquier caso el volumen útil será de 15 m<sup>3</sup> por cada puesto de trabajo superando el mínimo establecido de 12 m<sup>3</sup>.

La zona comercial que tendrá 329,42 m<sup>2</sup> de superficie construida dispondrá de dos aseos uno para cada sexo. Estarán dotados cada uno de inodoro y lavabo. Uno de los aseos estará adaptado para discapacitados. Satisfará así el artículo 2.2.25 por el que se establece que el número mínimo de aseos dotados de un inodoro y un lavabo será de uno por cada 200 m<sup>2</sup> o fracción. En cualquier caso, el ancho libre de circulación por toda la zona comercial será de 1,3 m superior al mínimo exigido de 1,25 m. Además deberá de disponerse de un almacén de al menos el 10% del área de venta, es decir, 32,94 m<sup>2</sup>. Sin embargo, este almacén se ubicará en la zona de uso industrial con una superficie útil de 81,86 m<sup>2</sup> y como se dijo anteriormente solo se usará para guardar los muebles de las distintas exposiciones.

La zona de oficinas que tiene 259,54 m<sup>2</sup> de superficie construida dispondrá de dos aseos dotados de inodoro y lavabo satisfaciendo el artículo 2.2.27 por el que se establece que el número mínimo de aseos dotados de un inodoro y un lavabo será de uno por cada 200 m<sup>2</sup> o fracción. Las instalaciones que se desarrollen en dos o más niveles de edificación dispondrán de una escalera, de ancho no inferior a 1,25 m.

En el artículo 2.2.36 se especifican las características de los aparcamientos estableciéndose una dimensión de 2,50 m por 5 m para automóviles y la necesidad de un único acceso unidireccional de uso alternativo para aparcamientos de hasta 50 plazas. Además y atendiendo al Reglamento de la Ley de Promoción de la Accesibilidad en Extremadura y según el artículo 4 en aparcamientos entre 25 y 50 plazas se dispondrá de 1 plaza adaptada. En este caso aunque no se llegará al mínimo, se proyectará una plaza de aparcamiento para discapacitados con una longitud mínima de 5 m y un ancho mínimo de 3,50 m.

## **7.2 Documento nº2: Normativa urbanística particular del núcleo urbano principal**

La tipología edificatoria a contemplar en la ordenación de detalle deberá cumplir las siguientes directrices:

- La edificación industrial será preferentemente aislada en parcela.
- El número máximo de plantas será tres.

## **7.3 Memoria de la ordenación**

En el apartado 3.3.10 se define el tipo de suelo como urbanizable con condiciones SUB-CC y situado en la zona 2 para la parcela escogida.

## 8 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS ZONA INDUSTRIAL

Atendiendo a los distintos usos que confluyen en el establecimiento industrial y a las superficies que ocupan, el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI) se aplicará únicamente a la zona de uso industrial ya que es donde tiene lugar un proceso de transformación de materia prima y almacenamiento industrial. La zona de uso comercial y administrativo se comprobará con el CTE DB SI en el siguiente capítulo ya que la superficie de la zona de ventas es superior a la máxima que se permite atento al ámbito de aplicación del RSCIEI y que por tanto permitiría analizarlo con el mismo. Es por ello por lo que se partirá de la premisa de que es necesario distinguir al menos entre dos sectores de incendios independientes.

### 8.1 Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios

El establecimiento industrial es tipo C ya que ocupa un edificio que está a una distancia superior a tres metros del resto de establecimientos.

Puesto que en los capítulos anteriores se ha descrito la actividad a desarrollar en cada zona de uso, lo que se hará a continuación es determinar la densidad de carga de fuego, que será para el caso de zonas dedicadas a producción de:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad (\text{MJ/m}^2)$$

Donde:

- $Q_s$  es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en  $\text{MJ/m}^2$  o  $\text{Mcal/m}^2$ .
- $q_{si}$  es densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en  $\text{MJ/m}^2$  o  $\text{Mcal/m}^2$ .
- $S_i$  superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego,  $q_{si}$  diferente, en  $\text{m}^2$ .
- $C_i$  es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $R_a$  es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento...

Para el caso de las actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot S_i \cdot h_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad (\text{MJ/m}^2)$$

Donde:

- $Q_s$  es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en  $\text{MJ/m}^2$  o  $\text{Mcal/m}^2$ .
- $q_{vi}$  es la carga de fuego, aportada por cada  $\text{m}^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en  $\text{MJ/m}^3$  o  $\text{Mcal/m}^3$ .  $S_i$  superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego,  $q_{si}$  diferente, en  $\text{m}^2$ .
- $h_i$  es la altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.
- $s_i$  es la superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en

el sector de incendio en  $m^2$ .

- $C_i$  es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $R_a$  es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

En el caso de sectores de incendios en donde coexistan zonas de producción con zonas de almacenamiento la densidad de carga de fuego ponderada y corregida del sector de incendio,  $Q_s$  se calculará como:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i + \sum_1^k q_{vk} \cdot s_k \cdot h_k \cdot C_k}{A} \cdot R_a \quad (MJ/m^2)$$

Dicho esto, en la Tabla 8-1 se muestran cada una de las actividades que se desempeñan en la zona de producción y almacenamiento así como todos los parámetros necesarios para calcular la carga de fuego:

Tabla 8-1: Datos para el cálculo de la densidad de la carga de fuego.

Zona	Actividad	Sup. construida ( $m^2$ )	Altura (m)	Sup. ocupada ( $m^2$ )	Fabricación y venta		Almacén		Ra	S·Ci·qsi o si·hi·Ci·qvi
					Ci	MJ/ $m^2$	Ci	MJ/ $m^3$		
Almacén MP	Madera mezclada o variada	105,45	3,5	79,08			1,3	4200	2	1511290,46
Almacén Pinterm	Cartón ondulado	37,61	3,5	28,21			1,3	1300	2	166858,45
	Barnices	12,54	3,5	9,40			1,6	2500	2	131643,75
Almacén de Ptos. Acabados	Muebles de madera	123,98	3,5	92,98			1,3	800	1,5	338451,75
Almacén zona ventas y exposición	Muebles de madera	90,97	3,5	68,22			1,3	800	1,5	248334,45
Corte	Serrado artículos de madera	260,45			1,3	400			1,5	135434,00
Canteado	Serrado artículos de madera	107,25			1,3	400			1,5	55770,00
Maquinado	Torneado artículos de madera	241,10			1,3	500			1,5	156715,00
Lijado	Pulimentado artículos de madera	120,00			1,3	200			1	31200,00
Ensamblaje/emba lado	Embalaje de mercancías combustibles	128,01			1,3	600			1,5	99847,80
Cabina de pintura	Barnizado muebles de madera	62,50			1,3	500			1,5	40625,00
Cuarto del compresor	Máquinas	14,35			1	200			1	2870,00
Vestíbulo de independencia	Artículos de hormigón	15,20			1	100			1	1520,00

Los valores de  $C_i$  se han obtenido del catálogo CEA. Se ha estimado que un 75% del área que ocupa el almacén de productos auxiliares se encuentra ocupado por cartón ondulado para embalaje del producto final y el 25% restante para pintura. Así mismo, la superficie ocupada de los almacenes se ha calculado teniendo en cuenta un pasillo de ancho 1,5 m, lo que supone aproximadamente el 25% de la superficie total de un almacén.

Atendiendo a la densidad de carga de fuego ponderada y corregida obtenida, 4478,72 MJ/ $m^2$  el nivel de riesgo intrínseco según la tabla 1.3 del RSCIEI será ALTO-6.

## 8.2 Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

Según la tabla 2.1 del RSICEI la máxima superficie construida admisible para un establecimiento industrial de tipo C y con un sector de incendio ALTO-6 es de 3000  $m^2$ . La zona de uso industrial tiene 1319,39  $m^2$  de superficie

construida por lo que el tratar toda la zona de producción y almacenamiento como un único sector de incendios es admisible por la normativa.

En la Tabla 8-2 se muestra el comportamiento al fuego mínimo exigido por el reglamento y el que reúnen los materiales existentes en el proyecto.

Tabla 8-2: Comportamiento al fuego de productos de revestimiento.

Material	Reacción al fuego en proyecto	Mínima reacción al fuego exigida por el reglamento
Solera de hormigón con recubrimiento de mortero de poliuretano cemento	B <sub>FL</sub> -s1	C <sub>FL</sub> -s1
Fábrica de bloque de hormigón de espesor 20 cm compuesto de cámara de aire, lana mineral y placa de yeso laminado	A2-s1, d0	C-s3, d0
Fábrica de bloque de hormigón de espesor 11 cm compuesto de cámara de aire, lana mineral y placa de yeso laminado	A2-s1, d0	C-s3, d0
Panel metálico autoportante aislado con lana de roca	A2-s1, d0	C-s3, d0
Aireador lineal de espesor 60 mm prelacado en poliéster 25mm	B <sub>ROOF</sub> (t1)	B <sub>ROOF</sub> (t1)

La estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes será R 90. No obstante y aunque no sea necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura debido a que el establecimiento industrial es tipo C con una zona administrativa y comercial debidamente sectorizada y separada a 10 m de los límites de parcela, se justificará ya que estas últimas zonas se rigen por el CTE DB SI que exige su comprobación. Como la estructura será la misma en toda la nave se comentará en el próximo capítulo.

Los elementos que delimitan la nave de producción y la zona de ventas y oficinas tendrán una resistencia al fuego EI 90. Además, la resistencia al fuego de las paredes que acometan a la fachada será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura será, como mínimo, de 1 m. Atendiendo al anejo F del CTE DB-SI el material que se pretende emplear, fábrica de bloques de hormigón denso de árido calizo de espesor 200 mm posee una resistencia al fuego de REI 180.

Los elementos constructivos de compartimentación de ambos sectores de incendio que acometen a la cubierta, tendrán en una franja de anchura 1 m una resistencia al fuego de al menos la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, es decir, EI 45. No obstante, dado que la cubierta tiene resistencia al fuego REI 60 no será necesaria la instalación de dicho elemento.

El vestíbulo de independencia cumplirá con los requisitos que se recogen en el anejo A del CTE DB-SI:

- Paredes EI 120 con puertas de paso entre zonas a independizar tendrán al menos la cuarta parte de la resistencia al fuego exigible al elemento compartimentador que separa dichos recintos coincidiendo en este caso con el mínimo exigido de EI<sub>2</sub> 30-C5.
- La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo debe ser al menos 0,50 m siendo en este caso de 3 m.

### 8.3 Evacuación de los establecimientos industriales

La ocupación, P, se determinará en base al número de personas que ocupa el sector de incendio dedicado a la producción y almacenamiento de muebles acorde con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad, siendo en este caso tal y como se introdujo anteriormente de 10 trabajadores habituales, p:

$$P = 1,10 \cdot p = 1,1 \cdot 10 = 11, \text{ cuando } p < 100.$$

Se colocarán obligatoriamente al menos dos salidas alternativas considerando el riesgo del establecimiento. Sin embargo, se han previsto cinco salidas siendo una de ellas de uso exclusivo para emergencia teniendo en cuenta que la longitud de los recorridos de evacuación sea inferior a 25 m hasta una salida a espacio exterior seguro.

La anchura de las puertas de salida del establecimiento así como la de los pasillos se dimensionará según el DB SI como:

$$A \geq P/200$$

Siendo A la anchura y P la ocupación estimada.

En este caso las puertas de salida serán de dos hojas de 0,725 m de ancho cada una y los pasillos de 1,5 m de ancho o superior cumpliendo con los mínimos de 0,60 m y 1 m exigido respectivamente.

Las puertas serán abatibles con eje de giro vertical las de salida del edificio. El sentido de apertura será el de la evacuación.

En lo que respecta a la ventilación y eliminación de humos y gases de combustión, no será necesario un “Sistema de control de temperatura y evacuación de humos”, diseñado conforme a la norma UNE 23585 ya que las superficies construidas de producción y almacenamiento son 948,86 m<sup>2</sup> y 370,54 m<sup>2</sup> respectivamente inferior a los 1000 m<sup>2</sup> y 800 m<sup>2</sup> a partir de los cuales la normativa obliga a instalar un SCTEH.

Por ello, la superficie aerodinámica de evacuación de humos que se requiere como mínimo se determinará a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5 m<sup>2</sup> /200 m<sup>2</sup>, o fracción para el caso de actividades de producción y 0,5 m<sup>2</sup> /150 m<sup>2</sup> para almacenamiento, precisándose de esta manera de 4 m<sup>2</sup> como mínimo de superficie aerodinámica para evacuación de humos. Sin embargo, contemplando la actividad que se realiza en el interior se tendrá en cuenta la ventilación que precisa en a la norma DIN 1946. La solución alcanzada es la instalar los elementos que aparecen en la Figura 4, siendo necesarios 7 aireadores lineales estáticos de la marca “Incoferfil” modelos G-500 situados en la cumbrera y separados entre sí a 3 m. En la parte baja de la nave se dispondrán 12 rejillas de la misma casa comercial y dimensiones 2000 mm x 1000 mm para la entrada de aire.

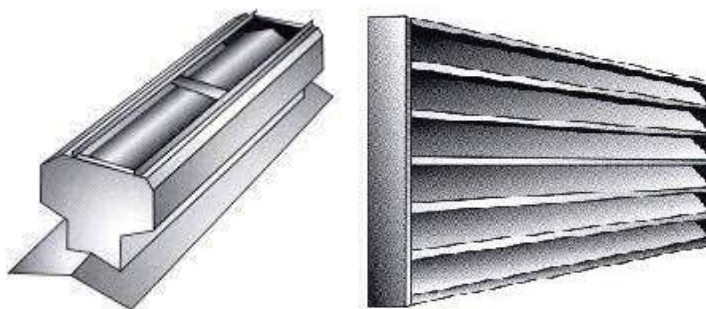


Figura 4: Elementos de ventilación de la nave industrial.

## 8.4 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios en establecimientos industriales

### 8.4.1 Sistema manual de alarma de incendio

No será obligatoria la instalación de sistemas automáticos de detección de incendio ya que solo se exige para superficies de 2000 m<sup>2</sup> o superior en el caso de actividades de producción y de 800 m<sup>2</sup> si es almacenamiento. Dada la superficie construida que se tiene solo será obligatorio disponer de sistemas manuales de alarma de incendio.

Según el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y la norma UNE-EN 54-1 estos estarán constituidos por pulsadores, una central de control y señalización y una fuente de alimentación.

Se instalarán un total de tres pulsadores manuales cada uno situado junto a las salidas de evacuación del sector de incendio, y de manera que en ningún caso la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador supere los 25 m. Dos de estos pulsadores estarán ubicados en la zona de producción y como se explicará más adelante, esta zona está catalogada como atmósfera explosiva. Por ello, dichos pulsadores han de reunir con una serie de requisitos para cumplir con la normativa ATEX como ya se verá en el capítulo de la instalación

eléctrica. La solución que se ha dado es la elección de pulsadores de la casa comercial Inpratex con protección contra explosión II 2 D Ex tb IIIC T100°C Db IP66. En todo caso irán situados a una distancia comprendida entre 0,80 m y 1,20 m.

Se utilizará una central convencional modelo AE/C5-2P ubicada en el almacén de materia prima con 2 zonas de detección. También se dispondrán de cinco sirenas dos de ellas al estar en zona ATEX cumplirán la normativa por la que se rigen los equipos instalados en esta. En este caso se ha escogido sirenas II 2 GD Ex d IIC Ex tD A21 y modelo ETS60 de 114 dB b a 1 m de distancia. Las ubicadas en los almacenes serán convencionales de 100 dB b a 1 m de distancia.

Su ubicación será tal que su señal acústica resulte audible con un nivel por encima del ruido ambiental. Los niveles de ruido en la zona de producción son del orden de 80 dB(A) y de 70 dB(A) en el caso de almacenes. Atendiendo a la UNE 23007-14:2014 ha de producir un sonido de nivel mínimo de 5 dB(A) superior a cualquier otro ruido existente sin superar los 120 dB(A).

La reducción del sonido depende de la distancia a la que se encuentra el receptor de la señal acústica, d y puede estimarse como:

$$dB(A)_{p\acute{e}r\acute{d}ida} = 20 \cdot \log (d)$$

La reducción del sonido para el caso de tabiques de bloques de hormigón de 11 cm de espesor es según el DB HR del orden de 43 dB (A).

#### 8.4.2 Extintores de incendio

Debido a que se cuentan con materiales combustibles de clase A, la madera y de clase B la pintura, se dispondrán de extintores de polvo ABC.

Conforme a la tabla 3.1 del RSCIEI el extintor tendrá una eficacia de 34 A y se instalarán un total de 7, 1 hasta los 300 m<sup>2</sup> y otro más por cada 200 m<sup>2</sup> o fracción en exceso dado que se tienen 1319,39 m<sup>2</sup> de superficie construida.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles. Se situarán próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio en este caso próximo a las salidas de evacuación y a los almacenes o en su interior. Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m. Se instalarán de modo que la parte superior del extintor quede a menos de 1,20 m sobre el suelo tal y como especifica la normativa.

#### 8.4.3 Bocas de incendio equipadas (BIEs) y sistema de abastecimiento de agua

Se instalarán un total de tres bocas de incendios equipadas ya que la superficie total construida excede de 500 m<sup>2</sup> y el riesgo intrínseco del establecimiento es alto. Darán servicio durante 90 minutos y serán de tipo DN 45 mm, aunque se instalarán tal y como permite el reglamento BIEs de tamaño DN 25 mm con toma adicional de 45 mm considerando a efectos de cálculo de 45 mm. Dicha toma adicional estará equipada con válvula, racor y tapón lista para ser usada por los servicios profesionales de extinción.

En el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios se establecen las características que deben de reunir las BIEs. Se comentan a continuación aquellas que afectan a su emplazamiento:

- Se montarán sobre un soporte rígido de modo que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, si existen, estén situadas, como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.
- Se emplearán mangueras semirrígidas de conformidad con la norma UNE-EN 671-1.
- Se situarán en cualquier caso una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.
- El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.
- La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m.

- La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.
- Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.
- Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios con el objetivo de dar servicio a la red de bocas de incendio equipadas (BIE).

En lo que respecta a su cálculo a la presión en la boquilla de las mismas no será inferior a 2 bar ni superior a 5 bar por lo que será necesario disponer de dispositivos reductores de presión las boquillas ya que la presión del agua en la misma es superior al máximo permitido. El caudal de agua de cada boca de incendios será el que recomienda la regla técnica R.T.2.-BIE de CEPREVEN que es de 3,3 l/s (198 l/min) para bocas de 45.

Recalcar también que el material de las tuberías de la red general de incendios será el acero ya que su montaje será superficial en buena parte de su recorrido pues es lo que obliga la Ordenanza municipal de protección contra incendios de Badajoz.

El sistema de abastecimiento de agua tiene como misión asegurar el caudal y presión de agua que demanda la red general de incendios y comprende a esta última, a la fuente de agua y a los equipos de impulsión.

De acuerdo a la norma UNE 23500:2012 y dado que solo se cuentan con BIES, el abastecimiento de agua será de categoría III, por lo que la fuente de agua se considerará la mínima exigida por la norma, esto es, que proviene de un depósito.

El esquema de tuberías con sistema de bombeo único será el mostrado en la **¡Error! No se encuentra el origen de a referencia..** Consta de un depósito, de una válvula de compuerta, de un dispositivo antistress, manovacuómetro y una reducción excéntrica en la aspiración. En la impulsión se puede distinguir manómetro, presostato, válvula de retención, válvula de compuerta y tres conexiones, una al circuito de prueba, otra a la red general de incendios y otra para comprobación de la presión a la que se realiza el arranque de la bomba principal.

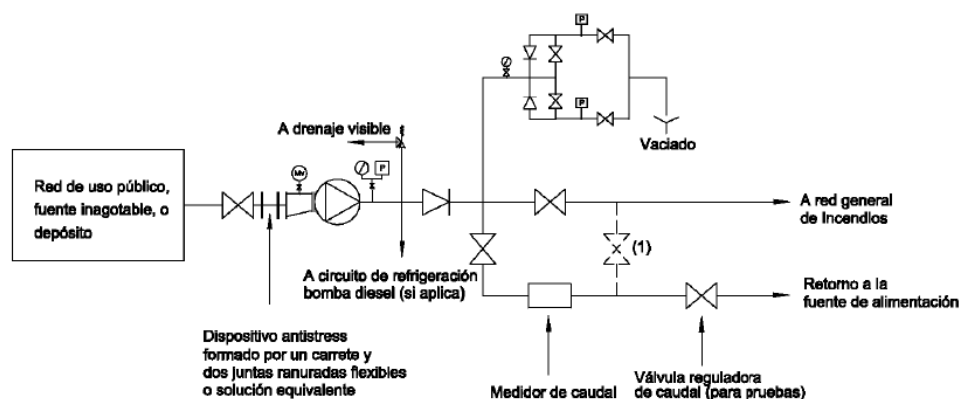


Figura 5: Esquema de tuberías con sistema de bombeo único. Fuente: UNE 23500:2012.

El grupo de presión elegido atendiendo a las pérdidas en la red general de incendios ha sido el modelo AFU 12 ENR 40-200 de EBARA y un depósito de capacidad 60 m<sup>3</sup> en cualquier caso la elección de ambos se ha hecho en base a la norma UNE 23500:2012.

#### 8.4.4 Sistemas de alumbrado de emergencia

Se dispondrá de un sistema de alumbrado ya que la ocupación es de 11 personas y el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento es alto.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones marcadas por el RSCIEI y el CTE SUA 4:

- Será fija y estará provista de fuente propia de energía que entrará automáticamente en funcionamiento al



producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.

- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios donde se encuentren las instalaciones de protección contra incendios y los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.
- Se situarán a una altura de 2,5 m y de 7 m superior a los 2 m mínimos exigidos por la normativa.
- Se dispondrán en las puertas de salida que conduzcan a espacio exterior seguro y en aquellas existentes en los recorridos de evacuación.





#### 8.4.5 Señalización

Las señalización se hará de acuerdo al CTE DB SI y teniendo en cuenta Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Las señales empleadas para la evacuación de los ocupantes conforme a la norma UNE 23034:1988 es la reflejada en la Tabla 8-3. La altura del borde inferior de las señales será de 2,30 m cumpliendo con el mínimo de entre 2 m y 2,50 m y nunca a menos de 0,30 m del techo.

Las señales empleadas para los medios de protección contra incendios de utilización manual son las que se recogen en la norma UNE 23033-1 y las empleadas en el proyecto son las de la Tabla 8-4. Se instalarán a 2 m sobre el nivel del suelo y en ningún caso a una altura de más de 0,30 m del techo.

En todo caso serán fotoluminiscentes y cumplirán con las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003.

Tabla 8-3: Señalización de los medios de evacuación.

Señal	Instalación	Cantidad	Dimensiones
	En salidas de planta.	10	420 x 148 mm
	En toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.	1	420 x 210 mm
	En recorridos de evacuación.	2	447 x 447 mm
	En las puertas de salida de emergencia cuya apertura se realiza aplicando presión sobre una barra. Se situará encima de la barra.	2	224 x 224 mm


	En recorridos de evacuación.	2	632 x 316 mm
---	------------------------------	---	--------------

Tabla 8-4: Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.

Señal	Instalación	Cantidad	Dimensiones
	Inmediatamente próximo al extintor portátil para indicar su ubicación.	7	297 x 420 mm
	Inmediatamente próximo al pulsador manual para indicar su ubicación.	3	297 x 420 mm
	Inmediatamente próximo a la sirena para indicar su ubicación.	5	297 x 420 mm
	Inmediatamente próximo a la BIE para indicar su ubicación.	3	297 x 420 mm

## 9 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS ZONA COMERCIAL Y ADMINISTRATIVA

Tal y como se introdujo en el capítulo anterior la instalación contra incendios de las zonas de uso comercial y administrativo deberán diseñarse y calcularse acorde al CTE DB SI. En los siguientes apartados se justificará el cumplimiento del mismo.

### 9.1 SI 1 Propagación interior

Ambas zonas se podrán considerar como un único sector de incendio, puesto que según la tabla 1.1 del SI1 se permite que los dos usos puedan coexistir sin necesidad de sectorizar cuando la superficie construida de una zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal no exceda de 500 m<sup>2</sup> como es el caso de la zona de oficinas como una superficie construida de 259,55 m<sup>2</sup>.

Las paredes que separan los dos sectores de incendio según la tabla 1.2 serán como mínimo EI 90 en la zona de uso comercial y EI 60 en la administrativa. No obstante, la resistencia al fuego del elemento compartimentador debe ser al menos la mínima exigida en cada uno de los sectores independientemente de la normativa por la que se rija. Por lo que el elemento compartimentador tendrá una resistencia al fuego EI 90. Atendiendo al anejo F del CTE DB SI el material que se pretende emplear, fábrica de bloques de hormigón denso de árido calizo de espesor 200 mm posee una resistencia al fuego de REI 180.

En la Tabla 9-1 se recoge la reacción al fuego de los elementos constructivos mínima exigida por el CTE DB SI y la que se contempla para los elementos elegidos en el proyecto.

Tabla 9-1: Reacción al fuego de los elementos constructivos.

Material	Reacción al fuego en proyecto	Mínima reacción al fuego exigida por el CTE DB-SI
Solera recubierta con baldosa cerámica	A1 <sub>FL</sub>	E <sub>FL</sub>
Placas alveolares recubierto con baldosa cerámica	A1 <sub>FL</sub>	E <sub>FL</sub>
Fábrica de bloque de hormigón de espesor 20 cm compuesto de cámara de aire, lana mineral y placa de yeso laminado	A2-s1, d0	C-s3, d0
Tabique compuesto por una estructura metálica, sencilla o doble, a la cual se atornillan a cada lado, una o más placas de yeso laminado y en cuyo interior se disponen paneles de lana de roca PYL 78/600 (48)	A2-s1, d0	C-s2, d0
Tabique compuesto por una estructura metálica, sencilla o doble, a la cual se atornillan a cada lado, una o más placas de yeso laminado y en cuyo interior se disponen paneles de lana de roca PYL 156/600 (48+48)	A2-s1, d0	C-s2, d0
Falso techo registrable, sistema D142a.marca "KNAUF", formado por placas de escayola con borde recto, acabado rugoso, modelo Raffaello R "KNAUF", de 600x600	A2-s1, d0	C-s2, d0

mm y 15 mm de espesor.		
Falso techo continuo suspendido, situado, liso, con resistencia al fuego EI 90, sistema D112. marca "KNAUF" con estructura metálica, formado por tres placas de yeso laminado DF.	A2-s1, d0	C-s2, d0
Panel metálico autoportante aislado con lana de roca para falso techo destinado al paso de instalaciones	A2-s1, d0	B-s3, d0
Conductos de fibra de vidrio para climatización y ventilación de 25 mm y aislamiento térmico 0,032 W/m·K CLIMAVER PLUS instalado en falsos techos	B-s3, d0	B-s3, d0
Tubos superflexibles de aluminio aislado con fibra de vidrio con un espesor del aislante de 25 mm y aislamiento térmico 0,032 W/m·K instalado en falsos techos	B-s3, d0	B-s3, d0

En lo que respecta al vestíbulo de independencia que da paso la zona de uso industrial reunirá los requisitos establecidos en el Anejo A del CTE DB SI y que anteriormente ya se comentaron.

El cuarto de instalaciones destinado a albergar el cuadro general de mando y protección se considerará como zona de riesgo especial bajo de acuerdo a la tabla 2.1 del SI 1. Los tabiques del mismo serán PYL 156/600 (48+48) y tendrá un falso techo continuo suspendido, situado, liso, sistema D112 marca "KNAUF" con estructura metálica, formado por tres placas de yeso laminado DF. En ambos casos, la resistencia al fuego es EI 90. Además ese comunicará con el resto del edificio con unas puertas EI<sub>2</sub> 45-C5.

El almacén de la planta baja de la zona de oficinas no se considerará local de riesgo especial ya que el volumen construido es inferior al que marca el CTE para considerarlo como tal.

## 9.2 SI 2 Propagación exterior

Las fachada en su encuentro con el elemento compartimentador de los dos sectores de incendios ya mencionados tendrán una resistencia al fuego de al menos EI 60 en un tramo de 0,5 m de longitud, siendo en el caso que ocupa de REI 180 en todo su perímetro.

La cubierta tendrá una resistencia al fuego REI 60 de acuerdo a lo exigido.

## 9.3 SI 3 Evacuación de los ocupantes

La ocupación de cada una de las zonas se calculará en base a la tabla 2.1 del CTE DB SI 3. Para ello, se han asumido las siguientes consideraciones:

- Dado que no se está ante un caso de un establecimiento de gran ocupación y que no se tienen aseos y vestuarios muy grandes la ocupación en los mismos se considerará nula.
- Los pasillos además tampoco suman ocupación alguna ya que únicamente están destinados al paso de los trabajadores.
- La ocupación de la zona de uso comercial se calculará en base a la superficie útil. Según el Anejo A del CTE DB SI esta se tomará al menos como el 75% de la superficie construida y será la que se asumirá para este caso.

De este modo la ocupación estimada para la zonas de uso administrativo y comercial es la que se muestra en la Tabla 9-2 y en la Tabla 9-3 de 13 y 50 personas respectivamente. No obstante, y dado la cantidad de trabajadores

con la que se cuenta, 22 en total, la ocupación de la sala de reuniones y de la sala de descanso se estimará en 10 personas en cada una de ellas. Por lo que teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, el ancho de los recorridos de evacuación de la planta baja se hará con un total de 11 personas y de 16 en el caso de la planta alta.

Tabla 9-2: Ocupación zona de uso administrativo.

Planta	Recintos	Zona	Sup. útil (m <sup>2</sup> )	Densidad de ocupación (m <sup>2</sup> /persona)	Ocupación (nºpersonas)
Baja	Vestuarios	17,63	-	-	13,48
	Sala de descanso	22,28	10	3	22,28
	Archivador	4,18	40	1	4,18
	Cuarto de instalaciones	1,98	-	-	2,28
	Hueco ascensor	3,06	-	-	3,06
	Pasillos	59,42	-	-	64,16
Primera	Aseos	4,14	-	-	8,28
	Hueco ascensor	3,06	-	-	3,06
	Dpto. Financiero	7,83	10	1	7,83
	Dpto. Comercial	7,83	10	1	7,83
	Dpto. de diseño	7,83	10	1	7,83
	Dpto. de producción	8,83	10	1	7,83
	Dpto. administración y RRHH	7,83	10	1	7,83
	Director general	9,83	10	1	7,83
	Sala de reuniones	22,28	10	3	22,28
	Pasillos	37,62	-	-	58,25

Tabla 9-3: Ocupación zona de uso comercial.

Recinto	Sup. útil (m <sup>2</sup> )	Densidad de ocupación (m <sup>2</sup> /persona)	Ocupación (nºpersonas)
Aseos	5,95	-	-
Exposición y venta	247,07	5	50

En lo que respecta a las salidas de planta en la zona de oficinas se dispondrá de una única salida puesto que la ocupación no excede de 100 personas y porque además la longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m. En el caso del primer piso la salida de planta puede considerarse el arranque de la escalera no protegida que la comunica con la planta baja ya que esta conduce a una salida del edificio y el área del hueco del forjado no excede en 1,3 m<sup>2</sup> la superficie en planta de la escalera.

Para el caso de la zona comercial serán necesarias dos salidas de planta ya que no se cumple con la longitud máxima de los recorridos de evacuación de 25 m si existiera una única salida. Por ello, una de las salidas será como se ha comentado anteriormente de uso exclusivo de emergencia. De esta manera, la longitud máxima de los recorridos de evacuación pasará a ser de 50 m.

Las puertas destinadas a evacuación tendrán un ancho A dado por la ocupación P como:

$$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$$

En el caso de la zona de oficinas la puerta que conduce a la salida del edificio tendrá 0,80 m y las puertas de la zona comercial estarán compuestas por puertas de dos hojas siendo cada una de ellas de 0,725 m. En este último caso se ha tomado en cuenta la distribución de los ocupantes, en la situación más desfavorable, esto es, suponiendo inutilizada una de ellas.

El ancho de los pasillos destinados a evacuación se calculará con la fórmula anteriormente expuesta solo que en este caso el mínimo será de 1 m para el caso de los pasillos de la zona de uso administrativo y de 1,2 m para zonas de uso zona comercial. En ambos casos se han proyectado pasillos de 1,2 m y 1,5 m respectivamente.

La anchura A de la escalera de la zona de oficinas destinada a la evacuación de los ocupantes P que se encuentran

en la primera planta se calculará a partir de la fórmula de la tabla 4.1 del CTE DB SUA 1 y teniendo en cuenta la altura de evacuación h como:

$$A \geq P / (160 - 10h) \geq 0,80 \text{ m}$$

No obstante, y dado que con una escalera de ancho 0,80 m sería suficiente, la normativa urbanística de Badajoz obliga a que esta tenga una anchura mínima de 1,25 m por lo que su medida será esta. El resto de la escalera cumplirá con el CTE DB SUA ya que estará dividida en dos tramos y la altura a salvar es superior a 3,20 m. El tramo más pequeño estará formado por cuatro peldaños. La contrahuella será de 17,50 cm y la huella de 28 cm cumpliendo con lo exigido en la normativa. Además, la escalera será considerada como no protegida ya que la altura de evacuación es menor a 14 m.

La puerta de salida del edificio de la zona de uso administrativo será abatible con eje de giro vertical y un sistema de apertura mediante manilla conforme a la norma UNE-EN 179:2009 y abrirá en el sentido de la evacuación ya que la ocupación es de 50 personas.





Para el caso de una de las puertas de salida del edificio de la zona comercial será igual que la citada anteriormente excepto la de uso exclusivo para emergencia que estará dotada de barra antipánico conforme a la norma UNE-EN 1125:2009. La otra estará dotada de sistema de apertura mediante manilla. Ambas abrirán en el sentido de la evacuación dada la ocupación del local y en cumplimiento del CTE DB SI y de la Ordenanza municipal de protección contra incendios de Badajoz.




### 9.3.1 Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988 y las empleadas en el proyecto se recogen en la Tabla 9-4 indicando en cada caso cuantía y dimensiones según la distancia de observación. En todo caso, la altura del borde inferior de las señales será de 2,30 m cumpliendo con el mínimo de entre 2 m y 2,50 m y nunca a menos de 0,30 m del techo.

En todo caso serán fotoluminiscentes y cumplirán con las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003.

Tabla 9-4: Señalización de los medios de evacuación.

Señal	Instalación	Zona de oficinas		Zona comercial	
		Cantidad	Dimensiones	Cantidad	Dimensiones
	En salidas de planta.	3	297 x 105 mm	1	297 x 105 mm
	En toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.			1	297 x 148 mm
	En recorridos de evacuación.	2	224 x 224 mm	3	224 x 224 mm
	En puertas cuya apertura se realiza aplicando presión sobre			2	224 x 224 mm


	una barra. Se situará encima de la barra.				
	En recorridos de evacuación	2	210 x 297 mm		
	En recorridos de evacuación.			3	320 x 160 mm
	Puertas en recorridos de evacuación que puedan inducir a error.			2	297 x 210 mm

#### 9.4 SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

Únicamente se requerirá la instalación de extintores portátiles de polvo ABC eficacia 21A -113B a 15 m como máximo desde todo origen de evacuación. De acuerdo al RIPCI el emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,20 metros sobre el suelo. De este modo, se tendrán 2 extintores en la zona de oficinas, 1 en el cuarto donde se encuentra el cuadro general de distribución y 3 en la zona comercial.

Estos irán señalizados mediante señales definidas en la UNE 23033-1 instaladas a 2 m sobre el nivel del suelo y en ningún caso a una altura de más de 0,30 m del techo. En la Tabla 9-5 se recoge la cuantía y las dimensiones de la señal a utilizar.

Tabla 9-5: Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios.

Señal	Instalación	Zona de oficinas		Zona comercial	
		Cantidad	Dimensiones	Cantidad	Dimensiones
	Inmediatamente próximo al extintor portátil para indicar su ubicación.	3	210 x 297 mm	3	210 x 297 mm

#### 9.5 SI 5 Intervención de los bomberos

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra cumplirán con las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre 3,5 m.

- Altura mínima libre o gálibo 4,5 m.
- Capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

La zona edificada dispondrá de dos vías de acceso cada una con anchura mínima de 2,50 m.

## 9.6 SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

En los anejos de cálculo se detalla la comprobación al fuego de la estructura principal constituida por forjado, vigas y pilares. Se ha hecho de tal manera que se pretendan dar unos valores mínimos en cuanto a sección se refiere. En este caso se ha optado por el hormigón frente al acero ya que este último requiere para el caso de resistencia al fuego que se precisa R 90, aplicar un material de revestimiento ya sea pintura intumescente o placas que tengan una conductividad térmica efectiva para que el tiempo de resistencia al fuego cumpla con lo exigido en la normativa, lo cual encarecería el presupuesto del proyecto. No obstante, en el anejo se analiza el caso de una viga de acero protegida con placas de silicato cálcico y posteriormente se compara con la resistencia de una viga de hormigón.

## 9.7 Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia reunirá los requisitos establecidos en el CTE DB SUA en su capítulo 4. Tanto en la zona comercial como administrativa, requerirán alumbrado de emergencia:

- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta espacio exterior seguro.
- Las señales de seguridad.
- Los aseos generales de planta solo en el caso de la zona comercial.

En lo que respecta a la posición y características de las luminarias, se instalarán a varias alturas comprendidas entre 2,5 m y 6,5 m cumpliendo con el mínimo de 2 m por encima del nivel del suelo. Además también se dispondrán en las puertas de salida del establecimiento.

En lo que respecta a la instalación será fija, provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación alcanzará el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.



# 10 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN ZONA COMERCIAL Y ADMINISTRATIVA

---

En el presente capítulo se aborda la climatización y la ventilación de la zona de ventas y de oficinas. En un primer apartado se trata el estudio de cargas térmicas fijando aquellas condiciones de contorno que permiten su cálculo, esto es, condiciones exteriores, elementos constructivos, cargas adicionales por iluminación o equipos eléctricos. En un segundo apartado, se ha llevado a cabo la selección de los equipos de climatización. En los siguientes se detalla el cumplimiento de cada una de las exigencias que el RITE recoge en sus Instrucciones Técnicas (IT). Por último se expone un resumen de los ventiladores seleccionados atendiendo a la pérdida de carga existente en conductos y difusión y que han de vencer.

## 10.1 Cargas térmicas

### 10.1.1 Condiciones exteriores de cálculo

A partir de la Guía Técnica Nº 12 del IDAE “Condiciones climáticas exteriores de proyecto” y la norma UNE 100001 “Climatización. Condiciones climáticas para proyectos” se ha hecho la selección de las condiciones exteriores de proyecto, que quedan definidas de la siguiente manera:

Temperatura seca verano 33,6 °C

Temperatura húmeda verano 19,5 °C

Percentil condiciones de verano 1,0%

Temperatura seca invierno 4,3°C

Percentil condiciones de invierno 99 %

Variación diurna de temperaturas 17,0 °C

Grados acumulados en base 15 – 15°C 767 días-grado

Orientación del viento dominante NO

Velocidad del viento dominante 2,00 m/s

Altura sobre el nivel del mar 168,00 m

Latitud 38° 52' Norte

En los anejos de cálculos se recogen la evolución de las temperaturas secas y húmedas máximas corregidas para todos los meses del año y horas del día, según las tablas de corrección UNE 100014.

### 10.1.2 Elementos constructivos

La resistencia térmica de los elementos constructivos empleados se resumen a continuación:

- Losa de hormigón: 0,34 m<sup>2</sup>·K/W.
- Forjado de placas alveolares: 0,67 m<sup>2</sup>·K/W.
- Tabiquería interior: 1,31 m<sup>2</sup>·K/W.
- Fachada: 2,03 m<sup>2</sup>·K/W.
- Muro separación zona oficinas y comercial: 2,79 m<sup>2</sup>·K/W.
- Cubierta: 1,95 m<sup>2</sup>·K/W.

La transmitancia térmica de los elementos para huecos es:

- Ventanas acristaladas:  $2,88 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .
- Escaparate fachada norte nave zona comercial:  $2,60 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .
- Puertas:  $2,20 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

### 10.1.3 Consideraciones interiores de cálculo

Las condiciones climatológicas interiores han sido establecidas en función de la actividad metabólica de las personas y de su grado de vestimenta, siempre de acuerdo con la IT 1.1.4.1.2. “Temperatura operativa y humedad relativa” del RITE.

Para las horas consideradas punta se han considerado unas condiciones interiores en todas las zonas de  $24^\circ\text{C}$  de temperatura y 50% de humedad relativa en verano y de  $22^\circ\text{C}$  y 50% en invierno.

Se climatizarán aquellas superficies donde se prevea una ocupación permanente excluyendo por tanto pasillos de la zona de oficina, vestuarios y aseos. En la Tabla 10-1 se recoge la relación de zonas a climatizar:

Tabla 10-1: Relación de zonas a climatizar.

Sistema/Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Uso
Sala de ventas	324,0	6,50	2.106,0	Tiendas especiales (barberías, peluquerías, floristerías, muebles, farmacias, lavanderías)
D. Financiero	8,6	2,80	24,1	Oficinas
D. Comercial	8,5	2,80	23,8	Oficinas
D. Diseño	8,5	2,80	23,8	Oficinas
D. Producción	8,6	2,80	24,1	Oficinas
D. RRHH	8,5	2,80	23,8	Oficinas
D. Director	8,5	2,80	23,8	Oficinas
Sala de reuniones	24,5	2,80	68,6	Reuniones (salas de)
Sala de descanso	24,5	2,80	68,6	Descanso (salas de)

En la Tabla 10-2 se recoge la ocupación para cada zona que coincide con la comentada en el capítulo anterior.

Tabla 10-2: Ocupación de cada zona.

Sistema/Zona	Actividad	Nº per.	m <sup>2</sup> por per.	C.sensible (W)	C.latente (W)	Horario de Funcionamiento
Sala de ventas	Tiendas especiales (barberías, peluquerías, floristerías, muebles, farmacias, lavanderías)	50	6,5	71	60	Horario zona ventas
D. Financiero	Oficinas	1	4,3	71	60	Horario zona oficinas
D. Comercial	Oficinas	1	4,3	71	60	Horario zona oficinas
D. Diseño	Oficinas	1	4,3	71	60	Horario zona oficinas
D. Producción	Oficinas	1	4,3	71	60	Horario zona oficinas
D. RRHH	Oficinas	1	4,3	71	60	Horario zona oficinas
D. Director	Oficinas	1	4,3	71	60	Horario zona oficinas
Sala de reuniones	Reuniones (salas de)	10	2,5	71	60	Horario zona oficinas
Sala de descanso	Descanso (salas de)	10	2,5	75	95	Horario sala de descanso

El horario de funcionamiento recogido en la última columna de la tabla anterior se detalla en la Tabla 10-3 como el porcentaje de funcionamiento a lo largo del día para cada uno de los horarios utilizados:

Tabla 10-3: Horario de funcionamiento.

Porcentaje de carga para cada hora solar																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Horario zona ventas																							
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0
Continuo																							
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Horario zona oficinas																							
0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	0	0	0	0	0	0
Horario sala de descanso																							
0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0

Los niveles de iluminación son los máximos exigidos por el CTE HE 3 en función del uso y la potencia de los equipos eléctricos que se emplearán en cada zona. En la Tabla 10-4 aparecen los usados para cada zona.

Tabla 10-4: Cargas aportada por iluminación y equipos eléctricos.

Sistema/Zona	Tipo de iluminación	W	Nº	W/m²	Horario de Funcionamiento
Sistema 1	-	-	-	-	-
Sala de ventas	Alumbrado TIPICO	15	324	15,0	Horario zona ventas
Sala de ventas	Ordenador PC-750W	750	2	4,6	Continuo
D. Financiero	Alumbrado TIPICO	12	8	12,0	Horario zona oficinas
D. Financiero	Ordenador PC-750W	750	1	87,2	Continuo
D. Comercial	Alumbrado TIPICO	12	8	12,0	Horario zona oficinas
D. Comercial	Ordenador PC-750W	750	1	88,2	Continuo
D. Diseño	Alumbrado TIPICO	12	8	12,0	Horario zona oficinas
D. Diseño	Ordenador PC-750W	750	1	88,2	Continuo
D. Producción	Alumbrado TIPICO	12	8	12,0	Horario zona oficinas
D. Producción	Ordenador PC-750W	750	1	87,2	Continuo
D. RRHH	Alumbrado TIPICO	12	8	12,0	Horario zona oficinas
D. RRHH	Ordenador PC-750W	750	1	88,2	Horario zona oficinas
D. Director	Alumbrado TIPICO	12	8	12,0	Horario zona oficinas
D. Director	Ordenador PC-750W	750	1	88,2	Horario zona oficinas
Sala de reuniones	Alumbrado TIPICO	12	24	12,0	Horario zona oficinas
Sala de reuniones	Ordenador PC-750W	750	2	61,2	Horario zona oficinas
Sala de descanso	Alumbrado TIPICO	15	24	15,0	Horario sala de descanso

#### 10.1.4 Resumen de cargas térmicas

La selección de los equipos de climatización se ha hecho en base al cálculo de cargas térmicas que se detalla en los anejos de cálculo.

En la Tabla 10-5 aparecen las necesidades de refrigeración y calefacción para cada una de las zonas. Las unidades interiores se eligen en base a la máxima carga individual de refrigeración, columna 3. Por el contrario, la unidad exterior se escogerá en base a la carga simultánea que es la suma máxima de todas las cargas en un momento del día, columna 1.

Tabla 10-5: Resumen cargas térmicas.

Descripción	Carga Refrigeración Simultánea (W)	Carga Refrigeración Máxima (W)	Fecha para Máxima Individual	Carga Calefacción (W)	Volumen Ventilac. (m³/h)
Sistema 1	48.771	-	Junio 17 horas	15.464	2.610,0
Sala de ventas	32.028	34.797	Junio 18 horas	14.292	1.440,0
D. Producción	1.433	1.642	Junio 14 horas	-268	45,0
D. Diseño	1.406	1.636	Junio 14 horas	-327	45,0
D. Financiero	1.402	1.635	Junio 14 horas	-338	45,0
D. Director	1.404	1.639	Junio 14 horas	-336	45,0
D. comercial	1.416	1.537	Agosto 17 horas	-347	45,0
D. RRHH.	1.408	1.505	Agosto 17 horas	-383	45,0
Sala de reuniones	4.181	4.446	Junio 13 horas	842	450,0
Sala de descanso	4.093	4.189	Junio 16 horas	2.330	450,0

## 10.2 Descripción de la instalación de climatización

La instalación de climatización se llevará a cabo con unidades aire-aire concretamente se empleará un único sistema VRV (Volumen de refrigerante variable) de la marca DAIKIN. El sistema VRV elegido es un sistema con mucha eficiencia térmica, dotado de compresores inverter y con la tecnología de volumen de refrigerante variable por lo que es capaz de adecuar la demanda de climatización necesaria en cada momento.

Dicho sistema será a dos tubos y estará formado por una unidad exterior situada en la cubierta y dos unidades interiores de tipo conductos para la zona comercial y ocho casettes instalados en los recintos de la zona de oficinas que se van a climatizar.

En la Tabla 10-6 se recogen los modelos de unidades interiores utilizadas para cada zona y su potencia frigorífica.

Tabla 10-6: Unidades interiores elegidas.

Zonas	Potencia frigorífica necesaria (W)	Unidad interior elegida	Tipo unidad interior a instalar	Potencia frigorífica máquina (W)
Sala de ventas	34.797	FXMQ125P7+FXMQ200MB	Conductos	14.000+22.400
D. Financiero	1.642	FXZQ15A	Casette	1.700
D. Comercial	1.636	FXZQ15A	Casette	1.700
D. Diseño	1.635	FXZQ15A	Casette	1.700
D. Producción	1.639	FXZQ15A	Casette	1.700
D. RRHH	1.537	FXZQ15A	Casette	1.700
D. Director	1.505	FXZQ15A	Casette	1.700
Sala reuniones	4.446	FXZQ40A	Casette	4.500
Sala de descanso	4.189	FXZQ40A	Casette	4.500

De este modo la potencia total instalada de las unidades interiores sería de 55.600 W.

La unidad exterior elegida es DAIKIN VRV RXYQ18T con 50.000 W de producción en frío y de 56.000 W en calor y permite una conexión de hasta 39 unidades interiores.

## 10.3 Exigencia de bienestar e higiene

La velocidad media del aire en la zona ocupada se limitará para que en las zonas ocupadas sea de 0,15-0,17 m/s de acuerdo a la IT 1.1.4.1.3 cuando la difusión se hace por mezcla a temperatura seca ambiente, para una intensidad de turbulencia del 40% y un PPD por corrientes del 15%.

En aplicación de la IT 1.1.4.2 los locales donde se desarrolle actividad humana dispondrán de sistemas de ventilación que aporten suficiente caudal de aire exterior para evitar formación de altas concentraciones de

contaminantes. El caudal mínimo de aire de ventilación de cada espacio se obtendrá en función del uso del local y del número de ocupantes. Atendiendo a la tabla 1.4.2.1 de la IT 1.1.4.2.3 se tiene el caudal de aire exterior por persona siendo para el caso oficinas de 12,5 l/s y categoría IDA 2 y para la zona comercial de 8 l/s y categoría IDA 3 el cual se recoge en la Tabla 10-7.

Tabla 10-7: Caudal de aire exterior necesario.

Sistema/Zona	Calidad	Por persona (m³/h)	Por m² (m³/h)	Por local/ otros (m³/h)	Valor elegido (m³/h)	Renov. (1/h)	Horario de Funcionamiento
Sala de ventas	IDA3	28,8	2,0	-	1.440,0	0,7	Horario zona ventas
D. Financiero	IDA2	45,0	3,0	-	02	1,9	Horario zona oficinas
D. Comercial	IDA2	45,0	3,0	-	45,0	1,9	Horario zona oficinas
D. Diseño	IDA2	45,0	3,0	-	45,0	1,9	Horario zona oficinas
D. Producción	IDA2	45,0	3,0	-	45,0	1,9	Horario zona oficinas
D. RRHH	IDA2	45,0	3,0	-	45,0	1,9	Horario zona oficinas
D. Director	IDA2	45,0	3,0	-	45,0	1,9	Condiciones operacionales 12h
Sala de reuniones	IDA2	45,0	3,0	-	450,0	5,3	Horario zona oficinas
Sala de descanso	IDA2	45,0	3,0	-	450,0	5,3	Horario sala de descanso

En la IT 1.1.4.2.4 se exige que el aire exterior de ventilación debe introducirse debidamente filtrado en los locales en función del uso que tenga cada zona, lo cual como se vio anteriormente, se determina a partir del IDA y del ambiente exterior en el que se encuentra la instalación denominado ODA. Para el presente proyecto se tratará como ODA 2, ambiente con alta concentración de partículas, ya que el establecimiento se encuentra en un polígono industrial. Por ello, el aire que se recoge del exterior se filtrará con filtros F6 y F8 para el caso de las oficinas y de F5 y F7 para el caso de la zona de ventas. El aire extraído del local pasará por filtros F6 en el primer caso y F5 en el segundo con el fin de proteger el recuperador de calor.

En aplicación de la IT 1.1.4.2.5 los locales de servicio deberán disponer de un sistema de extracción para eliminar sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud o molestas para la ocupación humana. El caudal de aire de extracción será mínimo de 2 l/s por m². Sin embargo, el CTE DB HS 3 recomienda para aseos 15 l/s por lo que se utilizará el más restrictivo en cada caso. Por ello, los aseos y vestuarios se catalogarán como AE2 (moderado nivel de contaminación). De este modo el caudal total de extracción considerando el más restrictivo es el de la Tabla 10-8.

Tabla 10-8: Caudal de extracción.

Zona	Dependencia	Sup. útil (m²)	l/s·m² RITE	m³/h total RITE	l/s por local según DB HS	Nº locales	m³/h total DB HS	m³/h considerados
Comercial	Aseo 1	3,85	2	7,7	15	1	54	54
	Aseo 2	2,1	2	4,2	15	1	54	54
Oficinas	Aseo 1	2,16	2	4,32	15	1	54	54
	Aseo 2	2,16	2	4,32	15	1	54	54
	Vestuario 1	6,74	2	13,48	15	3	162	162
	Vestuario 2	6,74	2	13,48	15	3	162	162

Atendiendo a la IT 1.1.4.4 las instalaciones térmicas de los edificios deben cumplir la exigencia del documento DB HR del CTE. Para ello, la red de conductos y la difusión se ha calculado de manera que el nivel de sonido en ningún caso supere los 55 dB (A) en la zona de ventas y 50 dB (A) en la zona de oficinas.

## 10.4 Exigencia de eficiencia energética

En aplicación de la IT 1.2.4.1.1 la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales (electricidad en este caso) se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

Para hallar la demanda máxima simultánea se realizó un análisis de cargas térmicas variando la hora del día y el mes del año, así como las demandas parciales y la mínima, con el fin de facilitar la selección del tipo y número de generadores lo cual se detalló anteriormente.

Tal y como se vio, la producción frigorífica era superior a la demanda simultánea máxima por lo que existe garantía de que en ningún momento del año la instalación no pueda responder a las cargas exigidas.

El sistema de climatización elegido, un sistema VRV, con compresores inverter cumple lo exigido en la IT 1.2.4.1.3.1 “Requisitos mínimos de eficiencia energética de frío” y en la IT 1.2.4.1.3.2 “Escalonamiento de potencia en centrales de generación en frío”.

El valor de EER y COP (al tratarse de máquinas reversibles frío-calor) de los equipos son los siguientes, así como se indica los valores del SEER (rendimiento medio estacional) que media el rendimiento a cargas parciales del equipo y es una medida adecuada para la valoración de la eficiencia energética de los equipos. En este caso, VRV DAIKIN RXYQ18T con EER 3,4 COP 3,89 y SEER 6,38 y con clasificación energética A++.

La clasificación energética se establece según el reglamento 2016/2012 por el que se desarrolla la directiva 2009/125/CE, pero solo establece como obligatoria para equipos de potencia nominal igual o inferior a 12 kW, por eso los equipos VRV de mayor potencia indicado no dispone de dicho etiquetado, pero puede estimarse de mera comparación entre los SEER de estos sistemas y la unidad Inverter que la clasificación del equipo es al menos A++. Por lo tanto queda justificada la elección de estos equipos en el cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética.

También se exige que la parcialización de la potencia suministrada se obtenga escalonadamente o por continuidad. En este caso dicha parcialización se consigue de forma continua mediante compresores inverter capaces de adecuar en todo momento el consumo energético de los compresores a la demanda térmica del sistema.

Atendiendo a la IT 1.2.4.2 se aislarán todas las tuberías de los equipos que transporten fluidos refrigerantes así como redes de conductos de distribución de aire tanto de impulsión como de retorno de aire climatizado. Las tuberías frigoríficas se aislarán con coquillas elastoméricas de espesor variable en función de los diámetros de tubería y de su instalación atendiendo a la tabla 1.2.4.2.5 del RITE y son lo que se muestran en la Figura 6.

Tabla 1.2.4.2.5 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización (*) en función del recorrido de las tuberías.		
Diámetro exterior (mm)	Interior edificios (mm)	Exterior edificios (mm)
D ≤ 13	10	15
13 < D ≤ 26	15	20
26 < D ≤ 35	20	25
35 < D ≤ 90	30	40
D > 90	40	50

Figura 6: Espesores mínimos para tuberías que discurren por el interior según RITE.

Para las redes de conductos de climatización y de aire exterior tratado los conductos serán de fibra de vidrio Climaver Plus con un espesor del aislante de 25 mm y aislamiento térmico 0,032 W/m·K.

La red de conductos de ventilación de la zona de oficinas se hará también con conductos de fibra de vidrio. Las conexiones con las rejillas se harán con tubos superflexibles de aluminio aislado con fibra de vidrio con un espesor del aislante de 25 mm y aislamiento térmico 0,032 W/m·K.

Según la IT 1.2.4.2.2 el espesor del aislamiento mínimo se determina como:

$$d = d_{\text{ref}} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{\text{ref}}}$$

Donde  $d_{ref}$  es el diámetro de referencia de 30 mm para el caso de interiores y  $\lambda_{ref}$  la conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,04 W/m·K. De esta manera se obtiene un espesor de 24 mm, por lo que el aislamiento de fibra de vidrio de espesor 25 mm es superior al mínimo exigido.

En cumplimiento de la IT 1.2.4.3, todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica. Para ello, el sistema elegido para la climatización tiene las siguientes características:

- En cada zona se dispone de un termostato que controla los parámetros fundamentales de la climatización, encendido o apagado, modo frío o calor, control de temperatura de sala.
- El control de la potencia entregada por la unidad exterior a cada una de las unidades interiores se adecua de forma perfecta a la demanda gracias a la tecnología VRV.
- Control de la temperatura de producción frigorífica mediante la tecnología VRT de los equipos VRV IV de DAIKIN.

Con lo expuesto anteriormente, el sistema se clasifica como THM-C3. Además de todo esto se dispone de un control central de la instalación de climatización que permite apagar todas las unidades desde un punto central garantizando así que ninguna unidad se quede encendida cuando no sea necesario su uso. Desde el mismo, se puede limitar la temperatura de consigna de modo que no se exceda las recomendaciones de temperatura ambiente limitando con ello el consumo de energía.

En aplicación de la IT 1.2.4.3.3 será necesario disponer de un control de la calidad de aire interior en instalaciones de climatización. Para ello se ha tenido en cuenta que los caudales mínimo exigidos de aire de ventilación se dimensionan inicialmente en función de las ocupaciones máximas previstas por cada zona, aunque la realidad es que la ocupación en un porcentaje elevado de tiempo es menor del previsto.

Se ha elegido un sistema de control IDA-C3, control por tiempo. El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario de modo que en las horas donde se estime mayor afluencia de personas en cada una de las zonas pueda rebajarse el caudal de ventilación y de este modo se disminuya el caudal de aire exterior a introducir.

Además se dispondrán compuertas de regulación con control todo o nada modelo SQR-EH de MADEL en los conductos de ventilación de aire de impulsión y retorno de la sala de descanso y sala de reuniones ya que se estima que su ocupación puede ser nula en determinados momentos de día, a diferencia de lo considerado en los despachos.

En la IT 1.2.4.4 se especifica cómo se realizará la contabilización de los consumos:

- Se instalará un contador de energía eléctrica en el circuito de alimentación para controlar que el usuario pueda controlar el consumo.
- El número de arranques y paradas del compresor frigorífico VRV de la unidad exterior puede hacerse a través del software de servicio que da el fabricante y del panel de control táctil.

En aplicación de la IT 1.2.4.5.2 se establece que cuando el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s que son 1800 m³/h, se recuperará la energía del aire expulsado. En concreto se tiene un total de 2610 m³/h, de los que 1440 m³/h corresponden a ventilación de la zona comercial y lo restante a la zona de oficinas. Por lo que de acuerdo a las horas de funcionamiento tendrá una eficiencia mínima del 44% y pérdida de presión máxima de 140 Pa. Además los recuperadores dispondrán de un módulo de enfriamiento adiabático y dispuesto sobre el lado de extracción del local, muy recomendable para climas secos como en Badajoz donde la temperatura seca exterior en verano es alta y la humedad relativa baja.

En cumplimiento de la IT 1.2.4.5.3 en locales de gran altura se deberá tratar el problema de la estratificación del calor. De acuerdo a la altura del local que se tiene de 6,5 m en la zona comercial puede considerarse de gran altura, superior a 4 m, y la difusión se ha elegido y dispuesto conforme a combatir el problema de la estratificación que fundamentalmente perjudica al período invernal ya que el aire caliente al ser más denso que el frío se dispone en la parte alta del local. Para ello, se han utilizado toberas de largo alcance para el caso de la impulsión de las máquinas de conductos y difusores de conos regulables para la impulsión del aire del recuperador de calor, ambos elementos adecuados para techos de grandes alturas. Por otro lado, todos los retornos serán invertidos y conducidos, es decir,

se dispondrán de conductos que discurran hasta la parte baja del local para hacer el retorno del aire a nivel de suelo. Con estas consideraciones en la Figura 7 se muestra la configuración adoptada.

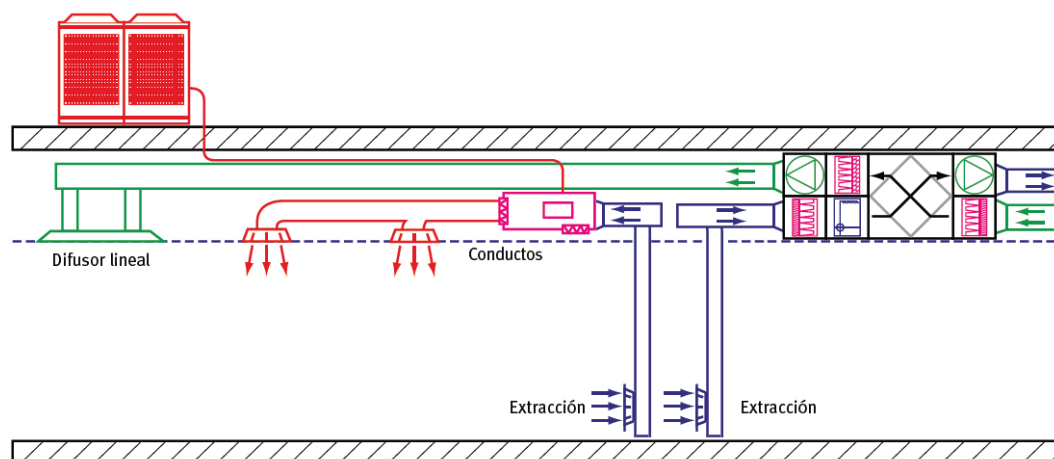


Figura 7: Esquema de la instalación de climatización y ventilación zona de ventas.

Los elementos destinados a la impulsión de aire se han elegido teniendo en cuenta en cualquier caso que la velocidad del aire en la zona de habitabilidad no supere los 0,15-0,17 m/s de acuerdo a la IT 1.1.4.1.3.

En aplicación de la IT 1.2.4.5.4 en cuanto a la zonificación del local, se ha optado por tratar dos recuperadores de calor, de acuerdo al uso y al horario de las zonas de ventas y oficinas.

## 10.5 Exigencia de seguridad

En aplicación de la IT 1.3.4.4.3:

- La unidad exterior VRV se ubicará en cubierta lo que provee un espacio fácilmente accesible desde el exterior mediante una escalera gatera con arco de protección y que a la vez evita que personal no cualificado pueda acceder a la misma.
- Las unidades interiores VRV y recuperador de calor se ubicarán en falsos techos registrables para facilitar su mantenimiento.

## 10.6 Resumen cálculo de conductos y ventiladores

El cálculo de conductos se recoge en el anexo. En la Tabla 10-9 se muestran las pérdidas de presión en los conductos de impulsión y retorno, el caudal que circula por ellos y la difusión empleada. En el caso del recuperador de calor al tener dos ventiladores se ha estudiado la impulsión y el retorno de manera independiente. La difusión que se recoge en la última columna es de la casa comercial KOOLAIR a excepción de las toberas que son de TROX.



Tabla 10-9: Pérdidas de presión en conductos.

Máquina	Conductos	Caudal de (m³/h)	Presión estática necesaria (Pa)	Presión total necesaria (Pa)	Difusión
FXMQ200MB	Impulsión	3480	164,22	186,19	4 Toberas DUE de D315
	Retorno				2 Rejillas de retorno 20-45-V 800x300
FXMQ125P7	Impulsión	2340	142,96	160,62	3 Toberas DUE de D315
	Retorno				2 Rejillas de retorno 20-45-V 600x250
Recuperador de calor zona comercial	Impulsión	1440	102,89	127,54	3 Difusores regulables 44-SF-TR 200 1 TAE 25-X 1000x300
	Retorno	1440	100,99	125,64	1 Rejillas de retorno 20-45-H 600x300 1 TAE 25-X 1000x300
Recuperador de calor zona de oficinas	Impulsión	1170	77,25	93,52	6 Rejillas de impulsión 20-SH de 200x100 2 Rejillas de impulsión 20-SH de 300x150 1 TAE 25-X 1000x300
	Retorno	1170	91,12	116,55	6 Rejillas de retorno 20-45-H 200x100 2 Rejillas de retorno 20-45-H 450x200 1 TAE 25-X 1000x300
Extractor aseo	Extracción	54	10,59	12,61	4 Rejillas para aire exterior TAC D125
Extractor vestuario	Extracción	108	49,27	57,39	6 Bocas de extracción modelo GPD D100 2 Rejillas para aire exterior TAC D160

Con todo ello se puede decir que los ventiladores de las máquinas de conductos son aptos para las redes de conducto ya que son capaces de vencer hasta una presión estática de 285 Pa la máquina de FXMQ200MB y de 200 Pa la FXMQ125P7.

Para el caso de la zona comercial se ha optado por un recuperador de calor MU-RECO-1900-SN de 49% de eficiencia térmica y para las oficinas por un MU-RECO-2000 de 52% de eficiencia térmica con módulo adiabático y sus filtros correspondientes.

Para los aseos y el cuarto del CGMP se usarán extractores en línea FUTURE 100 de S&P y para el caso de los vestuarios extractores TD 250/100 SILENT con 3 bocas de extracción modelo BWC y diámetro 100. En el exterior se dispondrán de rejillas CXT para aire exterior de diámetro 125 y 160 respectivamente.

# 11 EXTRACCIÓN LOCALIZADA DE LA ZONA DE FABRICACIÓN

Dada la actividad que se tiene en la zona de fabricación y concretamente en el lugar donde se encuentran las máquinas que forman parte del proceso productivo, los residuos que generan, el polvo y virutas de madera, constituyen un aspecto importante a analizar. En primer lugar porque su presencia en el ambiente puede formar atmósferas explosivas tal y como se comentará en el capítulo de la instalación eléctrica de baja tensión. Otro riesgo es el de ser una sustancia cancerígena para los trabajadores. Precisamente en el RD 665/1997 se trata sobre la protección contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Una de las medidas que se ponen de manifiesto es la de evacuar los agentes cancerígenos en origen mediante extracción localizada cuando se desarrollan actividades como la de fabricación de muebles de madera. Por lo tanto, se ha diseñado y calculado una red de extracción localizada que a continuación se pasa a comentar.

Un esquema básico que es el que seguirá para el diseño de la red de extracción localizada será el que se muestra en la Figura 8 y consta de los conductos de extracción, un ventilador y un silo. En este caso se han dimensionado los dos primeros elementos antes mencionados.

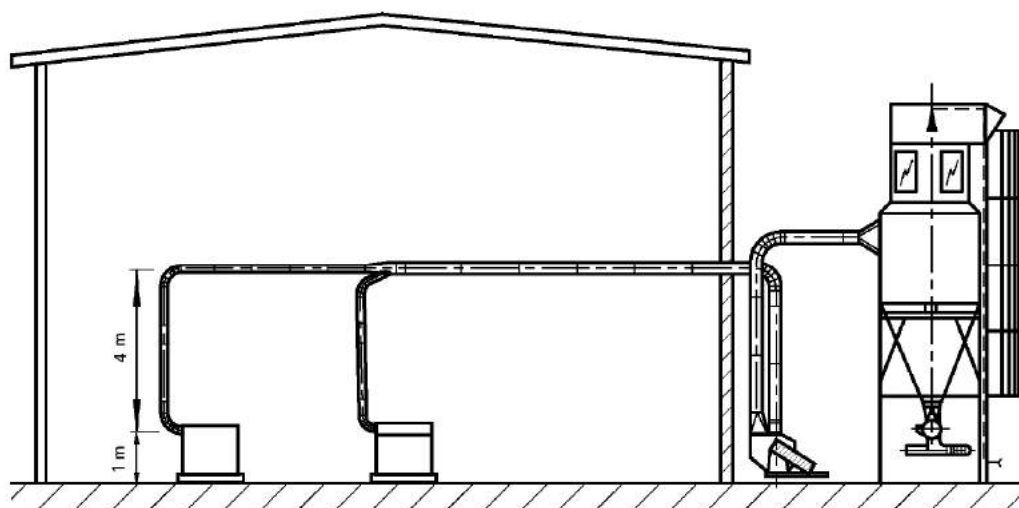


Figura 8: Esquema extracción localizada. Fuente: UNE-EN 12779:2006+A1.

A la hora de hacer la distribución de conductos, se ha decidido agrupar las máquinas dada su distribución en planta en cuatro zonas según se recoge en la Tabla 11-1 y

Tabla 11-2. En las mismas también se muestra la toma de aspiración dada por el fabricante que posee cada una de ellas, así como un número de identificación para facilitar su referencia a la hora de calcular los caudales de cada tramo.

Tabla 11-1: Máquinas en las zonas 1 y 2.

Zona 1			Zona 2		
Nº Identif.	Máquina	D (mm)	Nº identif.	Máquina	D (mm)
12	Corte semiautomática	180	6	Corte manual	140
11	Corte manual	140	7	Cepilladora	140
10	Cepilladora	140	8	Canteadora	100
				Canteadora	100

Tabla 11-2: Máquinas en las zonas 2 y 3.

Zona 3			Zona 4		
Nº identif.	Máquina	D (mm)	Nº identif.	Máquina	D (mm)
5	Torno	200	3	CNC	220
4	Torno	200	2	Lijadora	150
			1	Lijadora	150

En la UNE-EN 12779:2016 se especifican varios requisitos a cumplir por los sistemas de extracción de polvo y viruta de madera con instalación fija entendiendo por la misma como aquella que está ubicada e instalada permanentemente.

En la tabla 4 de la citada norma se recogen las velocidades mínimas del aire de transporte de residuos de madera en función de lo que se transporte ya sea polvo o virutas de madera. Considerando este segundo caso, en función de la carga de material que lleve se da una velocidad u otra, así para el caso de baja carga de material 15 m/s, para elevada carga de material 18 m/s y para conductos principales 22 m/s. Dicho esto, los conductos de conexión a las máquinas se dimensionarán con una velocidad mínima de 15 m/s, los secundarios y que comunican cada una de las zonas antes mencionadas con el conducto principal de 18 m/s y el conducto principal de 22 m/s.

También se recomienda que los conductos sean de material conductor y que no estén forrados o recubiertos con material que pueda cargarse electrostáticamente. En este caso serán de chapa de acero galvanizada e irán situados a 5 m sobre el suelo según lo mostrado en la figura anterior.

En lo que respecta a la red de extracción, los conductos irán provistos de puertas de inspección tal y como se especifica en la Figura 9 para la inspección y limpieza de los sobrantes de madera que puedan acumularse en los conductos.

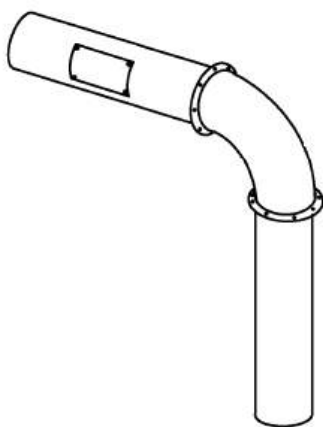


Figura 9: Acceso para la inspección y limpieza de conductos. Fuente: UNE-EN 12779:2006+A1

Por último recalcar también que el ventilador a elegir tiene que ser adecuado para trabajar en zonas 21 ATEX y obviamente apto para la aplicación que se precisa, la aspiración de polvo y viruta de madera.

## 12 INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Se ha dispuesto de una red de aire comprimido abierta con diversas tomas de manera que dé servicio a las herramientas neumáticas situadas en las zonas de producción y pintado de muebles de madera.

La red de tubería se realizará en acero inoxidable según norma UNE 19049-1:1997. Las tuberías principales discurrirán por el techo de la nave a 6,5 m de altura y para favorecer el drenaje, tendrán una pendiente del 1% en la dirección del fluido. Las tuberías de servicio bajarán hasta una altura de 1 m sobre el suelo para dar servicio a las diversas tomas. La bajada se hará en forma de cuello de cisne y dispondrán de válvula de corte en su conexión con las herramientas que precisan de aire comprimido y de un purgador cada tres tomas de modo que la pendiente total de la tubería principal se alternaría como se muestra en la Figura 10.

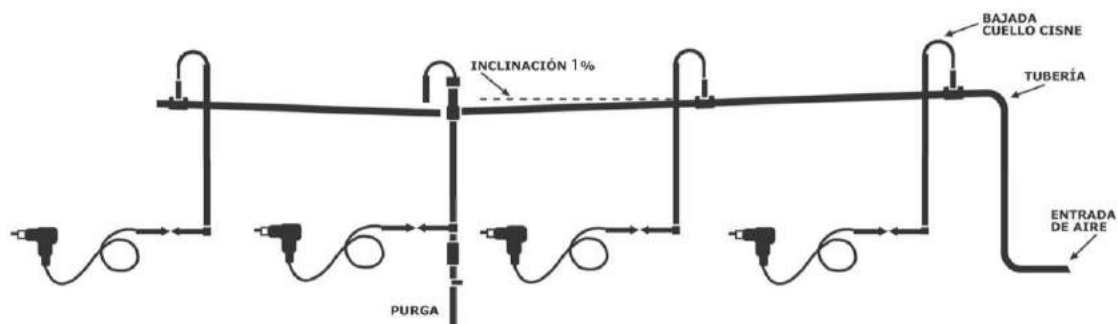


Figura 10: Detalle esquema de tuberías.

El caudal suministrado por cada toma depende de las herramientas previstas las cuales se detallan en la Tabla 12-1 así como su consumo, coeficiente de uso y presión nominal y mínima de trabajo. Recaltar que se ha estimado un coeficiente de uso para las pistolas de soplado del 60% frente al 50% del resto de herramientas ya que son las que más se emplearán.

Tabla 12-1: Lista de receptores.

Unidades	Tipo	Consumo (m³/h)	Coef.Uso (%)	PNominal (bar)	PMínima (bar)
1	Atornillador	21,00	50,00	6,00	3,50
4	Pistola de soplar	9,00	60,00	6,00	3,5
1	Pulidora disco	39,00	50,00	6,00	3,50
1	Fresadora	21,00	50,00	6,00	3,50
1	Pistola de pintar	9,00	50,00	6,00	3,50

De este modo se precisa de un caudal de 66,60 m³/h que se incrementará hasta los 86,58 m³/h teniendo en cuenta pérdidas por fugas del 10% y posible ampliación de la red de cara al futuro del 20%.

Todos los equipos destinados a la generación y tratamiento del aire para la red de aire comprimido se ubicarán dentro de la sala de máquinas próxima al almacén de ventas y exposición de muebles. Los equipos a instalar son los que se muestran Figura 11 y se detallan a continuación:

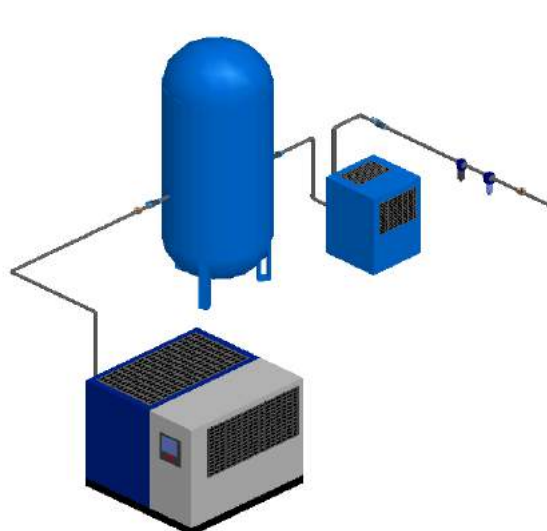


Figura 11: Equipos para la red de aire comprimido en la sala de máquinas.

- La producción de aire se hará con un compresor de tornillo de la casa comercial KAESER y modelo SK 22 T de potencia nominal 11 kW y un caudal máximo de 120 m<sup>3</sup>/h. Al ser la potencia del compresor relativamente pequeña no será necesario un equipo de refrigeración ya que las aletas se encargarán de evacuar el calor.
- A continuación se dispondrá de un depósito acumulador para almacén de aire comprimido de 500 l de KAESER. El depósito estará provisto de válvula de seguridad, manómetro, purga automática y tapas de inspección para la comprobación o limpieza del interior. Así mismo se han ubicado válvulas de corte a la salida y entrada del depósito.
- El secador se elegirá a partir de la norma ISO 8573-1:2010 sobre la calidad del aire. El mismo se podría clasificar como clase 4 considerando herramientas neumáticas de mano y de clase 3 el caso de pistolas de pintura por lo el punto de rocío a presión de vapor debe estar por debajo de -20°C. En estas condiciones se recomienda que sea de adsorción y se ha escogido un modelo DC 18 de la casa comercial KAESER, el cual permite hasta un caudal máximo de 108 m<sup>3</sup>/h ya que no es necesario aplicar factor de corrección porque las condiciones de presión y temperatura a las que se refiere el fabricante son con las que se cuenta en la instalación.
- El filtro se ha escogido atendiendo al grado de filtración que se precisa en función de la citada norma ISO y para la aplicación que se tiene se exige un grado de filtración de 1 mg/ m<sup>3</sup> para el paso del aceite. De este modo se elegirá un filtro KPF-60 de KAESER que permite un caudal máximo de 101,4 m<sup>3</sup>/h y un paso del aceite de 1 mg/ m<sup>3</sup>. También filtra partículas sólidas de un tamaño superior o igual a 1 µm pese a que no hay exigencia en esto último.
- A continuación y antes de la red de tuberías se conectará una válvula de corte, un purgador automático y un manómetro. Las tuberías que dan servicio a cada toma tendrán una válvula de corte que permitirá cerrar la alimentación de las mangueras de aire comprimido de cada herramienta cuyo cálculo se ha hecho atendiendo al caudal requerido en la misma.

# 13 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

---

## 13.1 Acometida

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección (CGP), reunirá los requisitos detallados en la ITC-BT-11.

Su instalación se llevará a cabo enterrada bajo tubo con cable unipolar RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1 kV como indica la ITC-BT-07 que es por la que se rigen las acometidas enterradas. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para el caso de conductores de cobres como es el caso. Dada, la gran potencia con la que se cuenta la sección será en cualquier caso superior a este valor.

Su instalación se llevará a cabo a una profundidad de 0,80 m cumpliendo con lo indicado en el Reglamento. La resistividad térmica del terreno será de 1,5 K·m/W dado que el terreno en Badajoz es principalmente arcilloso.

Al formar parte de la Empresa Suministradora, su diseño debe basarse en las normas particulares de ella. En las mismas se fija una caída de tensión en torno al 0,5 % por lo que se tomará este valor a efectos de cálculo.

## 13.2 Instalaciones de enlace

Las instalaciones de enlace según la ITC-BT-12 son aquellas que unen la caja de protección y medida, incluida esta, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección. Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y serán propiedad del usuario, el cual se responsabilizará de su conservación y mantenimiento. Las instalaciones de enlace las cuales se describirán en los siguientes apartados incluye:

- Caja General de Protección.
- Elementos para la ubicación de contadores.
- Derivación individual.
- Caja para interruptor de control de potencia.
- Dispositivos generales de mando y protección.

## 13.3 Caja de protección y medida

Dado que el suministro se realiza a un único usuario, no existe línea general de alimentación. Se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida (CPM) que incorpora el fusible de seguridad y la base para el contador. Las disposiciones generales se recogen en la ITC-BT-13.

Su instalación se llevará a cabo en la fachada exterior norte del edificio de la zona administrativa y de ventas. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60439 - 1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60439-3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20324 e IK 09 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

## 13.4 Derivación individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección y está regulada por la ITC-BT-15.

Su instalación se llevará a cabo en cables aislados en el interior de tubos enterrados y cumplirá la ITC-BT-07 y la

UNE 211435:2011 en cuanto a factores de corrección e intensidades admisibles por cada sección se refiere. Su aislamiento será de tensión asignada 0,6/1 kV. La profundidad y resistividad térmica del terreno será la misma que para la acometida. Además los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123-4, UNE 21123-5 y UNE 211002 cumplen con esta prescripción. De esta manera se ha optado por cable unipolar RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1 kV.

La caída de tensión máxima admisible será de 1,5 % ya que es una única derivación individual que abastece a un único usuario y no existe línea general de alimentación. Los cables al igual que para las acometidas tendrán una sección mínima para el caso de conductores de cobre de 6 mm<sup>2</sup>.

### 13.5 Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual y cumplirán lo establecido en la ITC-BT-17.

El cuadro general de mando y protección (CGMP) se hallará en un cuarto de instalaciones existente en la planta baja de la zona de oficinas. Se situarán también dos subcuadros, uno en el interior del almacén de materia prima próximo a una de las puertas de entrada a esta zona, y el otro en la zona comercial. Esta última al tratarse de local abierto al público en general deberá de tomarse las precauciones necesarias para que no sea accesible al mismo. En ese sentido, se ubicará próximo a la parte donde se encontrarán los trabajadores por lo que los clientes no tendrían acceso al subcuadro que contienen los dispositivos de mando y protección. Todos se instalarán a una altura superior a 1 m.

El CGMP y subcuadros contendrán los dispositivos de mando y protección de cada uno de los circuitos interiores a los que dé servicio. Es decir, el subcuadro de la zona comercial tendrá los dispositivos de mando y protección de aquellos circuitos destinados a suministrar energía eléctrica a los equipos y aparatos eléctricos que en dicha zona se encuentran. Lo mismo sería para el caso del CGMP ubicado en la zona de oficinas y del subcuadro de la zona industrial.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

Dado que se supera la intensidad de 63 A se utilizará un maxímetro incorporado al equipo de medida de energía eléctrica. Se acompañará de un dispositivo de corte omnipolar ya que de otra manera no existiría elemento de protección y de desconexión de la instalación.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar (IGA), que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Será independiente del maxímetro.
- Un diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos acorde a la ITC-BT- 24.
- Dispositivos de corte omnipolar, para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del establecimiento.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT- 23.

En los casos de los subcuadros cada circuito dispone de un interruptor diferencial por lo que se prescindirá del interruptor diferencial general en dichos subcuadros. El CGMP tampoco dispondrá de interruptor diferencial general ya que todos los circuitos están protegidos frente a contactos indirectos. Lo cual quiere decir que al haber diferenciales instalados en serie existirá selectividad y se estudiará en cada caso. En el presente proyecto se tienen como máximo dos diferenciales en serie. El situado aguas arriba se ha escogido con una sensibilidad de 300 mA superior a los situados aguas abajo de 30 mA y con retardo de disparo.

El interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales resistirán las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo de acuerdo a la ITC-BT-18. Se enterrarán a una profundidad no inferior a 0,5 m dado que el clima presente en la zona no tiene riesgo continuado a heladas.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguirse que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La sección de los conductores de tierra será como mínimo la recogida en la tabla 1 del apartado 3.2 de la citada Instrucción cuando estén enterrados como se muestra en la Figura 12 o la Figura 13 si no están enterrados.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envoltura		

Figura 12: Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2 del apartado 3.4 como se muestra en la Figura 13.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Figura 13: Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica y 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica. Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor se dimensionará en función de la mayor sección de los conductores de fase.

## 13.6 Protección contra sobreintensidades

De acuerdo a la ITC-BT-22 todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Se requerirá la siguiente protección:

- **Contra sobrecargas:** El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección estará constituido en el proyecto por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.
- **Contra cortocircuitos:** En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Para lo que se utilizará en cualquier caso interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.



### 13.7 Protección contra sobretensiones

La ITC-BT-23 trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos...

Dado que se cuenta con equipos pertenecientes a varias de las categorías, se cogerá en este sentido la más restrictiva, categoría I de sobretensiones debido a la presencia de ordenadores y la tensión del protector será igual a 1,5 kV. La capacidad de flujo de un limitador de tensiones se escoge en función del material a proteger y de las consecuencias que suponga la indisponibilidad de los equipos fijándose en este caso en 40 kA. Se instalará aguas abajo del IGA ya que como se comentará en el próximo apartado el esquema de distribución es TT.

### 13.8 Protección contra contactos indirectos

El esquema de distribución en función de la puesta a tierra del neutro y de las masas será de tipo TT que es el indicado en la Figura 14. Tiene un punto de alimentación, el neutro, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. Este esquema será el elegido ya que es el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión.

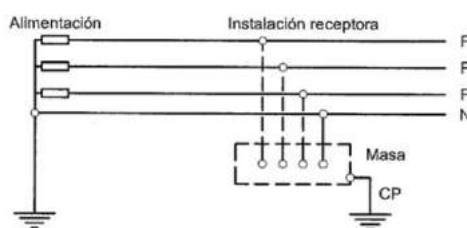


Figura 14: Esquema de distribución tipo TT.

Para este tipo de esquemas y según la ITC-BT-24 se utilizarán dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.

### 13.9 Instalaciones interiores

En este apartado se recogerá lo relativo a las instalaciones interiores de manera que se comentarán en un principio aspectos generales que afectan a todas ellas. Posteriormente se diferenciará entre cada uno de los circuitos de la zona administrativa comercial e industrial. Se acabará comentando los requisitos que deben de cumplir los circuitos interiores para motores y cómo se ha hecho la previsión de potencia de los circuitos de iluminación.

Las instalaciones interiores se han proyectado de manera que un fallo producido en un punto de ellas, afecte solamente a ciertas partes de la instalación, es decir, un fallo en el subcuadro de la zona industrial no dejaría sin alimentación eléctrica a la zona administrativa ni comercial. De manera general, la división en circuitos se ha hecho considerando lo siguiente:

- Disponer de varios circuitos de alumbrado de manera que si solo hubiera uno se dejaría sin luz a toda una zona.
- Las máquinas de la zona de producción se han agrupado de modo que aquellas que realizan la misma función se han dispuesto en circuitos diferentes. Así un fallo en uno de los circuitos podría evitar posibles cuellos de botella en cuanto a la producción industrial se refiere en los casos que la avería perdure.
- Para el caso particular de la zona de oficinas se ha optado por hacer un circuito independiente de tomas de corriente y otro de alumbrado por cada una de las plantas.
- Tanto en la zona de oficinas como de ventas, las máquinas que tienen una función similar tales como unidades interiores de aire acondicionado, recuperador de calor y extractores se encontrarán en el mismo circuito.

Las instalaciones interiores cumplirán lo establecido en la ITC-BT-19 y tendrán distintos montajes en función de la

zona por la que discurran. En el presente proyecto se pueden distinguir instalaciones interiores empotradas bajo tubo, en el interior de falso techo, bajo tubo en montaje superficial y en bandejas horizontales no perforadas. Las características de su instalación, intensidades máximas admisibles así como los factores de corrección se efectuará de acuerdo a la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

Los conductores y cables que elegidos para las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados tal como se indica en la ITC-BT 20.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal para el caso de circuito de alumbrado y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados como se muestra en la Figura 15.

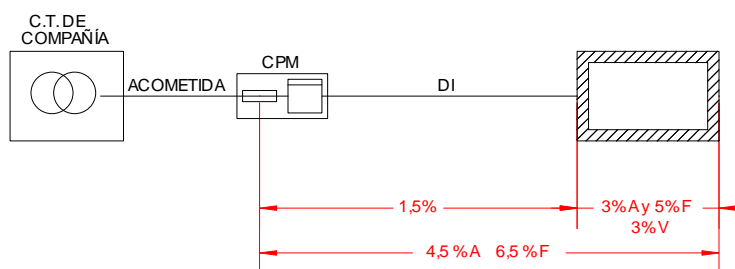


Figura 15: Esquema para una única centralización de contadores.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del Reglamento y en su defecto con las indicaciones facilitadas por el usuario considerando una utilización racional de los aparatos. De este modo para las tomas de corriente se establecerá un coeficiente de simultaneidad  $K_s$  según lo recomendado por la prescripción UTE 63140 que depende del número de tomas  $n$  como:

$$K_s = 0,1 + \frac{0,9}{n}$$

Para el resto de circuitos el coeficiente de simultaneidad será de 1. En el subcuadro de la zona industrial se ha estimado una simultaneidad del 0,85 ya que existen un gran número de máquinas a las que da servicio y que los circuitos interiores se han calculado contemplando los picos de intensidad en el arranque de las mismas. Dado que rara vez arrancarán todas a la vez se ha estimado este valor de simultaneidad.

Para el CGMP se ha estimado una simultaneidad del 0,90 por la misma razón que lo comentado anteriormente. La simultaneidad del subcuadro de la zona comercial será de 1 ya que alimenta a pocas máquinas y dado que tienen pocos circuitos por lo que sería lógico que la potencia máxima prevista para la que se ha hecho el cálculo de los circuitos interiores de dicha zona sea bastante realista y coincida con la demandada.

La sección del conductor neutro se considerará igual a la de las fases para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la ITC-BT-18 y que ya se mostró en la Figura 13.

### 13.9.1 Instalaciones interiores de la zona comercial y de oficinas

El cuadro general de mando y protección dará suministro eléctrico a los circuitos que aparecen en la Tabla 13-1 y que a continuación se detallan:

- Los circuitos 1 y 2 tendrán las tomas de corriente que se encuentran en la planta baja para el primero y para el segundo en la primera planta.
- Los circuitos 3 y 4 darán servicio a las luminarias generales y a las de emergencias distribuidas en la planta baja y primera.

- El circuito 5 será el de alumbrado exterior.
- El circuito 6 será el de la unidad exterior de climatización.
- El circuito 7 consistirá en el recuperador de calor, unidades interiores de climatización y los extractores de aseos y vestuarios.
- El circuito 8 será el del ascensor.
- El circuito 9 será el del grupo de protección contra incendios para el abastecimiento de las BIEs.
- El circuito 10 y 11 son los que dan suministro eléctrico a la zona comercial e industrial.

Tabla 13-1: Circuitos interiores alimentados por el CGMP.

CGMP	
Circuito	P (W)
C1 TC PB	7.360
C2 TC PA	14.720
C3 Iluminación PB	344
C3.1 A.Emergencia PB	54
C4 Iluminación PA	867
C4.1 A.Emergencia PA	29
C5 Ilum. exterior	1.712
C6 AC exterior	14.700
C7 AC interior+recup+extrac	1.375
C8 Ascensor	2.200
C9 Grupo PCI	15.000
C10 Subcuadro zona comercial	14.898
C11 Subcuadro zona industrial	125.019

El subcuadro de la zona comercial dará suministro eléctrico a los circuitos que aparecen en la Tabla 13-2 y que a continuación se detallan:

- El circuito 1 tendrá las tomas de corriente.
- El circuito 2 consistirá en el recuperador de calor, unidades interiores de climatización y los extractores de aseos.
- Los circuitos 3 y 4 darán servicio a las luminarias generales y a las de emergencias.

Tabla 13-2: Circuitos interiores alimentados por el subcuadro de la zona comercial.

Subcuadro zona comercial	
Circuito	P (W)
C1 Tomas de corriente	7360
C2 AC interior+recup+extrac	2.307
C3 Iluminación	381
C3.1 A.Emergencia	37
C4 Iluminación	544
C4.1 A.Emergencia	27
C5 Iluminación	544
C5.1 A.Emergencia	18

Lo siguiente que se hará es comentar qué aspectos del Reglamento afectan al diseño y cálculo de los circuitos interiores que se acaban de describir.

### 13.9.1.1 Local de pública concurrencia

Se aplicará la ITC-BT-28 sobre instalaciones de pública concurrencia dado que con la superficie útil que se tiene y con una ocupación de 1 persona por cada 0,80 m<sup>2</sup> se obtendría una ocupación superior a las de 50 personas que

marca dicha instrucción para establecimientos comerciales a partir del cual habría que catalogarlo como local de pública concurrencia.

Puesto que la zona comercial y administrativa constituyen un único sector de incendio y siguiendo la guía de aplicación de la presente Instrucción, la zona de oficinas será considerada como local de pública concurrencia aunque no esté abierto al público.

La fuente de energía del alumbrado de emergencia debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado. Las luminarias de emergencia estarán conectadas a los circuitos de iluminación y dispondrá de fuente de energía propia formada por batería de acumuladores. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (alimentación automática disponible en 0,5 s como máximo). Su disposición se hará cumpliendo con los requisitos que se comentaron en los capítulos de protección contra incendios. Además de en las zonas comentadas en los mismos, se situarán en:

- Aseos generales de la zona de ventas.
- Salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- Todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- Cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- Cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas por lo que se ha hecho así. Cada una de estas líneas estará protegida en su origen contra sobrecargas y cortocircuitos. De esta manera se han dispuesto tres circuitos de alumbrado en la zona de ventas y dos en la zona de oficinas. Las luminarias al ser de clase II podrán llevar una única protección contra contactos indirectos que proteja a cada grupo de líneas, es decir, un interruptor diferencial para los tres circuitos de iluminación general y de emergencia de la parte de ventas, y otro para los dos circuitos de iluminación general y de emergencia de la zona administrativa.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de tensión asignada no inferir a 450/750V siendo en este caso H07Z1-K (AS).

#### **13.9.1.2 Luminarias en duchas**

Las luminarias existentes en la zona de ducha de los vestuarios ubicados en las oficinas deberán cumplir con la ITC-BT-27. Se ubicarán encima de la ducha en el techo a 2,8 metros sobre el nivel del suelo por lo que se clasificaría como volumen 2 dentro de la citada Instrucción que comprende la altura comprendida entre 2,25 m por encima del suelo del volumen 1 y el techo hasta una altura de 3 m. El grado de protección será IPX4. En este caso hay proyectadas luminarias IP 44, por lo que no habría problema alguno.

#### **13.9.1.3 Ascensor**

El circuito interior destinado a la alimentación eléctrica del ascensor de la zona de oficinas cumplirá lo establecido en la ITC-BT-32 y la ITC-BT-47. Considerando esta última se computará como intensidad normal a plena carga, necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.

Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o de accionamiento deberán estar dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5%.

El equipo eléctrico se protegerá mediante un dispositivo automático de protección que actúe en caso de una sobreintensidad provocada por sobrecarga o cortocircuito. Adicionalmente se protegerá frente a contactos indirectos aunque no se exija.

#### 13.9.1.4 Instalación interior de alumbrado exterior

Cumplirán lo estipulado en la ITC-BT-44 en caso de alumbrado interior.

El alumbrado exterior de la zona de aparcamiento se hará conforme a la ITC-BT-09. Se utilizarán cables unipolar de cobre tensión asignada 0,6/1 kV RZ1-K (AS) tal y como exige la normativa. Su instalación será bajo tubo enterrada a 0,5 m de profundidad cumpliendo con el mínimo de 0,4 m y reunirá los requisitos especificados en la ITC-BT-07.

#### 13.9.1.5 Instalación interior de motores de grupo de PCI

El circuito interior destinado a alimentar el grupo de protección contra incendios cumplirá lo establecido en la ITC-BT-28. La alimentación de los cables de los servicios de seguridad tendrá que ser adecuado para que los servicios de seguridad no autónomos puedan seguir funcionando, para lo que se instalarán cables RZ1-K (AS+).

En la norma UNE 23500:2012 también se dan algunas consideraciones a efectos del cálculo de la instalación eléctrica destinado a los equipos para abastecimiento de aguas de protección contra incendios. De esta manera, se establece que se debe considerar la intensidad correspondiente a la carga máxima más el 50%. Además debe ser capaz de soportar la máxima intensidad posible de arranque durante 10 segundos.

### 13.9.2 Instalaciones interiores de la zona industrial

El subcuadro de la zona industrial dará servicio a los circuitos que aparecen en la Tabla 13-3:

- El circuito 1 dará servicio a las dos lijadoras y la máquina de Control numérico.
- El circuito 2 estará formado por el taladro manual, canteadora y torno.
- El circuito 3 estará formado por la canteadora, sierra de corte manual, torno y cepilladora.
- El circuito 4 consistirá en sierra de corte manual, máquina de corte semiautomático, cepilladora y taladro manual.
- El circuito 5 es el de las tomas de corriente 16 A.
- El circuito 6 y 7 son los de iluminación general y de emergencia del área de producción sin incluir las que se encuentran en la zona de pintado.
- El circuito 8 es el de la iluminación de los almacenes, área de pintado y vestíbulo de independencia.
- El circuito 9 está destinado a alimentar al ventilador para extracción de serrín y viruta.
- El circuito 10 para las tomas de corriente de 25 A.
- El circuito 11 para el compresor destinado a abastecer la red de aire comprimido.

Tabla 13-3: Circuitos interiores alimentados por el subcuadro de la zona industrial.

Subcuadro zona industrial	
Circuito	P (W)
C1 Máquinas zona 4	23.000
C2 Máquinas zona 3	8.350
C3 Máquinas zona 2	15.800
C4 Máquinas zonas 1	14.250
C5 Tomas de corriente 16A	11.040
C6 Iluminación producción	2.832
C6.1 A.Emergencia producción	25

C7 Iluminación producción	2.124
C7.1 A.Emergencia producción	18
C8 Iluminación Alm+VI	1.822
C8.1 A.Emergencia Alm+VI	117
C9 Extracción localizada	22.00
C10 Tomas de corriente de 25 A	34.641
C11 Compresor	11.000

Lo siguiente que se hará es comentar que aspectos del Reglamento afectan al diseño y cálculo de los circuitos interiores que se acaban de describir.

### 13.9.2.1 Local con riesgo de incendio y explosión

Dada la actividad que se realiza en la zona de producción de muebles de madera y en aplicación del RD 681/2003 y la ITC-BT-29 puede considerarse que dicha actividad se desarrolla en atmósfera explosiva. Esto es así porque la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables existentes en la zona industrial del proyecto tales como polvos de madera o vapores producidos por la pintura, puede comenzar su ignición propagando la combustión al resto de la mezcla no quemada.

En las normas UNE-EN 60079-10-1, en la UNE-EN 60079-10-2, en la ITC-BT-29 y en el propio RD 681/2003 se explican los aspectos a tener en cuenta con el objetivo de identificar las áreas de riesgo existentes en el establecimiento para posteriormente poder clasificarlas y determinar qué requisitos deben de cumplir cada una de ellas. Esta clasificación tiene en cuenta muchos parámetros como el tipo de sustancia inflamable ya sea gas, vapor o polvo, la existencia de barreras físicas, la geometría de la fuente de escape, la velocidad y concentración del escape, el tipo y el nivel de ventilación existente... así como diferentes medidas preventivas enfocadas a reducir el riesgo de generar atmósferas explosivas.

Lo que se va a realizar es una evaluación inicial de la situación desde el punto de vista cualitativo, partiendo de que la concentración de las sustancias inflamables existen en cantidades comprendidas entre el límite inferior y superior de explosividad, de que el grado de ventilación es medio y natural en el caso de toda la zona industrial salvo en la cabina de pintado que se hará con extractores, de que existe extracción localizada en cada una de las máquinas y se dispone de un grado de limpieza regular. De esta manera, a continuación se comentan los pasos que se han emprendido para la clasificación de zonas ATEX:

1. Identificar los emplazamientos peligrosos compuesto por todas las máquinas que forman parte del proceso de fabricación en el caso de generación de polvos como tornos, sierras y lijadoras y de gases y vapores inflamables en el caso de la cabina de pintura, los conductos de aspiración de serrín y ciclón de almacenamiento de viruta. En menor medida, ya que se encuentran separados de la zona de producción, cada uno de los almacenes.
2. Identificar las sustancias inflamables siendo en este caso polvos de madera y nubes de gases debidas al trabajo con pinturas formadas fundamentalmente por tolueno.
3. Identificar y clasificar las fuentes de escape en función de frecuencia y duración del escape. El interior del ciclón sería fuente de escape continuo, fuente de escape de grado primario las máquinas del proceso de fabricación, la cabina de pintura y el interior de tuberías de aspiración. Como fuentes de escape de grado secundario la zona de descarga del ciclón y zonas de paso del área de producción y ensamblaje. Los almacenes no constituyen zona ATEX ya que disponen de barreras físicas que lo separan del resto de áreas.
4. Clasificación de cada una de las zonas en función de las fuentes de escape, considerando como la fuente de escape continuo zona 20 o 0, las de grado primario zona 21o 1 y secundario zona 22 o 2 en función de si se trata de polvos o gases en suspensión. En la Figura 16 se pretende ilustrar como sería la clasificación de zonas con las condiciones de partida antes comentadas.

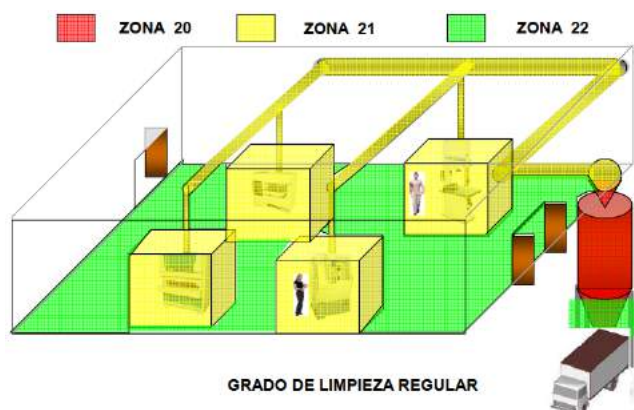


Figura 16: Clasificación de cada una de las zonas ATEX. Fuente: FREMAP

Los equipos eléctricos instalados en zona ATEX deberán cumplir el RD 144/2016, por lo que las luminarias de emergencia que se vayan a emplear así como los pulsadores manuales ya seleccionados en el capítulo de protección contra incendios, deben cumplir con la normativa ATEX. Para el caso de que estén instalados en zonas de producción de gases inflamables cumplirán al menos estos requisitos:

- Válido para trabajar en zona 1.
- Apto para instalar en ambientes formados por gases del grupo IIA.
- Modo de protección adecuado.
- Temperatura máxima de superficie permitida de 450°C.

Para el caso de que estén instalados en zonas de producción de polvos cumplirán al menos estos requisitos:

- Válido para trabajar en zona 22.
- Apto para instalar en ambientes formados por polvos combustibles, grupo II.
- Modo de protección adecuado.
- Temperatura máxima de superficie permitida de 225°C. Esta última se determina como la menor de 2/3 partes de la temperatura de ignición en nube de polvos de madera en torno a 490°C y el resultado de restar 75°C a la temperatura de ignición en capa de polvos de madera, 300°C.

Por ello las luminarias elegidas serán conforme a lo dicho:

- Las luminarias de la zona de fabricación serán Cortem EWL-1001 II 2D Ex tb IIIC T100°C Db y para pinturas Cortem EWL-1001 II 2G Ex de IIC T5 Gb.
- Las luminarias de emergencia para la zona de fabricación serán Normalux modelo Hermetic EX y II 2D Ex IIIC T85°C Db. Las de la zona de pintura serán Normlaux antideflagrante II 2G Ex IIC T6.
- Las restantes luminarias que se ubiquen en almacenes y cuarto de compresor no precisarán luminarias con certificación ATEX.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II serán en instalaciones fijas cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables e instalados bajo tubo metálico rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1.

Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE 20432-3. En este caso se emplearán cables RZ1-K(AS) de tensión asignada 0,6/1 kV que es propagador de llama, incendios y libre de halógenos pese a que en el Reglamento no se exige esto último.

### 13.9.2.2 Alumbrado de emergencia

Como se vio en el capítulo donde se trató la instalación de protección contra incendios, la zona industrial requerirá de alumbrado de emergencia. Reunirá a parte de los requisitos ya comentados en dicho capítulo y los que se detallan en la ITC-BT-28 en lo que respecta a su disposición y que se detalló anteriormente.

### 13.9.3 Circuitos que contienen motores

Conforme a la ITC-BT-47 los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, se dimensionarán para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores se protegerán contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases como indica el Reglamento. Adicionalmente se protegerá frente a contactos indirectos aunque no se exija.

### 13.9.4 Circuitos de iluminación general y de emergencia

Para el cálculo de los circuitos interiores de alumbrado general y de emergencia se ha realizado un cálculo luminotécnico para que la previsión de potencia sea lo más realista posible contemplando las luminarias reales que se escogerían. Para el caso de emergencia ya se han comentado los requisitos de iluminancia que deben de cumplir.

Para el alumbrado general se hará uso norma UNE-EN 12464-1 que recoge la iluminancia en los lugares de trabajo y fija los requerimientos en cuanto a iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo, índice de deslumbramiento unificado e índice de deslumbramiento unificado.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determina mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI que se fija en el CTE HE 3.

Los valores mínimos exigidos por la normativa antes mencionada se recogen en la Tabla 13-4. En las Tabla 13-5, Tabla 13-6 y Tabla 13-7 se recogen los valores para cada una de los recintos que se tienen en el proyecto.

Para el caso de la parte de producción se escogieron las luminarias antes comentadas, para los almacenes se utilizaron luminarias pendulares marca “Philips” modelo PL-H 120W.

En la zona de ventas y oficinas se han empleado luminarias marca “Luglight” modelo SQUARE LED 595 GK y 350 GK respectivamente. Para el caso de baños y pasillos marca “Luglight” modelo LUGSTAR LB LED 3000.

Las luminarias de emergencia para todas las zonas que no sean ATEX serán de la marca “Normalux” y serie DL eligiendo modelos que van desde los 100 hasta 400 lúmenes según se requiera.

Tabla 13-4: Exigencias normativas con respecto a la iluminación.

Uso	Luxes mínimos	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Potencia máxima instalada (W/m <sup>2</sup> )
Aseos de planta	200	4	10
Plantas o zonas de oficinas	500	3	12
Áreas de circulación y pasillos	100	4	10
Salas de conferencias y reuniones	500	3	10
Almacenes y cuarto de almacén	100	4	10
Local de contadores de electricidad	200	4	10
Área de ventas	300	8	15
Pintura, cámara, pulverización	750	4	25
Sala de máquinas	200	4	10
Vestíbulo de independencia / Vestíbulo de independencia	100	4	10
Trabajo en máquinas: tomeado	500	4	10



Tabla 13-5: Valores de iluminación zona administrativa.

Local / uso	Potencia total instalada incluyendo equipos auxiliares	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de deslumbramiento unificado
	P (W)	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra
Aseo 1 PA / Aseos de planta	21	3,7	260	25	80
Aseo 2 PA / Aseos de planta	21	3,7	260	25	80
Oficina 1 / Plantas o zonas de oficinas	84	2,3	505	19	80
Oficina 2 / Plantas o zonas de oficinas	84	2,3	505	19	80
Oficina 3 / Plantas o zonas de oficinas	84	2,3	505	19	80
Oficina 4 / Plantas o zonas de oficinas	84	2,3	525	19	80
Oficina 5 / Plantas o zonas de oficinas	84	2,3	502	19	80
Oficina 6 / Plantas o zonas de oficinas	84	2,2	521	19	80
Pasillo PA / Áreas de circulación y pasillos	112	1,9	163	28	80
S. reuniones / Salas de conferencias y reuniones	210	1,7	561	19	80
Almacén / Almacenes y cuarto de almacén	21	2,6	216	25	80
Cuarto de contadores / Local de contadores de electricidad	21	3,9	269	25	80
Pasillo PB / Áreas de circulación y pasillos	86	1,4	123	28	80

Tabla 13-6: Valores de iluminación zona comercial.

Local / uso	Potencia total instalada incluyendo equipos auxiliares	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
	P (W)	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra
Aseo 1 ventas / Aseos de planta	21	2,6	223	25	80
Aseo 2 ventas / Aseos de planta	21	4,0	282	25	80
Zona ventas / Área de ventas	1428	1,3	358	22	80

Tabla 13-7: Valores de iluminación zona industrial.

Local / uso	Potencia total instalada incluyendo equipos auxiliares	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
	P (W)	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra
Almacén Ventas / Almacenes y cuarto de almacén	266	2,3	153	25	82
Almacén de MP / Almacenes y cuarto de almacén	532	2,1	185	25	82
Almacén de PA / Almacenes y cuarto de almacén	399	2,0	182	25	82
Cabina de pintura / Pintura, cámara, pulverización	531	1,2	764	22	80
Sala compresor / Sala de máquinas	68	2,3	250	25	80
Vestíbulo de independencia / Vestíbulo de independencia	26	1,3	154	28	80
Zona de producción / Trabajo en máquinas: torneado	4956	1,1	559	19	80

### 13.9.5 Circuito de alumbrado exterior

Para el caso del alumbrado exterior principalmente de aparcamiento también se realizará un cálculo luminotécnico. Las restricciones a cumplir se recogen en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior en la ITC-EA-02 sobre niveles de iluminación. Para estas áreas se exige una iluminancia media mantenida de 15 lux y una uniformidad mínima de 0,4.

En ese caso se han escogido luminarias de la marca “LUGLIGHT” modelo URBINO 48 LED y se ha obtenido una iluminancia media mantenida de 32,86 lux y una uniformidad media de 0,42.

## **ANEJOS DE CÁLCULO**

---

# 1 CÁLCULO DE AIREADORES

El RSCIEI exige una superficie aerodinámica mínima de 4 m<sup>2</sup> para el proyecto objeto de estudio. No obstante, habrá que tener en cuenta la abertura que se necesitaría de acuerdo a la actividad a realizar en el interior del recinto. La norma DIN 1946 recomienda para el caso de taller de carpintería 6 renovaciones por hora.

Por lo que el caudal de aire a extraer se obtiene como  $Q_{\text{extrac}}$ :

$$Q_{\text{extrac}} = V \cdot n$$

Donde V es el volumen de la nave y n el número de renovaciones por hora.

Los metros lineales de aireador que se precisan se obtiene como:

$$\text{ml aireador} = \frac{Q_{\text{extrac}}}{Q_e}$$

Siendo  $Q_e$  el caudal de salida del aireador lineal a escoger.

En la Tabla 1-1 se muestran los parámetros a introducir en las fórmulas anteriores así como los resultados obtenidos.

Tabla 1-1: Cálculo de aireadores

V (m <sup>3</sup> )	11050
N (renov/h)	6
Qextraer (m <sup>3</sup> /min)	1105
Modelo aireador	G-500 (Incoperfil)
Qe (m <sup>3</sup> /min)	39,2
ML. aireador (m)	28
Superficie de salida de aire (m <sup>2</sup> )	14

La solución más razonable sería la de disponer 7 aireadores en la cumbrera de la nave con una separación de 3 m entre ellos.

La entrada de aire se situarán en la parte baja del sector y se hará por medio de ventanas de lama modelo F-130 de Incoperfil de dimensiones 2000 mm x 1000 mm. De 1,2 m<sup>2</sup> de superficie de entrada de aire, por lo que habría que instalar un total de 12 rejillas de lamas.

## 2 CÁLCULO DE BIEs

### 2.1 Red general de incendios

La red general de incendios estará formada únicamente por BIEs. De acuerdo al RSCIE la presión en la boquilla de las mismas no será inferior a 2 bar ni superior a 5 bar.

En las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2 se establece que la presión a la entrada de la BIE, P y el caudal, Q verifica la ecuación:

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

Para el caso de BIEs de 45 el coeficiente K se obtendrá de la tabla 1 de la UNE-EN 671-2.

En lo que respecta a los requerimientos de caudal no existe ninguna norma de obligado cumplimiento solo asegurar que las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estén adecuadamente garantizadas. La regla técnica R.T.2.-BIE de CEPREVEN recomienda un caudal de 3,3 l/s (198 l/min) para bocas de 45.

Para la velocidad del agua en el caso de BIEs tampoco se exige ningún valor. AFTA (Asociación de Fabricantes de Tubos de Acero) recomienda velocidades comprendidas entre 0,5 m/s y 2 m/s ya que a menor velocidad puede haber problemas de sedimentos o incrustaciones o bien provocar erosión en la tubería. Por lo que se tomarán como referencia estos valores.

El procedimiento a seguir será el siguiente:

1. Determinar el diámetro nominal mínimo de la tubería D con la velocidad del agua v y el caudal, Q, para posteriormente obtener el correspondiente diámetro estandarizado según la UNE-EN 10255:2005+A1:2008.

$$Q = \pi/4 \cdot D^2 \cdot v$$

2. Calcular la pérdida de carga, CP según la longitud equivalente obtenida como suma de la longitud del tramo y de las pérdidas en accesorios. Esta se modela con por la ecuación de Hazen-William, según la UNE 23500:2012 como:

$$CP = \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \cdot L \cdot Q^{1.85}$$

Siendo:

- D el diámetro interior medio de la tubería.
- L la longitud equivalente del tubo. A efectos de contabilizar las pérdidas producidas por los accesorios y válvulas se utilizarán los valores de la tabla 23 de la UNE 12845:2016 que son los mostrados en la Tabla 2-1 para codos y uniones en T.

Tabla 2-1: Pérdidas de carga en codos y uniones T.

TUBERÍAS					
DN	Dext	Espesor	Dint	PC codo	PC unión T
40	48,3	3,2	41,9	1,2	2,4
50	60,3	3,6	53,1	1,5	2,9
65	76,1	3,6	68,9	1,9	3,8
80	88,9	4	80,9	2,4	4,8
100	114,3	4,5	105,3	3	6,1

- C es una constante que tiene en cuenta la rugosidad de la tubería. Su valor se obtiene de la tabla 14 de la norma UNE 23500:2012. Siendo para el caso de tuberías de acero galvanizado de 120.

3. Determinar la presión necesaria que debe suministrar el grupo de presión teniendo en cuenta que se deben vencer las pérdidas de carga de la BIE más lejana, que la presión de entrada en la misma viene fijada y la diferencia de cotas entre la BIE más lejana y el grupo de presión.

De este modo en la Tabla 2-2 se resumen los parámetros que afectan al diseño de las BIES.

Tabla 2-2: Parámetros de diseño

V (m/s)	2
Dif. cota BIES-tubería (m)	2
Altura tuberías (m)	3,5
Altura BIES (m)	1,5
Caudal (l/s)	3,3
C	120
K BIE 45	85

En la Tabla 2-3 se muestran las pérdidas de carga de las tuberías y en la Tabla 2-4 la presión necesaria en la red general de incendios.

Tabla 2-3: Pérdidas de carga en las tuberías

Tramo	L (m)	Dmin (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Accesorios		Leq (m)	Q (l/min)	PC (bar)	PC acum. (bar)
1-B	33,6	45,83	50	53,1	Codos	2	39,5	198	0,24	0,24
					T	1				
B-C	38	64,82	65	68,9	Codos	1	43,7	396	0,27	0,51
					T	1				
CD	17,5	79,39	80	80,9	Codos	5	33,5	594	0,20	0,71

Tabla 2-4: Grupo de presión y depósito

Pentrada BIE	5,43	bar
P red general incendio	6,28	bar
P red general incendio	61,60	m.c.a.

## 2.2 Sistema de abastecimiento de agua

El sistema de abastecimiento de agua tiene como misión asegurar el caudal y presión de agua que demanda la red general de incendios y comprende a esta última, a la fuente de agua y a los equipos de impulsión.

La presión nominal de la bomba se hará en base a la presión manométrica total suma de la presión manométrica de impulsión y de aspiración. La de impulsión sería la calculada en el apartado anterior más las pérdidas producidas en la válvula de retención y en la de compuerta situada entre la bomba y la red general de incendios. La de aspiración serían las producidas en la tubería que va desde el depósito hasta la bomba más las de los accesorios intermedios. Además se tendrá en cuenta la diferencia de cota entre la aspiración del depósito y la de la bomba. En la Tabla 2-5 se presentan las pérdidas de carga en la tubería en la aspiración e impulsión.

Tabla 2-5: Pérdidas de carga en circuitos de impulsión y aspiración

TRAMO	L (m)	Dmin (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Leq (m)	Q (l/min)	PC (bar)
Conexión bomba a Red de incendios	1	80,00	80	80,9	3,9	594	0,02
Aspiración	2	83,68	100	105,3	18,1	594	0,03

De esta manera, la bomba principal del grupo de presión tendrá como caudal y presión nominal 35,64 m<sup>3</sup>/h y 62,35 m.c.a respectivamente. La elección de la misma se realizará verificando todos los requisitos de la norma UNE 23500:2012. La presión a caudal cero no debe superar el 120% de la presión nominal (74,82 m.c.a.) y el grupo de bombeo será capaz de impulsar como mínimo un 140% del caudal nominal (49,90 m<sup>3</sup>/h) a una presión no inferior al 70% de la presión nominal (43,65 m.c.a.).

Con todo ello, se ha elegido el grupo de bombeo AFU 12 ENR 40-200 de EBARA formado por una bomba eléctrica y jockey. Siendo esta última obligatoria ya que la potencia es superior a 5 kW. La curva de funcionamiento de la bomba principal centrífuga horizontal es la de la Figura 17. De la misma se puede extraer la siguiente información, presión a caudal cero de 62 m.c.a., capaz de impulsar un 140% del caudal nominal a 57 m.c.a., potencia de 9 kW y diámetro de rodete de 207 mm.

Además el NPSH requerido por la bomba para caudales de entre el 30% del nominal y el nominal está comprendido entre 1 m y 3 m inferior a los 5 m máximos permitidos por la normativa.

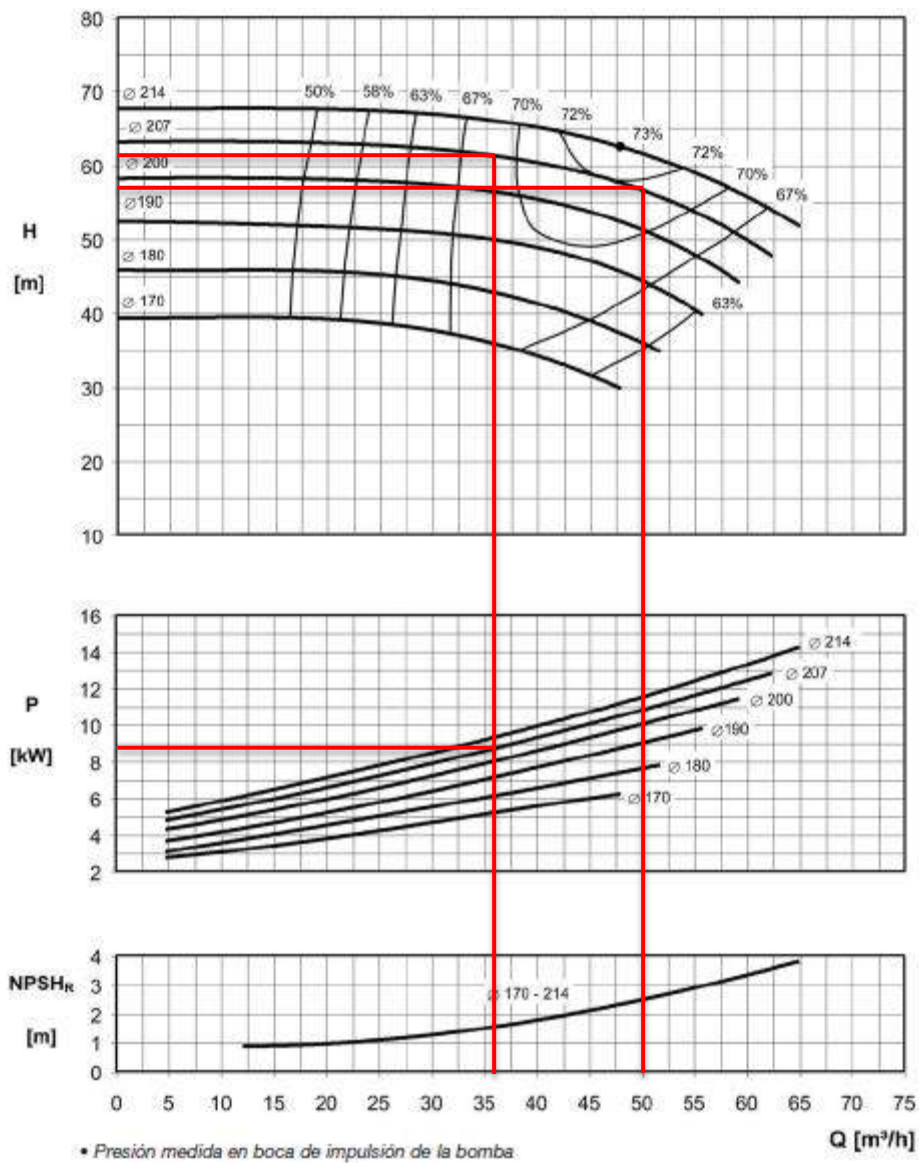


Figura 17: Curva característica ENR 40-200.

### 2.2.1 Circuito de aspiración

El diámetro de la tubería de aspiración se calculará verificando tres requisitos:

- Diámetro mínimo de 65 mm.
- Velocidad máxima inferior a 1,8 m/s calculada mediante la fórmula.

$$v = 21,22 \cdot \frac{Q}{d^2}$$

Donde:

V es la velocidad en m/s.

Q es el caudal nominal en l/min.

D es el diámetro interior de la tubería en mm.

- El NPSH disponible a la entrada de la bomba deber ser superior a 5 m cuando circula el caudal nominal y también superior al NPSH requerido por la bomba más 1 m cuando circula el 140% del caudal nominal. Para ello se calculará teniendo en cuenta:



1. La presión atmosférica,  $P_{atm}$  que se calcula como:

$$P_a = 10 \text{ m} - \frac{\text{altitud}}{800}$$

2. La altura geométrica,  $H_{geo}$  como:

$$H_{geo} = h_2 - h_1$$

Siendo  $h_2$  la altura vertical del nivel mínimo de agua en el depósito y  $h_1$  el punto central a la entrada de aspiración de la bomba.

3. La presión de vapor del agua,  $P_{vag}$  que conlleva una reducción en el NPSH disponible.
4. La pérdida de carga por fricción en la tubería dada por la ecuación de Hazen-William:

$$PC = \frac{6.05 \cdot 10^5}{C^{1.85} \cdot DN^{4.87}} \cdot L \cdot Q^{1.85} \cdot 9.80665$$

Siendo PC la pérdida de carga en m.c.a., Q el caudal en l/min, DN el diámetro interior medio del tubo en mm normalizado, C constante según tipo de tubería y L la longitud de la tubería.

De este modo el NPSH disponible se calculará como:

$$NPSH_d = P_a + H_{geo} - P_{vag} - PC$$

En la Tabla 2-6 y en la Tabla 2-7 se muestran los cálculos realizados. Obteniendo para un caudal igual al nominal un NPSHd de 9,45 m superior a 5 m y de 9,15 m para un caudal 140% del nominal superior a 3,5 m.

Tabla 2-6: Comprobación NPSHd con caudal nominal.

$V_{máxi}$	1,8
$Q_{nominal}$	594
$Leq$	18,1
$D_{mín}$	83,68
DN	100,00
Patmosférica	9,77
$H_{geo}$	0,24
$P_v$	0,32
CP	0,29
NPSHd (m)	9,40

Tabla 2-7: Comprobación NPSHd con 140% del caudal nominal.

NPSHr (m)	2,50
CP (m)	0,55
NPSHd (m)	9,15

## 2.2.2 Depósito

De acuerdo a lo expuesto anteriormente el depósito debe dimensionarse teniendo en cuenta que las tres BIES existentes en la red general de incendios deben de funcionar durante un tiempo de 90 min y con un caudal total de 594 l/min, es decir, ha de tener como mínimo  $53,46 \text{ m}^3$  de capacidad, y será como el que muestra en la Figura 18.

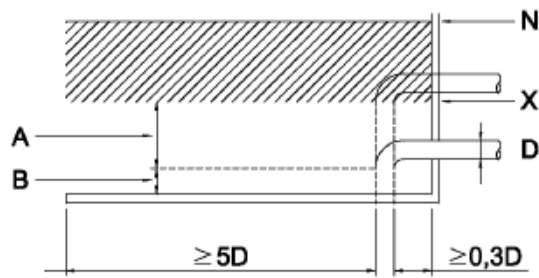


Figura 18: Disposición con codo en la tubería de aspiración

Las dimensiones A y B de acuerdo al diámetro de la tubería de aspiración serán como mínimo de 0,27 m y 0,10 m respectivamente.

Por lo que el nivel más bajo de agua será de 0,47 m respecto del fondo del depósito. El agua que queda por encima de esta cota deberá ser como mínimo 53,46 m<sup>3</sup> tal y como se indica en la normativa. Para ello se instalará un depósito de la casa comercial WATER-ON de base rectangular con dimensiones 4 m x 3 m y de altura 5 m. Por lo que la capacidad efectiva sería de 54,36 m<sup>3</sup> y el nivel normal del depósito, N tendrá una cota respecto al fondo del mismo de 5 m.

### 3 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

En este capítulo se pretende comprobar la resistencia al fuego de la estructura de hormigón dando unas pautas mínimas en cuanto a las secciones de pilares y vigas. También se muestra una comparativa de una viga de acero con una de hormigón con el objeto de ver que la primera requiere de un material de revestimiento que encarecería el precio de la estructura.

Para ello, se hará uso de los métodos simplificados recogidos en los anejos C y D del CTE DB SI. El procedimiento a seguir consiste en determinar el coeficiente de sobredimensionamiento  $\mu_{fi}$  a partir del factor de reducción  $\eta_{fi}$  que se calcula como:

$$\eta_{fi} = \frac{G_K + \psi_{1,1} \cdot Q_{K,1}}{\gamma_G \cdot G_K + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{K,1}}$$

Donde:

- $G_K$  es el peso propio de la estructura
- $Q_{K,1}$  es la sobrecarga de uso
- $\psi_{1,1}$  es el coeficiente de simultaneidad
- $\gamma$  es el coeficiente parcial de seguridad para acciones

El peso propio puede determinarse tomando como referencia el prontuario de pesos del Anejo C del CTE SE AE y se tendrán en cuenta:

- Tabiquería con placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral.
- Forjado unidireccional con terrazo sobre mortero de 50 mm de espesor.

La sobrecarga de uso se obtiene de la tabla 3.1 del CTE SE AE.

Los coeficientes parciales de seguridad para acciones y el coeficiente de simultaneidad se obtienen de la tabla 4.1 y la tabla 4.2 del CTE SE respectivamente.

El coeficiente de sobredimensionamiento se calculará como:

$$\mu_{fi} = \frac{\eta_{fi} \cdot E_d}{R_{fi,d,0}}$$

Siendo:

- $E_d$  efecto de las acciones de cálculo en situación persistente (temperatura normal).
- $R_{fi,d,0}$  resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial  $t=0$ , a temperatura normal.

Puesto que lo que se pretende es comprobar la resistencia al fuego de la estructura portante, una buena aproximación bastante conservadora y que se asumirá será la de tomar  $E_d$  igual a  $R_{fi,d,0}$  puesto que según se estipula en el apartado 4.2.1 del CTE DB SE la resistencia de la estructura portante será suficiente si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes se cumple que  $E_d \leq R_d$ .

#### 3.1 Resistencia al fuego de una viga de hormigón armado

Una vez calculado el coeficiente de sobredimensionamiento el cual es necesario para obtener los parámetros que permiten aplicar el método simplificado del anejo C del CTE DB SE. De esta manera, la distancia mínima equivalente al eje  $a_m$  se determinará como:

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} \cdot (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si}}$$

Siendo:

- Así área de cada una de las armaduras  $i$ , pasiva o activa.
- así distancia del eje de cada una de las armaduras  $i$ , al paramento expuesto más próximo, considerando los revestimientos en las condiciones que ms adelante se establecen.
- $\Delta a_{si}$  corrección debida a las diferentes temperaturas críticas del acero y a las condiciones particulares de exposición al fuego, conforme a los valores de la tabla C.1, siendo  $\mu_{fi}$  el coeficiente de sobredimensionado de la sección en estudio, definido en el apartado 6 del SI6. Las correcciones para valores de  $\mu_{fi}$  inferiores a 0,6 en vigas, losas y forjados, sólo podrán considerarse cuando dichos elementos estén sometidos a cargas distribuidas de forma sensiblemente uniforme. Para valores intermedios se puede interpolar linealmente.

De esta manera en la Tabla 3-1 se muestran los datos necesarios para el cálculo del factor de forma. En la Tabla 3-2 se muestran las consideraciones tomadas en lo que respecta a la armadura necesaria para una viga de sección 250 mm x 250 mm y con una sola capa de armado. En la Tabla 3-3 se muestran los parámetros para la comprobación de la resistencia al fuego tomando 25 mm como espesor del recubrimiento según el EHE.

Tabla 3-1: Datos para el cálculo del factor de forma.

Peso tabique y forjado (kN/m <sup>2</sup> )	5,063
Sobrecarga de uso (kN/m <sup>2</sup> )	2
Coef. Simultaneidad	0,7
Coef. Parcial acción permanente	1,35
Coef. Parcial acción variable	1,5
Factor de forma	0,657

Tabla 3-2: Datos de la armadura

Nº armaduras	D (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Asi (mm)
2	10	78,54	30
2	20	314,16	35

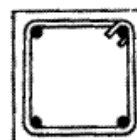


Tabla 3-3: Comprobación resistencia al fuego de una viga de hormigón armado.

c	25
$\Delta a_{si}$	2
$f_{yk}$	400
$a_m$	36,00
$b_{min}$	250

## 3.2 Resistencia al fuego de un pilar de hormigón armado

El procedimiento a seguir es similar al explicado anteriormente para una viga de hormigón armado, salvo que en este caso se tendrá en cuenta el peso de las vigas de hormigón armado.

De esta manera en la Tabla 3-1 se muestran los datos necesarios para el cálculo del factor de forma. En la Tabla 3-2 se muestran las consideraciones tomadas en lo que respecta a la armadura necesaria para un pilar de sección 250 mm x 250 mm que es la mínima exigida por el EHE. En la Tabla 3-3 se muestran los parámetros para la comprobación de la resistencia al fuego tomando 25 mm como espesor del recubrimiento según el EHE.

Tabla 3-4: Datos para el cálculo del factor de forma.

Peso tabique y forjado (kN/m <sup>2</sup> )	5,063
Peso vigas (kN/m <sup>2</sup> )	0,16
Sobrecarga de uso (kN/m <sup>2</sup> )	2
Coef. Simultaneidad	0,7
Coef. Parcial acción permanente	1,35
Coef. Parcial acción variable	1,5
Factor de forma	0,659

Tabla 3-5: Datos de la armadura

Nº armaduras	D (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Asi (mm)
2	10	78,54	30
2	20	314,16	35

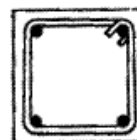


Tabla 3-6: Comprobación resistencia al fuego de una viga de hormigón armado.

c	25
Δasi	0
fyk	400
am	34,00
bmin	250

### 3.3 Resistencia al fuego del forjado

El forjado de la primera planta de la zona de oficinas estará constituido de placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado modelo A25 de la casa comercial ROANSA. Tendrá un espesor de 25 cm y una losa de hormigón in situ de 5 mm.

La resistencia al fuego se determina en base a la tabla C.4 del anejo C del CTE DB SI. Dado el espesor de las placas alveolares y su recubrimiento mecánico, 47,5 mm queda comprobada que la resistencia dada por el fabricante REI 120 es correcta y que por lo tanto supera a los REI 90 que se exige como mínimo.

### 3.4 Resistencia al fuego de una viga de acero

El procedimiento a seguir a continuación será el que resulta de aplicación del método simplificado del anejo D del CTE DB SE.

En primer lugar, habría que determinar el factor de forma como:

$$\text{Factor de forma} = \frac{A_m}{V}$$

Siendo:

- $A_m$  superficie expuesta al fuego del elemento por unidad de longitud, la del elemento si no está protegido o la de la cara interior de la protección si está revestido. Se considerará únicamente la del contorno expuesto en el sector de incendio analizado.

- V volumen del elemento de acero por unidad de longitud.

Posteriormente con dicho factor y con el coeficiente de sobredimensionamiento se obtiene en función de la resistencia al fuego requerida, R 90 para zonas de uso administrativo y comercial, el coeficiente de protección definido como:

$$\text{Coef protección} = \frac{d}{\lambda_p}$$

- d espesor del revestimiento en m.
- $\lambda_p$  conductividad térmica efectiva del revestimiento, para el desarrollo total del tiempo de resistencia a fuego considerado (W/m·K).

En este caso escogiendo cualquier perfil HEB para las vigas, el coeficiente de protección sería el mismo, lo cual significa que cuanto menor sea el perfil, menor será la cantidad del elemento de protección que es necesario aplicar, por lo que ya se estaría ante un problema meramente de optimización estructural. En la Tabla 3-7 se muestran los resultados obtenidos para perfiles HEB 100 y HEB 600 expuestos en tres de sus cuatro caras al fuego. En ambas el elemento de protección utilizado es una placa de silicato cálcico de gran formato, incombustible, autoportante, monolítica y estable de la marca PROMATEC-H200.

Tabla 3-7: Comprobación resistencia al fuego viga de acero.

	HEB 100	HEB 300
Coeficiente de sobredimensionamiento	0,66	0,66
Am (m)	0,3	1,5
V (m <sup>2</sup> )	26·10 <sup>-4</sup>	1500·10 <sup>-4</sup>
Factor de forma (m <sup>-1</sup> )	115,38	55,56
Coeficiente de protección requerido	0,15	0,15
$\lambda_p$ (W/m·K)	20	20
d (m)	0,02	0,02

De esta manera se podría concluir el apartado diciendo que desde el punto de vista únicamente de la resistencia al fuego, una viga de hormigón de sección 250 mm x 250 mm con un armado superior a 6 mm cumpliría con la normativa. No obstante, una menor sección de viga sería válida aunque ello redunde en un aumento del diámetro del armado siempre y cuando tenga un ancho superior a 150 mm. En el caso de vigas de acero de perfil HEB sería válido cualquier sección siempre y cuando se le dé una capa de protección adecuada.

## 4 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

El método de cálculo utilizado para determinar las cargas térmicas es desarrollado por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.) que basa la conversión de ganancias instantáneas de calor a cargas de refrigeración en las llamadas funciones de transferencia.

### 4.1 Ganancias térmicas instantáneas

El primer paso consiste en el cálculo para cada mes y cada hora de la ganancia de calor instantánea debida a cada uno de los siguientes elementos:

#### 4.1.1 Ganancia solar cristal

Insolación a través de acristalamientos al exterior.

$$Q_{GAN,t} = CS \times A \times SHGF \times n$$

Siendo:

$$SHGF = GSd + Ins \times GSt$$

La fórmula anterior depende del mes, de la hora solar y de la latitud. Los parámetros que aparecen anteriormente son:

$Q_{GAN,t}$  = Ganancia instantánea de calor sensible (vatios)

A = Área de la superficie acristalada (m<sup>2</sup>)

CS = Coeficiente de sombreado

n = N° de unidades de ventanas del mismo tipo

SHGF = Ganancia solar para el cristal tipo (DSA)

GSt = Ganancia solar por radiación directa (vatios/m<sup>2</sup>)

GSd = Ganancia solar por radiación difusa (vatios/m<sup>2</sup>)

Ins = Porcentaje de sombra sobre la superficie acristalada

#### 4.1.2 Transmisión paredes y techos

Cerramientos opacos al exterior, excepto los que no reciben los rayos solares. La ganancia instantánea para cada hora se calcula usando la siguiente función de transferencia (ASHRAE):

$$Q_{GAN,t} = A \times \left[ \sum_{n=0} b_n \times (t_{sa,t-n\Delta}) - \sum_{n=1} d_n \times \frac{(Q_{GAN,t-n\Delta})}{A} - t_{ai} \times \sum_{n=0} c_n \right]$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$  = Ganancia de calor sensible en el ambiente a través de la superficie interior del techo o pared (w)

A = Área de la superficie interior (m<sup>2</sup>)

$T_{sa,t-n\Delta}$  = Temperatura sol aire en el instante t-nΔ

Δ = Incremento de tiempos igual a 1 hora.

$t_{ai}$  = Temperatura del espacio interior supuesta constante

$b_n, c_n, d_n$  = Coeficientes de la función de transferencia según el tipo de cerramiento

La temperatura sol-aire sirve para corregir el efecto de los rayos solares sobre la superficie exterior del cerramiento:

$$t_{sa} = t_{ec} + \alpha \times \frac{I_t}{h_o} - \varepsilon \times \frac{\Delta R}{h_o} \times \cos(90^\circ - \beta)$$

Donde:

Tsa= Temperatura sol-aire para un mes y una hora dadas (°C)

Tec= Temperatura seca exterior corregida según mes y hora (°C)

It= Radiación solar incidente en la superficie (w/m²)

ho= Coeficiente de termotransferencia de la superficie (w/m² °C)

α= Absorbencia de la superficie a la radiación solar (depende del color)

β= Ángulo de inclinación del cerramiento respecto de la vertical (horizontales 90°).

ε= Emitancia hemisférica de la superficie.

ΔR= Diferencia de radiación superficie/cuerpo negro (w/m²)

### 4.1.3 Transmisión excepto paredes y techos

#### Cerramientos al interior

Ganancias instantáneas por transmisión en cerramientos opacos interiores y que no están expuestos a los rayos solares.

$$Q_{GAN,t} = K \times A \times (t_l - t_{ai})$$

Donde:

Q<sub>GAN,t</sub>= Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

K= Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m²·°C)

A= Área de la superficie interior (m²)

t<sub>l</sub>= Temperatura del local contiguo (°C)

t<sub>ai</sub>= Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

#### Acristalamientos al exterior

Ganancias instantáneas por transmisión en superficies acristaladas al exterior.

$$Q_{GAN,t} = K \times A \times (t_{ec} - t_{ai})$$

Donde:

Q<sub>GAN,t</sub>= Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

K= Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m²·°C)

A = Área de la superficie interior (m²)

tec= Temperatura exterior corregida (°C)

tai= Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

#### Puertas al exterior

Un caso especial son las puertas al exterior, en las que hay que distinguir según su orientación:

$$Q_{GAN,t} = K \times A \times (t_l - t_{ai})$$

Donde:



$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

K= Coeficiente de transmisión del cerramiento (w/m<sup>2</sup>·°C)

A= Área de la superficie interior (m<sup>2</sup>)

t<sub>ai</sub>= Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

t<sub>l</sub>= Para orientación Norte: Temperatura exterior corregida (°C)

Excepto orientación Norte: Temperatura sol-aire para el instante t (°C)

#### 4.1.4 Calor interno

##### Ocupación (personas)

Calor generado por las personas que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número de personas y del tipo de actividad que están desarrollando.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0.01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

$Q_s$ = Ganancia sensible por persona (w). Depende del tipo de actividad

n= Número de ocupantes

$Fd_t$ = Porcentaje de ocupación para el instante t (%)

Se considera que 67% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GAN,t} = Q_l \times n \times 0.01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor latente en el instante t (w)

$Q_l$ = Ganancia latente por persona (w). Depende del tipo de actividad

n= Número de ocupantes

$Fd_t$ = Porcentaje de ocupación para el instante t (%)

##### Alumbrado

Calor generado por los aparatos de alumbrado que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0.01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

$Q_s$ = Potencia por luminaria (w). Para fluorescente se multiplica por 1'25.

n= Número de luminarias.

$Fd_t$ = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

##### Aparatos eléctricos

Calor generado por los aparatos exclusivamente eléctricos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0.01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

$Q_s$ = Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.

$n$ = Número de aparatos.

$Fdt$ = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

#### Aparatos térmicos

Calor generado por los aparatos térmicos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

$Q_s$ = Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.

$n$ = Número de aparatos.

$Fdt$ = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GAN,t} = Q_s \times n \times 0'01 \times Fd_t$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor latente en el instante t (w)

$Q_l$ = Ganancia latente por aparato (w). Depende del tipo

$n$ = Número de aparatos

$Fdt$ = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

#### Aire exterior

Ganancias instantáneas de calor debido al aire exterior de ventilación. Estas ganancias pasan directamente a ser cargas de refrigeración.

$$Q_{GAN,t} = 0'34 \times f_a \times V_{aes} \times 0'01 \times Fd_t \times (t_{ec} - t_{ai})$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

$f_a$ = Coeficiente corrector por altitud geográfica.

$V_{aes}$ = Caudal de aire exterior (m<sup>3</sup>/h).

$t_{ec}$ = Temperatura seca exterior corregida (°C).

$t_{ai}$ = Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C)

$Fd_t$ = Porcentaje de funcionamiento para el instante t (%)

Se considera que el 100% del calor sensible aparece por convección.

$$Q_{GAN,t} = 0'83 \times f_a \times V_{aes} \times 0'01 \times Fd_t \times (X_{ec} - X_{ai})$$

Donde:

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor sensible en el instante t (w)

$f_a$ = Coeficiente corrector por altitud geográfica.

$V_{ae}$ = Caudal de aire exterior ( $m^3/h$ ).

$X_{ec}$ = Humedad específica exterior corregida (gr agua/kg aire).

$X_{ai}$ = Humedad específica del espacio interior (gr agua/kg aire)

$F_d$ =Porcentaje de funcionamiento para el instante  $t$  (%)

## 4.2 Cargas de refrigeración

La carga de refrigeración depende de la magnitud y naturaleza de la ganancia térmica instantánea, así como del tipo de construcción del local, de su contenido, tipo de iluminación y de su nivel de circulación de aire.

Las ganancias instantáneas de calor latente, así como las partes correspondientes de calor sensible que aparecen por convección pasan directamente a ser cargas de refrigeración. Las ganancias debidas a la radiación y transmisión se transforman en cargas de refrigeración por medio de la función de transferencia siguiente:

$$Q_{REF,t} = v_0 \times Q_{GAN,t} + v_1 \times Q_{GAN,t-\Delta} + v_2 \times Q_{GAN,t-\Delta 2} - w_1 \times Q_{REF,t-\Delta}$$

$Q_{REF,t}$ = Carga de refrigeración para el instante  $t$  (w)

$Q_{GAN,t}$ = Ganancia de calor en el instante  $t$  (w)

$\Delta$ = Incremento de tiempos igual a 1 hora.

$v_0$ ,  $v_1$  y  $v_2$ = Coeficientes en función de la naturaleza de la ganancia térmica instantánea.

$w_1$ = Coeficiente en función del nivel de circulación del aire en el local.

### 4.3 Detalle del cálculo térmico

#### 4.3.1 Evolución anual de temperatura exterior seca máxima (°C)

Hora	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1	12,7	15,1	17,8	18,3	19,2	20,3	20,9	20,9	19,8	18,7	16,7	15,0
2	11,9	14,3	16,9	17,4	18,4	19,4	20,0	20,0	18,9	17,9	15,8	14,1
3	11,0	13,4	16,1	16,6	17,5	18,6	19,2	19,2	18,1	17,0	15,0	13,3
4	10,2	12,6	15,2	15,7	16,7	17,7	18,3	18,3	17,2	16,2	14,1	12,4
5	9,3	11,7	14,4	14,9	15,8	16,9	17,5	17,5	16,4	15,3	13,3	11,6
6	8,5	10,9	13,5	14,0	15,0	16,0	16,6	16,6	15,5	14,5	12,4	10,7
7	11,8	14,3	16,9	17,4	18,3	19,4	20,0	20,0	18,9	17,8	15,8	14,1
8	15,2	17,6	20,3	20,8	21,7	22,8	23,4	23,4	22,3	21,2	19,2	17,5
9	16,9	19,4	22,0	22,5	23,4	24,5	25,1	25,1	24,0	22,9	20,9	19,2
10	18,7	21,1	23,7	24,2	25,2	26,2	26,8	26,8	25,7	24,7	22,6	20,9
11	20,4	22,8	25,4	25,9	26,9	27,9	28,5	28,5	27,4	26,4	24,3	22,6
12	22,1	24,5	27,1	27,6	28,6	29,6	30,2	30,2	29,1	28,1	26,0	24,3
13	23,5	25,9	28,5	29,0	30,0	31,0	31,6	31,6	30,5	29,5	27,4	25,7
14	24,9	27,3	29,9	30,4	31,4	32,4	33,0	33,0	31,9	30,9	28,8	27,1
15	25,5	27,9	30,5	31,0	32,0	33,0	33,6	33,6	32,5	31,5	29,4	27,7
16	24,9	27,3	29,9	30,4	31,4	32,4	33,0	33,0	31,9	30,9	28,8	27,1
17	24,0	26,4	29,0	29,5	30,5	31,5	32,1	32,1	31,0	30,0	27,9	26,2
18	23,1	25,5	28,1	28,6	29,6	30,6	31,2	31,2	30,1	29,1	27,0	25,3
19	21,4	23,8	26,5	27,0	27,9	29,0	29,6	29,6	28,5	27,4	25,4	23,7
20	19,8	22,2	24,8	25,3	26,3	27,3	27,9	27,9	26,8	25,8	23,7	22,0
21	18,3	20,7	23,4	23,9	24,8	25,9	26,5	26,5	25,4	24,3	22,3	20,6
22	16,9	19,3	21,9	22,4	23,4	24,4	25,0	25,0	23,9	22,9	20,8	19,1
23	15,2	17,6	20,3	20,8	21,7	22,8	23,4	23,4	22,3	21,2	19,2	17,5
24	13,6	16,0	18,6	19,1	20,1	21,1	21,7	21,7	20,6	19,6	17,5	15,8

#### 4.3.2 Evolución anual de temperatura exterior húmeda máxima (°C)

Hora	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1	11,7	13,0	14,4	14,6	15,2	16,1	16,1	16,1	15,5	15,0	14,0	13,1
2	11,1	13,0	14,4	14,6	15,2	16,1	16,1	16,1	15,5	15,0	14,0	13,1
3	10,3	12,7	14,4	14,6	15,2	16,1	16,1	16,1	15,5	15,0	14,0	12,5
4	9,5	11,9	14,4	14,6	15,2	16,1	16,1	16,1	15,5	15,0	13,4	11,7
5	8,6	11,1	13,6	14,0	15,0	16,0	16,1	16,1	15,5	14,5	12,5	10,9
6	7,9	10,2	12,7	13,3	14,2	15,2	15,8	15,8	14,7	13,7	11,7	10,0
7	11,2	13,2	14,7	14,8	15,4	16,4	16,4	16,4	15,8	15,3	14,3	13,3



24,0	17,0	8,5	23,8	454	103	167	675	68	63	-26	0,957	1.505
Sala de reuniones												
24,0	17,0	24,5	68,6	490	600	199	2.056	590	630	-119	0,842	4.446
Sala de descanso												
24,0	17,0	24,5	68,6	426	81	245	1.649	707	1.245	-165	0,659	4.189
CARGA DE REFRIGERACIÓN TOTAL												
	424,2	2.386,6	17.673	6.919	2.778	13.328	3.663	5.403	-994	0,883	48.771	

Factor de seguridad: 5%

Caudal total de aire exterior: 2.610,0 m³/h

Carga de refrigeración por unidad de superficie: 115,0 W/m²

#### ABREVIATURAS:

Ts: Temperatura seca interior (°C).	Cis: Calor interno sensible.
Th: Temperatura húmeda interior (°C).	Aes: Aire exterior sensible.
Vol.: Volumen de la zona.	Cil: Calor interno latente.
Gsc: Ganancia solar cristal.	Ael: Aire exterior latente.
Tpt: Transmisión paredes y techo.	RSHF: Factor de calor sensible de la zona.
Tept: Transmisión excepto paredes y techo.	C.Refr.: Cargas de refrigeración.

## 4.5 Hojas de carga para calefacción del sistema

#### CONDICIONES DE DISEÑO:

Temperatura exterior:	4,3 °C
Días grado acumulados:	767
Orientación del viento dominante:	NO
Velocidad del viento dominante:	2,00 m/s

#### PÉRDIDAS DE CALOR:

ZONAS	Tsi (°C)	Área (m²)	Vol. (m³)	Tae (W)	Tol (W)	Ipv (W)	Vae (W)	C.calef. (W)
Sala de ventas	22,0	324,0	2.106,0	9.857	4.826	1.185	5.724	13.960
D. Financiero	22,0	8,6	24,1	297	208	10	179	-330
D. Comercial	22,0	8,5	23,8	296	149	10	179	-389
D. Diseño	22,0	8,5	23,8	296	138	10	179	-400
D. Producción	22,0	8,6	24,1	297	140	10	179	-398
D. RRHH	22,0	8,5	23,8	200	139	10	179	-494
D. Director	22,0	8,5	23,8	200	207	10	179	-427
Sala de reuniones	22,0	24,5	68,6	1.021	190	20	1.789	866
Sala de descanso	22,0	24,5	68,6	560	1.084	20	1.789	2.108
CARGA DE CALEFACCIÓN TOTAL		424,2	2.386,6	13.025	7.080	1.285	10.375	14.497

Factor de seguridad: 20,0%

Caudal total de aire exterior: 2.610,0 m<sup>3</sup>/h

Carga de calefacción por unidad de superficie: 36,5 W/m<sup>2</sup>

#### ABREVIATURAS:

Tsi: Temperatura seca interior (°C).

Vol.: Volumen de la zona.

Tae: Transmisión ambiente exterior.

Tol: Transmisión otros locales.

Or.: Orientación del cerramiento exterior

SC: Coeficiente de sombreado (adimensional)

K: Coeficiente de transmisión (W/m<sup>2</sup>·°C)

Tsa: Temperatura Sol-Aire (°C)

Tec: Temperatura exterior corregida (°C)

Tac: Temperatura ambiente contiguo (°C)

Xec: Humedad específica exterior (g/kg)

Ipv: Infiltraciones puertas y ventanas.

Vae: Ventilación aire exterior.

C.calef.: Cargas de calefacción.

Ud. Número de elementos del mismo tipo

Caudal: Aire exterior (m<sup>3</sup>/h)

Sup.: Superficie de cerramientos (m<sup>2</sup>)

Presión: Presión del viento (Pa)

Supl.: Suplemento por orientación.

G.Inst.: Ganancias instantáneas (W)

Carga.Refr.: Cargas de refrigeración (W)

Carga.Calef.: Cargas de calefacción (W)

## 4.6 Hojas de carga por zonas

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)					
PROYECTO									
FECHA									
SISTEMA		Sistema 1		FECHA CÁLCULO		18 Hora solar Junio			
ZONA		Sala de ventas		CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A		Tiendas especiales (barberías, peluquerías, floristerías, muebles, farmacias, lavanderías		Exteriores		30,6	18,9	32,2	8,82
DIMENSIONES		324,0 m² x 6,50 m		Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN		2.106,0 m³		Diferencias		6,6	1,9	-17,8	-0,39
GANANCIA SOLAR CRISTAL		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
Ventana NO 24,9 m²		MURO CORTINA/4-6-4	NO	80,0	0,70	1	24.935	15.229	
15.991									
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	324,0	0,46	36,4	2.607	3.198	
Fachada NO 117,0 m²		P1.14b TR1	NO	33,2	0,45	50,4	76	78	
Puerta acceso NO 2,9 m²		PUERTA/MAD/A/RA30	NO	3,8	2,20	57,0	276	239	
Fachada SO 117,0 m²		P1.14b TR1	SO	113,2	0,45	41,3	317	314	
Puerta acceso SO 3,5 m²		PUERTA/MAD/A- RA20	SO	3,8	2,20	44,9	175	173	
4.202									
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO		CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
Ventana NO 24,9 m²		MURO CORTINA/4-6-4	80,0		2,60	30,6	1.373	1.192	
Cerramiento interior 2		P1.11b 1-TR1 1-TR2	111,9		0,33	27,3	121	111	
Puerta interior 2,1 m²		Puerta Int. Hörmann ZK_B	1,7		2,10	27,3	12	11	
Puerta interior 1,9 m²		PUERTA/MAD/B	1,7		2,00	27,3	11	10	
Puerta interior 2,3 m²		PUERTA/MAD/B	1,7		2,00	27,3	11	10	
Cerramiento interior 1		P1.14b TR1	112,8		0,44	27,3	162	149	
Puerta interior 3,0 m²		Puerta Seg. Hörmann H3-D (WK2)	4,2		1,70	27,3	24	22	
Solera 1		LOS-HOR-04	324,0		1,86	24,0	0	0	
1.581									
CALOR SENSIBLE INTERNO			Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
50 Ocupantes			71	50	100	3.550	2.597		
15 w/m² Alumbrado AL-i/1w			15	324	100	4.860	4.149		
2 Ud. Equipo OR-750w			750	2	100	1.500	1.500		
8.658									
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN			Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
1.440,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)			1.440,0	30,6	100	1.779	1.779		
1.779									
TOTAL CALOR SENSIBLE							32.211 W		
CALOR LATENTE INTERNO			Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
50 Ocupantes			60	50	100	3.000	3.000		
3.150									
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN			Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
1.440,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)			1.440,0	8,82	100	-563	-563		
-563									
TOTAL CALOR LATENTE							2.587 W		
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN							34.797 W		
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,906 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 107,4 W/m²									



EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA				
PROYECTO								
FECHA								
SISTEMA	Sistema 1			CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO				
ZONA	Sala de ventas			Ts	Exterior	Interior	Diferencia	
DESTINADA A	Tiendas especiales (barberías, peluquerías, floristerías, muebles, farmacias, lavanderías)			(°C)	4,3	22,0	17,7	
DIMENSIONES	324,0 m² x 6,50 m			VOLUMEN 2.106,0 m³				
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Grecales 80 mm	H	1,000	324,0	0,48	4,3	2.741
Fachada NO 117,0 m²		P1.14b TR1	NO	1,125	33,2	0,45	4,3	300
Puerta acceso NO 2,9 m²		PUERTA/MAD/A/RA30	NO	1,125	3,8	2,20	4,3	166
Ventana NO 24,9 m²		MURO CORTINA/4-6-4	NO	1,125	80,0	2,60	4,3	4.142
Fachada SO 117,0 m²		P1.14b TR1	SO	1,035	113,2	0,45	4,3	941
Puerta acceso SO 3,5 m²		PUERTA/MAD/A-RA20	SO	1,035	3,8	2,20	4,3	153
								10.133
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cerramiento interior 2		P1.11b 1-TR1 1-TR2			111,9	0,33	13,2	324
Puerta interior 2,1 m²		Puerta Int. Hörmann ZK_B			1,7	2,10	13,2	32
Puerta interior 1,9 m²		PUERTA/MAD/B			1,7	2,00	13,2	30
Puerta interior 2,3 m²		PUERTA/MAD/B			1,7	2,00	13,2	30
Cerramiento interior 1		P1.14b TR1			112,8	0,44	13,2	435
Puerta interior 3,0 m²		Puerta Seg. Hörmann H3-D (WK2)			4,2	1,70	13,2	63
Solera 1		LOS-HOR-04			324,0	1,47	15,4	3.154
								4.882
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
Puerta acceso NO 2,9 m²		PUERTA/MAD/A/RA30	NO	1,95	7,4	4,3	44	
Ventana NO 24,9 m²		MURO CORTINA/4-6-4	NO	1,95	156,6	4,3	926	
Puerta acceso SO 3,5 m²		PUERTA/MAD/A-RA20	SO	0,49	3,0	4,3	17	
								1.185
CALOR SENSIBLE INTERNO					Potencia	Ud.	Carga Calef. (W)	
15 w/m² Alumbrado AL-i/1w					324	15	4.860	
2 Ud. Equipo OR-750w					750	2	1.500	
								-7.632
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR					Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
1.440,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)					1.440,0	4,3	4.770	
								5.724
SUPLEMENTOS								
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)								20,0%
Otros suplementos								0,0%
Coeficiente total de mayoración								1,200
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN								14.292 W
Carga de calefacción por unidad de superficie:								44,1 W/m²

EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)			
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO		14 Hora solar Junio			
ZONA	D. Producción	CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A	Oficinas	Exteriores		32,4	19,5	29,2	8,85
DIMENSIONES	8,6 m² x 2,80 m	Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN	24,1 m³	Diferencias		8,4	2,5	-20,8	-0,36
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,8	0,75	1	152	223
234							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Fachada NE 10,5 m²	P1.14b TR1	NE	8,7	0,45	37,8	23	23
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	8,6	0,46	73,5	208	175
208							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Suelo interior 1	AA FORJ	8,6		1,15	28,2	42	33
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	32,4	44	32
Cerramiento interior 1	A.1	19,0		0,64	28,2	51	41
Puerta interior 1,5 m²	PUERTA/MAD/B	1,5		2,00	28,2	13	10
Cerramiento interior 2	A.1	10,0		0,64	29,6	27	21
143							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		71	1	100	71	56	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w		12	8	100	103	89	
1 Ud. Equipo OR-750w		750	1	100	750	750	
940							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		45,0	32,4	100	71	71	
71							
TOTAL CALOR SENSIBLE						1.596 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		60	1	100	60	60	
63							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		45,0	8,85	100	-17	-17	
-17							
TOTAL CALOR LATENTE						46 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						1.642 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,960 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 191,0 W/m²							

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA				
PROYECTO								
FECHA								
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO				
ZONA		D. Producción		Ts	Exterior	Interior	Diferencia	
DESTINADA A		Oficinas		(°C)	4,3	22,0	17,7	
DIMENSIONES		8,6 m² x 2,80 m		VOLUMEN		24,1 m³		
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Fachada NE 10,5 m²		P1.14b TR1	NE	1,175	8,7	0,45	4,3	82
Ventana NE 1,3 m²		VENT2 DESLZ-MET- ROTURA mayor 12	NE	1,175	1,8	2,88	4,3	108
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Greca 80 mm	H	1,000	8,6	0,48	4,3	73
								315
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Suelo interior 1		AA FORJ			8,6	0,99	13,2	76
Cerramiento interior 1		A.1			19,0	0,64	13,2	107
Puerta interior 1,5 m²		PUERTA/MAD/B			1,5	2,00	13,2	27
Cerramiento interior 2		A.1			10,0	0,64	22,0	0
								251
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
Ventana NE 1,3 m²		VENT2 DESLZ-MET- ROTURA mayor 12	NE	0,49	1,4	4,3	8	
								10
CALOR SENSIBLE INTERNO					Potencia	Ud.	Carga Calef. (W)	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w					9	12	103	
1 Ud. Equipo OR-750w					750	1	750	
								-1.024
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR					Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)					45,0	4,3	149	
								179
SUPLEMENTOS								
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)								20,0%
Otros suplementos								0,0%
Coeficiente total de mayoración								1,200
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN								-268 W
Carga de calefacción por unidad de superficie:								-31,2 W/m²

EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)				
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO		14 Hora solar Junio			
ZONA	D. Diseño	CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A	Oficinas	Exteriores		32,4	19,5	29,2	8,85
DIMENSIONES	8,5 m² x 2,80 m	Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN	23,8 m³	Diferencias		8,4	2,5	-20,8	-0,36
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,8	0,75	1	152	223
234							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Fachada NE 10,5 m²	P1.14b TR1	NE	8,7	0,45	37,8	23	23
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	8,5	0,46	73,5	205	173
206							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	32,4	44	32
Cerramiento interior 1	A.1	10,5		0,64	28,2	28	22
Cerramiento interior 2	A.1	10,0		0,64	29,6	27	21
Cerramiento interior 3	A.1	8,5		0,64	29,6	23	18
Puerta interior 1,9 m²	PUERTA/MAD/B	1,5		2,00	28,2	12	10
Suelo interior 1	AA FORJ	8,5		1,15	28,2	41	33
143							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		71	1	100	71	53	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w		12	8	100	102	88	
1 Ud. Equipo OR-750w		750	1	100	750	750	
936							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		45,0	32,4	100	71	71	
71							
TOTAL CALOR SENSIBLE						1.589 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		60	1	100	60	60	
63							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		45,0	8,85	100	-17	-17	
-17							
TOTAL CALOR LATENTE						46 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						1.636 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,960 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 192,4 W/m²							

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA			
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO			
ZONA		D. Diseño		Ts	Exterior	Interior	Diferencia
DESTINADA A		Oficinas		(°C)	4,3	22,0	17,7
DIMENSIONES		8,5 m² x 2,80 m		VOLUMEN		23,8 m³	
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Fachada NE 10,5 m²	P1.14b TR1	NE	1,175	8,7	0,45	4,3	82
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET- ROTURA mayor 12	NE	1,175	1,8	2,88	4,3	108
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	1,000	8,5	0,48	4,3	72
							314
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES	CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cerramiento interior 1	A.1			10,5	0,64	13,2	59
Cerramiento interior 2	A.1			10,0	0,64	22,0	0
Cerramiento interior 3	A.1			8,5	0,64	22,0	0
Puerta interior 1,9 m²	PUERTA/MAD/B			1,5	2,00	13,2	26
Suelo interior 1	AA FORJ			8,5	0,99	13,2	75
							192
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac		Carga Calef. (W)
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET- ROTURA mayor 12	NE	0,49	1,4	4,3		8
							10
CALOR SENSIBLE INTERNO				Potencia	Ud.		Carga Calef. (W)
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w				9	12		102
1 Ud. Equipo OR-750w				750	1		750
							-1.022
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR				Caudal	Tac		Carga Calef. (W)
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)				45,0	4,3		149
							179
SUPLEMENTOS							
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)							20,0%
Otros suplementos							0,0%
Coeficiente total de mayoración							1,200
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN							-327 W
Carga de calefacción por unidad de superficie:							-38,5 W/m²

EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)			
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO		14 Hora solar Junio			
ZONA	D. Financiero	CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A	Oficinas	Exteriores		32,4	19,5	29,2	8,85
DIMENSIONES	8,5 m² x 2,80 m	Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN	23,8 m³	Diferencias		8,4	2,5	-20,8	-0,36
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,6 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,8	0,75	1	152	223
234							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Fachada NE 10,5 m²	P1.14b TR1	NE	8,7	0,45	37,8	23	23
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	8,5	0,46	73,5	205	173
206							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Cerramiento interior 1	A.1	9,1		0,64	28,2	24	19
Puerta interior 1,4 m²	PUERTA/MAD/B	1,4		2,00	28,2	12	9
Cerramiento interior 2	A.1	10,0		0,64	29,6	27	21
Cerramiento interior 3	A.1	10,0		0,64	29,6	27	21
Ventana NE 1,6 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	32,4	44	32
Suelo interior 1	AA FORJ	8,5		1,15	28,2	41	33
142							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		71	1	100	71	53	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w		12	8	100	102	88	
1 Ud. Equipo OR-750w		750	1	100	750	750	
936							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		45,0	32,4	100	71	71	
71							
TOTAL CALOR SENSIBLE						1.589 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		60	1	100	60	60	
63							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		45,0	8,85	100	-17	-17	
-17							
TOTAL CALOR LATENTE						46 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						1.635 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,960 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 192,4 W/m²							

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADIOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA				
PROYECTO								
FECHA								
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO				
ZONA		D. Financiero		Ts	Exterior	Interior	Diferencia	
DESTINADA A		Oficinas		(°C)	4,3	22,0	17,7	
DIMENSIONES		8,5 m² x 2,80 m		VOLUMEN		23,8 m³		
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Fachada NE 10,5 m²		P1.14b TR1	NE	1,175	8,7	0,45	4,3	82
Ventana NE 1,6 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,175	1,8	2,88	4,3	108
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	1,000	8,5	0,48	4,3	72
								314
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cerramiento interior 1		A.1			9,1	0,64	13,2	51
Puerta interior 1,4 m²		PUERTA/MAD/B			1,4	2,00	13,2	25
Cerramiento interior 2		A.1			10,0	0,64	22,0	0
Cerramiento interior 3		A.1			10,0	0,64	22,0	0
Suelo interior 1		AA FORJ			8,5	0,99	13,2	75
								181
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac		Carga Calef. (W)
Ventana NE 1,6 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	0,49	1,4	4,3		8
								10
CALOR SENSIBLE INTERNO					Potencia	Ud.		Carga Calef. (W)
12 w/m² Alumbrado AL-i/1 w					9	12		102
1 Ud. Equipo OR-750w					750	1		750
								-1.022
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR					Caudal	Tac		Carga Calef. (W)
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)					45,0	4,3		149
								179
SUPLEMENTOS								
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)								20,0%
Otros suplementos								0,0%
Coeficiente total de mayoración								1,200
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN								-338 W
Carga de calefacción por unidad de superficie:								-39,8 W/m²

EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)				
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO		14 Hora solar Junio			
ZONA	D. Director	CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A	Oficinas	Exteriores		32,4	19,5	29,2	8,85
DIMENSIONES	8,6 m² x 2,80 m	Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN	24,1 m³	Diferencias		8,4	2,5	-20,8	-0,36
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,8	0,75	1	152	223
234							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Fachada NE 10,5 m²	P1.14b TR1	NE	8,7	0,45	37,8	23	23
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	8,6	0,46	73,5	208	175
208							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	32,4	44	32
Cerramiento interior 1	A.1	9,0		0,64	28,2	24	19
Puerta interior 1,5 m²	PUERTA/MAD/B	1,5		2,00	28,2	13	10
Cerramiento interior 2	A.1	10,0		0,64	29,6	27	21
Cerramiento interior 3	A.1	10,0		0,64	29,6	27	21
Suelo interior 1	AA FORJ	8,6		1,15	28,2	42	33
143							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		71	1	100	71	53	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w		12	8	100	103	89	
1 Ud. Equipo OR-750w		750	1	100	750	750	
937							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		45,0	32,4	100	71	71	
71							
TOTAL CALOR SENSIBLE						1.593 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		60	1	100	60	60	
63							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		45,0	8,85	100	-17	-17	
-17							
TOTAL CALOR LATENTE						46 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						1.639 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,960 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 190,6 W/m²							



EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADIOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA			
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO			
ZONA		D. Director		Ts	Exterior	Interior	Diferencia
DESTINADA A		Oficinas		(°C)	4,3	22,0	17,7
DIMENSIONES		8,6 m² x 2,80 m		VOLUMEN		24,1 m³	
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Fachada NE 10,5 m²	P1.14b TR1	NE	1,175	8,7	0,45	4,3	82
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,175	1,8	2,88	4,3	108
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	1,000	8,6	0,48	4,3	73
							315
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES	CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cerramiento interior 1	A.1			9,0	0,64	13,2	51
Puerta interior 1,5 m²	PUERTA/MAD/B			1,5	2,00	13,2	27
Cerramiento interior 2	A.1			10,0	0,64	22,0	0
Cerramiento interior 3	A.1			10,0	0,64	22,0	0
Suelo interior 1	AA FORJ			8,6	0,99	13,2	76
							184
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
Ventana NE 1,3 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	0,49	1,4	4,3	8	
							10
CALOR SENSIBLE INTERNO				Potencia	Ud.	Carga Calef. (W)	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1 w				9	12	103	
1 Ud. Equipo OR-750w				750	1	750	
							-1.024
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR				Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)				45,0	4,3	149	
							179
SUPLEMENTOS							
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)						20,0%	
Otros suplementos						0,0%	
Coeficiente total de mayoración						1,200	
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN						-336 W	
Carga de calefacción por unidad de superficie:						-39,1 W/m²	

EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)				
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO	17 Hora solar Agosto				
ZONA	D. comercial	CONDICIONES	Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)	
DESTINADA A	Oficinas	Exteriores	32,1	19,2	28,8	8,58	
DIMENSIONES	8,5 m² x 2,80 m	Interiores	24,0	17,0	50,0	9,21	
VOLUMEN	23,8 m³	Diferencias	8,1	2,2	-21,2	-0,63	
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana SO 1,0 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	SO	1,8	0,75	1	574	433
454							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	8,5	0,46	42,6	93	98
103							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Cerramiento interior 2	A.1	9,0		0,64	28,1	23	21
Puerta interior 1,8 m²	PUERTA/MAD/B	1,5		2,00	28,1	12	11
Ventana SO 1,0 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	32,1	42	35
Suelo interior 1	AA FORJ	8,5		1,15	28,1	40	35
Cerramiento interior 1	Pl.11b 1-TR1 1-TR2	10,5		0,33	29,3	14	12
Cerramiento interior 3	A.1	10,0		0,64	29,3	26	23
Techo interior 1	AA FORJ	8,5		0,99	28,1	34	30
Cerramiento interior 4	A.1	10,0		0,64	29,3	26	23
199							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		71	1	100	71	51	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w		12	8	100	102	13	
1 Ud. Equipo OR-750w		750	1	100	750	580	
675							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		45,0	32,1	100	68	68	
68							
TOTAL CALOR SENSIBLE						1.500 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		60	1	100	60	60	
63							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		45,0	8,58	100	-26	-26	
-26							
TOTAL CALOR LATENTE						37 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						1.537 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,958							
Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 %							
Carga de refrigeración por unidad de superficie: 180,8 W/m²							

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADIOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA				
PROYECTO								
FECHA								
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO				
ZONA		D. comercial		Ts	Exterior	Interior	Diferencia	
DESTINADA A		Oficinas		(°C)	4,3	22,0	17,7	
DIMENSIONES		8,5 m² x 2,80 m		VOLUMEN		23,8 m³		
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Ventana SO 1,0 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	SO	1,035	1,8	2,88	4,3	95
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	1,000	8,5	0,48	4,3	72
								200
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cerramiento interior 2		A.1			9,0	0,64	13,2	51
Puerta interior 1,8 m²		PUERTA/MAD/B			1,5	2,00	13,2	27
Suelo interior 1		AA FORJ			8,5	0,99	13,2	75
Cerramiento interior 1		Pl.11b 1-TR1 1-TR2			10,5	0,33	22,0	0
Cerramiento interior 3		A.1			10,0	0,64	22,0	0
Techo interior 1		AA FORJ			8,5	1,15	13,2	87
Cerramiento interior 4		A.1			10,0	0,64	22,0	0
								286
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
Ventana SO 1,0 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	SO	0,49	1,4	4,3	8	
								10
CALOR SENSIBLE INTERNO					Potencia	Ud.	Carga Calef. (W)	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w					9	12	102	
1 Ud. Equipo OR-750w					750	1	750	
								-1.022
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR					Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)					45,0	4,3	149	
								179
SUPLEMENTOS								
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)								20,0%
Otros suplementos								0,0%
Coeficiente total de mayoración								1,200
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN								-347 W
Carga de calefacción por unidad de superficie:								-40,8 W/m²

EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)			
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO		17 Hora solar Agosto			
ZONA	D. RRHH.	CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A	Oficinas	Exteriores		32,1	19,2	28,8	8,58
DIMENSIONES	8,5 m² x 2,80 m	Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN	23,8 m³	Diferencias		8,1	2,2	-21,2	-0,63
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana SO 1,1 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	SO	1,8	0,75	1	574	433
454							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Cubierta 1	Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	8,5	0,46	42,6	93	98
103							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana SO 1,1 m²	VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	32,1	42	35
Cerramiento interior 2	A.1	19,0		0,64	28,1	49	43
Puerta interior 1,6 m²	PUERTA/MAD/B	1,5		2,00	28,1	12	11
Suelo interior 1	AA FORJ	8,5		1,15	28,1	40	35
Cerramiento interior 3	P1.11b 1-TR1 1-TR2	10,5		0,33	29,3	14	12
Cerramiento interior 1	A.1	10,0		0,64	29,3	26	23
167							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		71	1	100	71	51	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w		12	8	100	102	13	
1 Ud. Equipo OR-750w		750	1	100	750	580	
675							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		45,0	32,1	100	68	68	
68							
TOTAL CALOR SENSIBLE						1.469 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
1 Ocupantes		60	1	100	60	60	
63							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		45,0	8,58	100	-26	-26	
-26							
TOTAL CALOR LATENTE						37 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						1.505 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,957 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 177,1 W/m²							

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA				
PROYECTO								
FECHA								
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO				
ZONA		D. RRHH.		Ts	Exterior	Interior	Diferencia	
DESTINADA A		Oficinas		(°C)	4,3	22,0	17,7	
DIMENSIONES		8,5 m² x 2,80 m		VOLUMEN		23,8 m³		
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Ventana SO 1,1 m²		VENT2 DESLZ-MET- ROTURA mayor 12	SO	1,035	1,8	2,88	4,3	95
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	1,000	8,5	0,48	4,3	72
								200
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)
Cerramiento interior 2		A.1			19,0	0,64	13,2	108
Puerta interior 1,6 m²		PUERTA/MAD/B			1,5	2,00	13,2	26
Suelo interior 1		AA FORJ			8,5	0,99	13,2	75
Cerramiento interior 3		P1.11b 1-TR1 1-TR2			10,5	0,33	22,0	0
Cerramiento interior 1		A.1			10,0	0,64	22,0	0
								250
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
Ventana SO 1,1 m²		VENT2 DESLZ-MET- ROTURA mayor 12	SO	0,49	1,4	4,3	8	
								10
CALOR SENSIBLE INTERNO					Potencia	Ud.	Carga Calef. (W)	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w					9	12	102	
1 Ud. Equipo OR-750w					750	1	750	
								-1.022
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR					Caudal	Tac	Carga Calef. (W)	
45,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)					45,0	4,3	149	
								179
SUPLEMENTOS								
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)								20,0%
Otros suplementos								0,0%
Coeficiente total de mayoración								1,200
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN								-383 W
Carga de calefacción por unidad de superficie:								-45,1 W/m²

EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)					
PROYECTO										
FECHA										
SISTEMA		Sistema 1			FECHA CÁLCULO		13 Hora solar Junio			
ZONA		Sala de reuniones			CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A		Reuniones (salas de)			Exteriores		31,0	19,2	32,1	8,97
DIMENSIONES		24,5 m² x 2,80 m			Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN		68,6 m³			Diferencias		7,0	2,2	-17,9	-0,23
GANANCIA SOLAR CRISTAL		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
Ventana NE 1,6 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,8	0,75	1	162	234		
Ventana NE 2,0 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	NE	1,8	0,75	1	162	234		
490										
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
Fachada NE 12,3 m²		P1.14b TR1	NE	8,7	0,45	36,7	21	22		
Fachada NO 24,5 m²		P1.14b TR1	NO	24,5	0,45	37,2	43	52		
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm	H	24,5	0,46	76,1	611	497		
600										
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO		CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)		
Ventana NE 1,6 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	31,0	36	25		
Ventana NE 2,0 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12	1,8		2,88	31,0	36	25		
Cerramiento interior 1		A.1	10,0		0,64	28,2	22	18		
Cerramiento interior 3		A.1	2,9		0,64	27,5	6	5		
Puerta interior 1,9 m²		PUERTA/MAD/B	1,7		2,00	27,5	12	9		
Suelo interior 1		AA FORJ	24,5		1,15	27,5	99	78		
Cerramiento interior 2		P1.11b 1-TR1 1-TR2	12,3		0,33	28,2	14	11		
Cerramiento interior 4		A.1	10,0		0,64	28,2	22	18		
199										
CALOR SENSIBLE INTERNO			Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)			
10 Ocupantes			71	10	100	710	540			
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w			12	24	100	294	256			
2 Ud. Equipo OR-750w			750	2	100	1.500	1.163			
2.056										
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN			Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)			
450,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)			450,0	31,0	100	590	590			
590										
TOTAL CALOR SENSIBLE							3.935 W			
CALOR LATENTE INTERNO			Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)			
10 Ocupantes			60	10	100	600	600			
630										
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN			Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)			
450,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)			450,0	8,97	100	-119	-119			
-119										
TOTAL CALOR LATENTE							511 W			
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN							4.446 W			
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,842 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 181,5 W/m²										

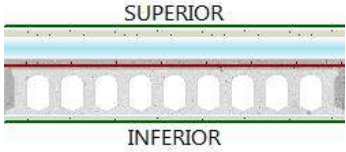
EXPEDIENTE		NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ		HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA							
PROYECTO											
FECHA											
SISTEMA		Sistema 1		CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO							
ZONA		Sala de reuniones		Ts		Exterior		Interior		Diferencia	
DESTINADA A		Reuniones (salas de)		(°C)		4,3		22,0		17,7	
DIMENSIONES		24,5 m² x 2,80 m		VOLUMEN		68,6 m³					
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL		Or.	Supl.	Sup. (m²)		K	Tac	Carga Calef. (W)	
Fachada NE 12,3 m²		P1.14b TR1		NE	1,175	8,7		0,45	4,3	82	
Ventana NE 1,6 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12		NE	1,175	1,8		2,88	4,3	108	
Ventana NE 2,0 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12		NE	1,175	1,8		2,88	4,3	108	
Fachada NO 24,5 m²		P1.14b TR1		NO	1,125	24,5		0,45	4,3	221	
Cubierta 1		Panel ACH 2/5 Greclas 80 mm		H	1,000	24,5		0,48	4,3	207	
872											
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL				Sup. (m²)		K	Tac	Carga Calef. (W)	
Cerramiento interior 1		A.1				10,0		0,64	22,0	0	
Cerramiento interior 3		A.1				2,9		0,64	13,2	16	
Puerta interior 1,9 m²		PUERTA/MAD/B				1,7		2,00	13,2	30	
Suelo interior 1		AA FORJ				24,5		0,99	13,2	215	
Cerramiento interior 2		P1.11b 1-TR1 1-TR2				12,3		0,33	22,0	0	
Cerramiento interior 4		A.1				10,0		0,64	22,0	0	
314											
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL		Or.	Presión		Caudal		Tac	Carga Calef. (W)	
Ventana NE 1,6 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12		NE	0,49		1,4		4,3	8	
Ventana NE 2,0 m²		VENT2 DESLZ-MET-ROTURA mayor 12		NE	0,49		1,4		4,3	8	
20											
CALOR SENSIBLE INTERNO						Potencia		Ud.		Carga Calef. (W)	
12 w/m² Alumbrado AL-i/1w						25		12		294	
2 Ud. Equipo OR-750w						750		2		1.500	
-2.153											
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR						Caudal		Tac		Carga Calef. (W)	
450,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)						450,0		4,3		1.491	
1.789											
SUPLEMENTOS											
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)										20,0%	
Otros suplementos										0,0%	
Coeficiente total de mayoración										1,200	
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN										842 W	
Carga de calefacción por unidad de superficie:										34,3 W/m²	

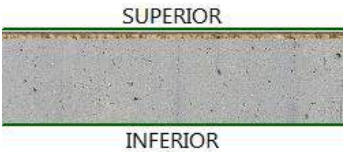
EXPEDIENTE	NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ZONA (Máximas por Zona)			
PROYECTO							
FECHA							
SISTEMA	Sistema 1	FECHA CÁLCULO		16 Hora solar Junio			
ZONA	Sala de descanso	CONDICIONES		Ts (°C)	Th (°C)	Hr (%)	Xe (g/kg)
DESTINADA A	Descanso (salas de)	Exteriores		32,4	19,5	29,2	8,85
DIMENSIONES	24,5 m² x 2,80 m	Interiores		24,0	17,0	50,0	9,21
VOLUMEN	68,6 m³	Diferencias		8,4	2,5	-20,8	-0,36
GANANCIA SOLAR CRISTAL	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	SC	Ud.	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Ventana NE 1,4 m²	EN15265_2	NE	1,8	0,77	1	118	203
Ventana NE 1,4 m²	EN15265_2	NE	1,8	0,77	1	118	203
426							
TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Or.	Sup. (m²)	K	Tsa	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Fachada NE 12,3 m²	P1.14b TR1	NE	8,7	0,45	36,5	27	26
Fachada NO 24,5 m²	P1.14b TR1	NO	24,5	0,45	55,8	45	51
81							
TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO	CÓDIGO MATERIAL	Sup. (m²)		K	Tac	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)
Solera 1	LOS-HOR-04	24,5		1,86	24,0	0	0
Ventana NE 1,4 m²	EN15265_2	1,8		2,93	32,4	44	35
Ventana NE 1,4 m²	EN15265_2	1,8		2,93	32,4	44	35
Cerramiento interior 2	A.1	22,8		0,64	28,2	61	52
Puerta interior 2,0 m²	PUERTA/MAD/B	1,7		2,00	28,2	14	12
Techo interior 1	AA FORJ	24,5		0,99	28,2	102	86
Cerramiento interior 1	P1.11b 1-TR1 1-TR2	12,3		0,33	29,6	17	14
245							
CALOR SENSIBLE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
10 Ocupantes		75	10	100	750	582	
15 w/m² Alumbrado AL-i/1w		15	24	100	368	323	
750 Ud. Equipo A.Ref.-1w		1	750	100	545	435	
750 Ud. Equipo H.Micro-1w		0	750	100	209	167	
750 Ud. Equipo A.Ac-1w		0	750	100	79	63	
1.649							
CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Tec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
450,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)		450,0	32,4	100	707	707	
707							
TOTAL CALOR SENSIBLE						3.109 W	
CALOR LATENTE INTERNO		Potencia	Ud.	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
10 Ocupantes		95	10	100	950	950	
750 Ud. Equipo A.Ref.-1w		0	750	100	0	0	
750 Ud. Equipo H.Micro-1w		0	750	100	9	9	
750 Ud. Equipo A.Ac-1w		0	750	100	226	226	
1.245							
CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN		Caudal	Xec	%Uso	G. Inst. (W)	Carga Refr. (W)	
450,0 m³/h Ventilación (recuperador 0%)		450,0	8,85	100	-165	-165	
-165							
TOTAL CALOR LATENTE						1.080 W	
CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN						4.189 W	
Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,659 Factor de seguridad (Aplicado a los resultados parciales y al total): 5 % Carga de refrigeración por unidad de superficie: 171,0 W/m²							





EXPEDIENTE			NAVE FAB Y VENTA DE MUEBLES EN BADJOZ			HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ZONA			
PROYECTO									
FECHA									
SISTEMA			Sistema 1			CONDICIONES DE CÁLCULO PARA INVIERNO			
ZONA			Sala de descanso			Ts	Exterior	Interior	Diferencia
DESTINADA A			Descanso (salas de)			(°C)	4,3	22,0	17,7
DIMENSIONES			24,5 m² x 2,80 m			VOLUMEN 68,6 m³			
TRANSMISIÓN AMBIENTE EXTERIOR		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Supl.	Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)	
Fachada NE 12,3 m²		P1.14b TR1	NE	1,175	8,7	0,45	4,3	82	
Ventana NE 1,4 m²		EN15265_2	NE	1,175	1,8	2,93	4,3	110	
Ventana NE 1,4 m²		EN15265_2	NE	1,175	1,8	2,93	4,3	110	
Fachada NO 24,5 m²		P1.14b TR1	NO	1,125	24,5	0,45	4,3	221	
								628	
TRANSMISIÓN CON OTROS LOCALES		CÓDIGO MATERIAL			Sup. (m²)	K	Tac	Carga Calef. (W)	
Solera 1		LOS-HOR-04			24,5	1,47	4,7	625	
Cerramiento interior 2		A.1			22,8	0,64	13,2	129	
Puerta interior 2,0 m²		PUERTA/MAD/B			1,7	2,00	13,2	30	
Techo interior 1		AA FORJ			24,5	1,15	13,2	250	
Cerramiento interior 1		P1.11b 1-TR1 1-TR2			12,3	0,33	22,0	0	
								1.240	
INFILTRACIÓN PUERTAS Y VENTANAS		CÓDIGO MATERIAL	Or.	Presión	Caudal	Tac		Carga Calef. (W)	
Ventana NE 1,4 m²		EN15265_2	NE	0,49	1,4	4,3		8	
Ventana NE 1,4 m²		EN15265_2	NE	0,49	1,4	4,3		8	
								20	
CALOR SENSIBLE INTERNO					Potencia	Ud.		Carga Calef. (W)	
15 w/m² Alumbrado AL-i/1w					25	15		368	
750 Ud. Equipo A.Ref.-1w					1	750		545	
750 Ud. Equipo H.Micro-1w					0	750		209	
								-1.346	
VENTILACIÓN AIRE EXTERIOR					Caudal	Tac		Carga Calef. (W)	
450,0 m³/h Ventilación (recuperador 44%)					450,0	4,3		1.491	
								1.789	
SUPLEMENTOS									
Por intermitencia (Con utilización de 6 a 8 horas diarias)								20,0%	
Otros suplementos								0,0%	
Coeficiente total de mayoración								1,200	
CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN								2.330 W	
Carga de calefacción por unidad de superficie:								95,1 W/m²	

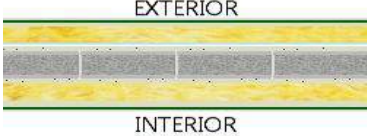
## 4.7 Listado de cerramientos

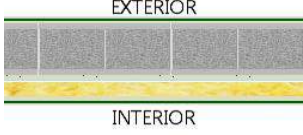
AA FORJ				
Placa alveolar de 25 cm + suelo técnico + techo PLADURMAESTRAS N13/600 s/aislante Transmitancias actuando como: Cubierta flujo ascendente $U = 1,2370 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Forjado flujo descendente $U = 1,1384 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Partición flujo ascendente $U = 1,1515 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Partición flujo descendente $U = 0,9916 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$				
Nº	Material de la capa	Espesor (cm)	Conduct. térmica (W/m·K)	Resist. térmica (m²·K/W)
1	Plaqueta o baldosa cerámica	2	1	0,02
2	Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	3,2	0,25	0,128
3	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	10	0,555	0,1802
4	Con capa de compresión -Canto 250 mm	25	1,56	0,1603
5	Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	1,6	0,125	0,128
6	Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$	1,3	0,25	0,052
	<b>TOTAL</b>	<b>43,1</b>		<b>0,6684</b>

LOS-HOR-04				
Losa hormigon 45 cm + imperme. lám. HDPE y geotextil + baldosa gres Transmitancias actuando como: Cubierta flujo ascendente $U = 2,0879 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Forjado flujo descendente $U = 1,8216 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Partición flujo ascendente $U = 1,8554 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Partición flujo descendente $U = 1,4729 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$				
Nº	Material de la capa	Espesor (cm)	Conduct. térmica (W/m·K)	Resist. térmica (m²·K/W)
1	Plaqueta o baldosa de gres	2	2,3	0,0087
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1600 < d < 1800$	2	1	0,02
3	Arena y grava $[1700 < d < 2200]$	2	2	0,01
4	Subcapa, fieltro	0,2	0,05	0,04
5	Polietileno alta densidad [HDPE]	0,2	0,5	0,004
6	Hormigón armado $2300 < d < 2500$	45	2,3	0,1957
7	Hormigón en masa $2000 < d < 2300$	10	1,65	0,0606
	<b>TOTAL</b>	<b>61,4</b>		<b>0,339</b>

Panel ACH 2/5 Grecas 80 mm		SUPERIOR		
Panel para cubiertas con dos chapas de acero de 0,5 mm y núcleo de lana de roca				
Transmitancias actuando como:				
Cubierta flujo ascendente $U = 0,4783 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				
Forjado flujo descendente $U = 0,4628 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$		INFERIOR		
Nº	Material de la capa	Espesor (cm)	Conduct. térmica (W/m·K)	Resist. térmica (m²·K/W)
1	Acero	0,05	50	0
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	7,9	0,0405	1,9506
3	Acero	0,05	50	0
	TOTAL	8		1,9506

A.1		<div><div>EXTERIOR</div><div>INTERIOR</div></div>		
Tabique PYL 78/600(48) LM				
Transmitancias actuando como:				
Cerramiento exterior $U = 0,6779 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				
Partición interior $U = 0,6389 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				
Nº	Material de la capa	Espesor (cm)	Conduct. térmica (W/m·K)	Resist. térmica (m²·K/W)
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5	0,25	0,06
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	4,8	0,0405	1,1852
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5	0,25	0,06
	TOTAL	7,8		1,3052

P1.11b 1-TR1 1-TR2				
Fábrica de bloque de hormigón AL Perforado espesor 8 con revestimiento a ambos lados + Trasdosado Cámara de aire ventilada 10 mm + MW50 + Placa yeso laminado + Trasdosado MW50 + Placa yeso laminado Transmitancias actuando como: Cerramiento exterior $U = 0,3373 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Partición interior $U = 0,3274 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$				
Nº	Material de la capa	Espesor (cm)	Conduct. térmica (W/m·K)	Resist. térmica (m²·K/W)
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5	0,25	0,06
2	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	5	0,05	1
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	1	0,066	0,1515
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	0,0263
5	BH de áridos ligeros AL perforado espesor 80 mm	8	0,1777	0,4502
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	0,0263
7	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	5	0,05	1
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2	0,25	0,08
	<b>TOTAL</b>	<b>25,5</b>		<b>2,7943</b>

P1.14b TR1				
Fábrica de bloque de hormigón AL Perforado espesor 19 con revestimiento a ambos lados + Trasdosado Cámara de aire ventilada 10 mm + MW50 + Placa yeso laminado Transmitancias actuando como: Cerramiento exterior $U = 0,4537 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ Partición interior $U = 0,4359 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$				
Nº	Material de la capa	Espesor (cm)	Conduct. térmica (W/m·K)	Resist. térmica (m²·K/W)
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	0,0263
2	BH de áridos ligeros AL perforado espesor 190 mm	19	0,2533	0,7501
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	0,0263
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	1	0,066	0,1515
5	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	5	0,05	1
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2	0,25	0,08
	<b>TOTAL</b>	<b>30</b>		<b>2,0342</b>

## 5 SELECCIÓN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Los datos obtenidos con el VRV Xpress de Daikin v7.7.0 se muestran a continuación:

### 5.1 Lista de materiales

Modelo	Cant.	Descripción
RXYQ18T	1	VRV IV (RXYQ-T)
FXFQ40A	1	VRV FXFQ-A - Cassette round flow
FXMQ125P7	1	VRV FXMQ - Unidad de conducto con alta ESP
FXMQ200MB	1	VRV FXMQ-MB - Unidad de conducto con alta ESP
FXZQ15A	6	VRV FXZQ-A - Cassette 60x60
FXZQ40A	1	VRV FXZQ-A - Cassette 60x60
KHRQ22M20T	7	Kit de tubería Refnet
KHRQ22M64T	2	Kit de tubería Refnet
BRC1E53A	10	Controlador remoto
BYCQ140D	1	Panel decorativo estandar
BYFQ60CW	7	Nuevo panel decorativo (blanco)
BHFQ22P1007	1	Kit de conexión de tubería para 2 módulos de unidad exterior
R410A	6,5kg	Carga de refrigerante adicional
Tuberías 1/4"	24,0m	
Tuberías 3/8"	44,0m	
Tuberías 1/2"	27,5m	
Tuberías 5/8"	42,2m	
Tuberías 3/4"	7,0m	
Tuberías 1 1/8"	8,7m	

Carga de refrigerante estándar de fábrica (5 m de longitud real de tubería), = 12,3kg

Carga de refrigerante adicional =  $5,2m(\phi^{5/8}) \times 0,18 + 24,0m(\phi^{1/4}) \times 0,022 + 44,0m(\phi^{3/8}) \times 0,059 + 3,5m(\phi^{1/2}) \times 0,12 + A + B + C = 6,5kg$

A [ RC 90%, longitud actual 38,7m ] = 2,0kg

B [ 22HP ] = 0,0kg

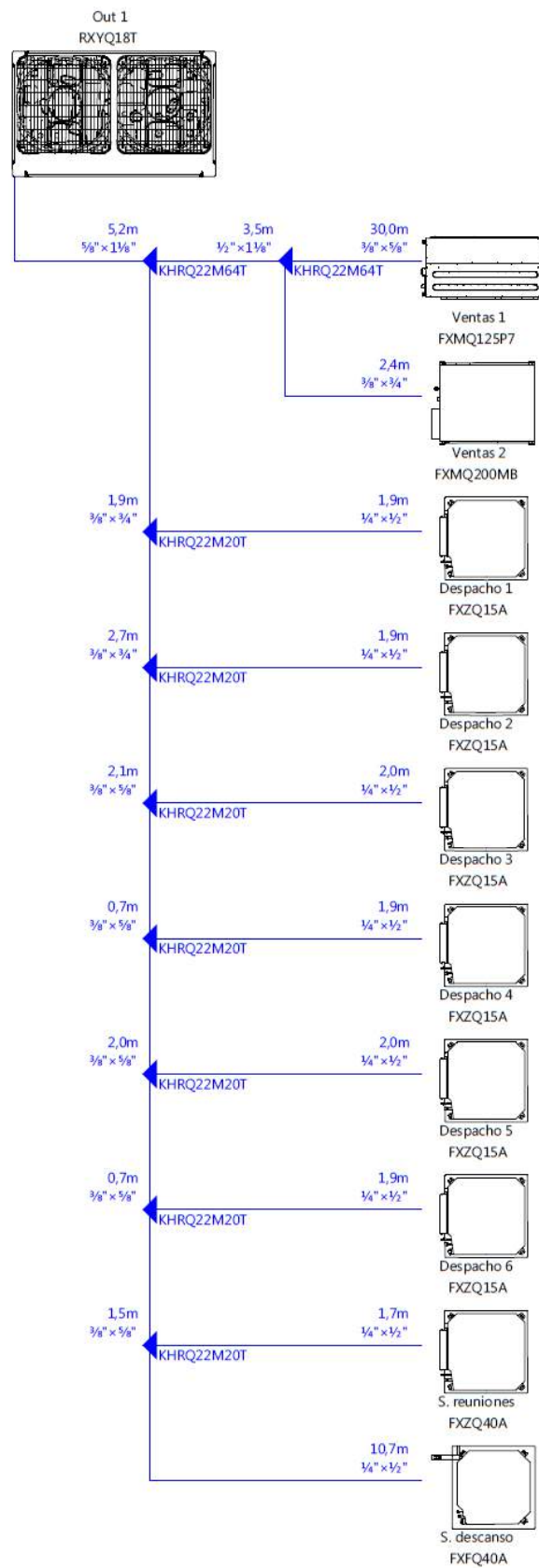
C [ RC < 100% ] = 0,0kg

### 5.2 Detalles unidad interior

Nombre	Nombre lógico del dispositivo, posiblemente precedido por el nombre de la habitación
Sonido	Presión sonora baja y alta
Volt.	Alimentación (voltaje y fases)
MCA	Amperios mínimos del circuito
AxAlxF	AnchoxAltoxFondo
Peso	Peso de la unidad interior
PI-C 50Hz	Consumo eléctrico en refrigeración a 50 Hz
PI-H 50Hz	Consumo eléctrico en calefacción a 50 Hz

Nombre	Sonido	Volt.	MCA	AxAlxF	Peso	PI-C 50Hz	PI-H 50Hz
	dBA		A	mm	kg	kW	kW
D. Financiero	25,5-31,5	230V 1ph	0,3	575×260×575	16	0,043	0,036
D. Comercial	25,5-31,5	230V 1ph	0,3	575×260×575	16	0,043	0,036
D. Diseño	25,5-31,5	230V 1ph	0,3	575×260×575	16	0,043	0,036
D. Producción	25,5-31,5	230V 1ph	0,3	575×260×575	16	0,043	0,036
D. RRHH	25,5-31,5	230V 1ph	0,3	575×260×575	16	0,043	0,036
D. Director	25,5-31,5	230V 1ph	0,3	575×260×575	16	0,043	0,036
Sala de reuniones	28-37	230V 1ph	0,4	575×260×575	16	0,059	0,053
Sala de descanso	28-32	220V 1ph	0,3	840×204×840	20	0,038	0,038
Z. ventas 1	42-45	220V 1ph	3,8	1400×300×700	46	0,241	0,229
Z. ventas 2	45-48	220V 1ph	10,3	1380×470×1100	132	1,3	1,3

### 5.3 Diagrama frigorífico



# 6 CÁLCULO DE CONDUCTOS

Las fórmulas de cálculo que se han utilizado son las expuestas en el manual ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS 1997 editado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. y en el Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 5.01 editado por ATECYR, de las cuales se detallan las más importantes las más importantes:

## 6.1 Pérdidas de presión por fricción:

$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$  y utilizando la ecuación de Blasius  $f = 0,173 \cdot \alpha \cdot Re^{-0,18} \cdot Dh^{-0,04}$  se obtiene la ecuación para el aire húmedo:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14,1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 15,0 °C y 40,0 °C, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1.000,00 m. Y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%.

Siendo:

$\Delta P_f$ :	Pérdidas de presión por fricción en Pa.
f:	Factor de fricción (adimensional).
$\epsilon$ :	Rugosidad absoluta del material en mm.
Dh:	Diámetro hidráulico en m.
v:	Velocidad en m/s.
Re:	Número de Reynolds (adimensional).
L:	Longitud total en m.
$\alpha$ :	Factor que depende del material utilizado (adimensional).

## 6.2 Pérdidas de presión por singularidades:

$$\Delta P_s = Co \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Siendo:

$\Delta P_s$ :	Pérdidas de presión por singularidades en Pa.
Co:	coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).
v:	Velocidad en m/s.
$\rho$ :	Densidad del aire húmedo kg/m <sup>3</sup> .

Los coeficientes Co de pérdida de carga dinámica se tienen tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos.

## 6.3 Pérdidas de presión total, estática y dinámica:

La pérdida de presión total en un sistema se obtiene como la suma de las pérdidas por fricción a lo largo de los conductos, más las pérdidas en las singularidades situadas en el camino más desfavorable, incluyendo en este grupo todas las transformaciones, los filtros, compuertas, plenum, etc. y la boca final.

$$\Delta P_t = \sum \Delta P_f + \sum \Delta P_s$$



Siendo:

- $\Delta P_t$ : Pérdidas de presión totales en Pa.  
 $\Delta P_f$ : Pérdidas de presión por fricción en Pa.  
 $\Delta P_s$ : Pérdidas de presión por singularidades en Pa.

En cualquier punto de la instalación es posible obtener la presión estática como diferencia entre la presión total y la presión dinámica:

$$P_{st} = P_t - \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Siendo:

- $P_{st}$ : Presión estática.  
 $P_t$ : Presión total.  
 $v$ : Velocidad en m/s.  
 $\rho$ : Densidad del aire húmedo kg/m<sup>3</sup>.

## 6.4 Método de dimensionamiento

El circuito de impulsión se ha calculado usando el método de Rozamiento constante. Para el dimensionado del circuito de retorno se ha utilizado el método de Rozamiento constante. Este consiste en calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de este tramo.

## 6.5 Cálculo redes de conducto

### 6.5.1 Subsistema “Máquina de conductos FXMQ200MB”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	ΔPs Pa	ΔPb Pa	ΔPe Pa	ΔPc Pa	ΔPv Pa
Tobera 315 [7]	TB - 315	870,0	870,0	32,2	0,10066	3,1	15,62	68,32	18,39	0,00	122,73
Tobera 315 [6]	TB - 315	870,0	870,0	32,2	0,10066	3,1	16,62	68,32	21,68	0,00	122,73
Tobera 315 [5]	TB - 315	870,0	870,0	32,2	0,10066	3,1	39,55	68,32	0,00	0,00	122,73
Tobera 315 [4]	TB - 315	870,0	870,0	32,2	0,10066	3,1	39,55	68,32	4,12	0,00	122,73

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	ΔPs Pa	ΔPb Pa	ΔPe Pa	ΔPc Pa	ΔPv Pa
Rejillas de retorno 800x300 [10]	800x300	1.740,0	1.740,0	46,4	0,24000	4,1	37,35	9,52	0,00	0,00	63,46
Rejillas de retorno 800x300 [10]	800x300	1.740,0	1.740,0	46,4	0,24000	4,1	37,35	9,52	0,00	0,00	63,46

Q Nom.: Caudal nominal;

Q real: Caudal real;

Nivel s.: Nivel sonoro;

S Ent.: Sección a la entrada;

V Sal.: Velocidad a la salida;

Δ Ps: Pérdida de presión en las transformaciones de conexión;

Δ Pb: Pérdida de presión en la boca;

Δ Pc: Pérdida de presión en el conducto de conexión;

Δ Pe.: Pérdida de presión provocada en la compuerta para el equilibrado del sistema;

Δ Pv: Presión total necesaria desde el ventilador.

Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	ΔPs Pa	ΔPf. Pa	ΔPt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	400x400	0,16000	437	0,50	0,00	3.480,0	6,0	0,00	0,51	0,51	122,22

Conducto [2-3]	400x400	0,16000	437	1,70	3,64	3.480,0	6,0	3,73	1,74	5,48	116,74
Conducto [3-4]	400x400	0,16000	437	1,00	3,64	3.480,0	6,0	3,73	1,02	4,76	111,98
Conducto [4-5]	300x400	0,12000	377	3,60	-0,27	2.610,0	6,0	-0,33	4,45	4,12	107,86
Conducto [5-6]	300x400	0,12000	377	3,60	-1,49	1.740,0	4,0	-0,88	2,13	1,25	106,61
Conducto [6-7]	150x400	0,06000	260	3,60	0,57	870,0	4,0	0,59	3,70	4,28	102,33

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt. Pa	Pt. final Pa
Conducto [8-9]	400x400	0,16000	437	0,50	0,00	3.480,0	6,0	0,00	0,51	0,51	62,95
Conducto [9-10]	400x400	0,16000	437	8,40	7,29	3.480,0	6,0	7,47	8,61	16,08	46,87

Ø eqv.: Diámetro del conducto circular equivalente;  
 Long.: Longitud de conducto recto;  
 Leqv.: Longitud equivalente de conducto recto debida a las transformaciones y codos;  
 Δ Ps.: Pérdida de presión en los accesorios y singularidades;  
 Δ Pf.: Pérdida de presión por fricción;  
 Δ P: Pérdida de presión total en el conducto;  
 Pt. final: Presión total al final del conducto.

## 6.5.2 Subsistema “Máquina de conductos FXMQ125P7”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps. Pa	□Pb. Pa	□Pe. Pa	□Pc. Pa	□Pv. Pa
Tobera 315 [6]	TB - 315	780,0	780,0	28,9	0,10066	2,8	12,56	54,91	11,22	0,00	96,87
Tobera 315 [5]	TB - 315	780,0	780,0	28,9	0,10066	2,8	24,79	54,91	2,85	0,00	96,87
Tobera 315 [4]	TB - 315	780,0	780,0	28,9	0,10066	2,8	31,79	54,91	0,00	0,00	96,87

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps. Pa	□Pb. Pa	□Pe. Pa	□Pc. Pa	□Pv. Pa
Rejilla de retorno 600X250 [9]	600x250	1.170,0	1.170,0	46,8	0,15000	4,5	37,08	11,62	0,00	0,00	63,75
Rejilla de retorno 600X250 [9]	600x250	1.170,0	1.170,0	46,8	0,15000	4,5	37,08	11,62	0,00	0,00	63,75

Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt. Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	400x300	0,12000	377	0,50	0,00	2.340,0	5,4	0,00	0,51	0,51	96,36

Conducto [2-3]	400x300	0,12000	377	1,30	3,36	2.340,0	5,4	3,41	1,32	4,73	91,63
Conducto [3-4]	400x300	0,12000	377	1,50	3,36	2.340,0	5,4	3,41	1,52	4,93	86,70
Conducto [4-5]	300x300	0,09000	328	4,50	-0,19	1.560,0	4,8	-0,18	4,33	4,15	82,55
Conducto [5-6]	200x300	0,06000	266	4,50	0,65	780,0	3,6	0,49	3,37	3,86	78,69

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt. Pa	Pt. final Pa
Conducto [7-8]	400x300	0,12000	377	0,70	0,00	2.340,0	5,4	0,00	0,71	0,71	63,04
Conducto [8-9]	400x300	0,12000	377	8,00	6,14	2.340,0	5,4	6,22	8,11	14,34	48,71

### 6.5.3 Subsistema “Impulsión recuperador de calor zona comercial”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps. Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Difusor regulable [6]	44-SF-TR 200	480,0	480,0	33,7	0,03110	4,0	35,40	17,02	0,00	0,00	85,38
Difusor regulable [5]	44-SF-TR 200	480,0	480,0	33,7	0,03110	4,0	19,75	17,02	29,52	0,00	85,38
Difusor regulable [4]	44-SF-TR 200	480,0	480,0	33,7	0,03110	4,0	41,91	17,02	10,71	0,00	85,38

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps. Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
TAE 1000X300 [7]	25-H 1000x300	1.440,0	1.440,0	50,8	0,30000	3,0	23,67	13,45	0,00	0,00	42,17

Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt. Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	250x250	0,06250	273	1,00	0,00	1.440,0	6,4	0,00	2,02	2,02	83,36
Conducto [2-3]	250x250	0,06250	273	1,50	2,15	1.440,0	6,4	4,33	3,03	7,36	75,99
Conducto [3-4]	250x250	0,06250	273	1,00	2,15	1.440,0	6,4	4,33	2,02	6,35	69,64
Conducto [4-5]	250x250	0,06250	273	4,50	-1,02	960,0	4,3	-0,99	4,34	3,36	66,28
Conducto [5-6]	100x250	0,02500	168	4,50	0,33	480,0	5,3	0,96	12,91	13,87	52,42

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-7]	250x250	0,06250	273	2,50	0,00	1.440,0	6,4	0,00	5,05	5,05	37,12

### 6.5.4 Subsistema “Retorno recuperador de calor zona comercial”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
TAE 1000X300 [6]	25-H 1000x300	1.440,0	1.440,0	50,8	0,30000	3,0	4,82	13,45	0,00	0,00	23,32

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Rejilla de retorno 600x300 [5]	600x300	1.440,0	1.440,0	47,3	0,18000	4,3	39,44	11,42	0,00	0,00	102,32

Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-6]	250x250	0,06250	273	2,50	0,00	1.440,0	6,4	0,00	5,05	5,05	18,28

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	250x250	0,06250	273	1,00	0,00	1.440,0	6,4	0,00	2,02	2,02	100,30
Conducto [2-3]	250x250	0,06250	273	3,00	2,15	1.440,0	6,4	4,33	6,06	10,39	89,91
Conducto [3-4]	250x250	0,06250	273	3,00	2,15	1.440,0	6,4	4,33	6,06	10,39	79,52
Conducto [4-5]	250x250	0,06250	273	9,90	4,29	1.440,0	6,4	8,66	19,99	28,66	50,86

### 6.5.5 Subsistema “Impulsión recuperador de calor zona de oficinas”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Rejilla de impulsión 200x100 [6]	20SH 200 x 100	45,0	45,0	5,9	0,02000	1,0	0,22	0,51	13,09	0,00	43,23

Rejilla de impulsión 200x100 [8]	20SH 200 x 100	45,0	45,0	5,9	0,02000	1,0	0,22	0,51	11,38	0,00	43,23
Rejilla de impulsión 200x100 [10]	20SH 200 x 100	45,0	45,0	5,9	0,02000	1,0	0,22	0,51	11,84	0,00	43,23
Rejilla de impulsión 200x100 [12]	20SH 200 x 100	45,0	45,0	5,9	0,02000	1,0	0,22	0,51	10,39	0,00	43,23
Rejilla de impulsión 300x150 [15]	20SH 300 x 150	450,0	449,9	30,6	0,04500	4,5	2,15	10,08	0,00	0,44	43,21
Rejilla de impulsión 300x150 [17]	20SH 300 x 150	450,0	450,1	30,6	0,04500	4,5	0,31	10,09	4,45	0,00	43,23
Rejilla de impulsión 200x100 [18]	20SH 200 x 100	45,0	45,0	5,9	0,02000	1,0	0,22	0,51	15,62	0,00	43,23
Rejilla de impulsión 200x100 [19]	20SH 200 x 100	45,0	45,0	5,9	0,02000	1,0	0,22	0,51	18,38	0,00	43,23

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
TAE 1000X300 [18]	25-H 1000x300	1.170,0	1.170,0	41,3	0,30000	2,4	36,62	8,88	0,00	0,00	50,30

#### Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	250x250	0,06250	273	1,20	0,00	1.170,0	5,2	0,00	1,66	1,66	41,57
Conducto [2-3]	250x250	0,06250	273	2,00	2,11	1.170,0	5,2	2,92	2,77	5,68	35,88
Conducto [3-4]	250x250	0,06250	273	3,00	0,10	1.125,0	5,0	0,13	3,87	3,99	31,89
Conducto [4-5]	250x250	0,06250	273	3,00	0,10	1.080,0	4,8	0,12	3,59	3,71	28,18
Conducto [5-6]	ø 102	0,00817	102	0,60	16,47	45,0	1,5	13,87	0,51	14,37	13,81
Conducto [5-7]	250x250	0,06250	273	2,00	0,10	1.035,0	4,6	0,12	2,21	2,33	25,85
Conducto [7-8]	ø 102	0,00817	102	1,20	15,12	45,0	1,5	12,74	1,01	13,75	12,11
Conducto [7-9]	250x250	0,06250	273	1,00	0,11	990,0	4,4	0,11	1,02	1,13	24,72
Conducto [9-10]	ø 102	0,00817	102	0,60	13,84	45,0	1,5	11,65	0,51	12,16	12,57
Conducto [9-11]	250x250	0,06250	273	2,00	0,11	945,0	4,2	0,11	1,88	1,98	22,74

Conducto [11-12]	ø 102	0,00817	102	1,20	12,61	45,0	1,5	10,62	1,01	11,63	11,11
Conducto [11-13]	250x250	0,06250	273	0,75	0,12	900,0	4,0	0,10	0,64	0,74	22,00
Conducto [13-14]	150x250	0,03750	210	2,57	3,19	449,9	3,3	2,79	2,25	5,04	16,96
Conducto [14-15]	150x250	0,03750	210	0,83	0,00	449,9	3,3	0,00	0,73	4,28	12,68
Conducto [13-16]	150x250	0,03750	210	0,50	3,19	450,1	3,3	2,79	0,44	3,23	18,77
Conducto [16-17]	150x250	0,03750	210	0,50	0,00	450,1	3,3	0,00	0,44	3,92	14,85
Conducto [4-18]	ø 102	0,00817	102	0,60	17,87	45,0	1,5	15,05	0,51	15,55	16,34
Conducto [3-19]	ø 102	0,00817	102	0,60	19,33	45,0	1,5	16,27	0,51	16,78	19,10

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-18]	200x250	0,05000	244	2,00	0,00	1.170,0	6,5	0,00	4,80	4,80	45,50

### 6.5.6 Subsistema “Retorno recuperador de calor zona de oficinas”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
TAE 1000X300 [18]	25-H 1000x300	1.170,0	1.170,0	41,3	0,30000	2,4	5,34	8,88	0,00	0,00	19,02

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Rejilla de retorno 200x100 [7]	200x100	45,0	45,0	13,5	0,02000	1,6	5,40	2,58	52,78	0,00	97,53
Rejilla de retorno 200x100 [9]	200x100	45,0	45,0	13,5	0,02000	1,6	2,25	2,58	53,85	0,00	97,53
Rejilla de retorno 200x100 [11]	200x100	45,0	45,0	13,5	0,02000	1,6	2,25	2,58	48,06	0,00	97,53
Rejilla de retorno 200x100 [13]	200x100	45,0	45,0	13,5	0,02000	1,6	2,25	2,58	44,69	0,00	97,53

Rejilla de retorno 450x200 [17]	450x200	450,0	450,0	33,0	0,09000	3,1	3,76	8,06	0,57	0,09	97,52
Rejilla de retorno 450x200 [19]	25-H 450x200	450,0	450,0	53,3	0,09000	3,8	3,76	25,00	0,00	0,09	97,52
Rejilla de retorno 200x100 [20]	200x100	45,0	45,0	13,5	0,02000	1,6	2,25	2,58	39,67	0,00	97,53
Rejilla de retorno 200x100 [21]	200x100	45,0	45,0	13,5	0,02000	1,6	2,25	2,58	65,22	0,00	97,53

#### Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-18]	200x250	0,05000	244	2,00	0,00	1.170,0	6,5	0,00	4,80	4,80	14,22

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	250x250	0,06250	273	0,35	0,00	1.170,0	5,2	0,00	0,48	0,48	97,05
Conducto [3-4]	250x250	0,06250	273	1,25	0,00	1.170,0	5,2	0,00	1,73	30,43	66,62
Conducto [4-5]	250x250	0,06250	273	3,50	2,11	1.170,0	5,2	2,92	4,84	7,76	58,86
Conducto [5-6]	250x250	0,06250	273	3,00	2,02	1.125,0	5,0	2,60	3,87	6,47	52,39
Conducto [6-7]	ø 102	0,00817	102	1,20	-4,64	45,0	4,3	-11,28	2,92	-8,37	60,76
Conducto [6-8]	250x250	0,06250	273	1,00	2,01	1.080,0	4,8	2,41	1,20	3,60	48,79
Conducto [8-9]	ø 102	0,00817	102	1,20	-12,35	45,0	1,5	-10,40	0,51	-9,89	58,68
Conducto [8-10]	250x250	0,06250	273	2,00	2,00	1.035,0	4,6	2,22	2,21	4,43	44,36
Conducto [10-11]	ø 102	0,00817	102	1,20	-11,34	45,0	1,5	-9,55	1,01	-8,54	52,90
Conducto [10-12]	250x250	0,06250	273	1,00	2,00	990,0	4,4	2,04	1,02	3,06	41,30
Conducto [12-13]	ø 102	0,00817	102	0,60	-10,38	45,0	1,5	-8,74	0,51	-8,23	49,53
Conducto [12-14]	250x250	0,06250	273	2,00	1,99	945,0	4,2	1,86	1,88	3,74	37,56



Conducto [14-15]	250x250	0,06250	273	0,75	1,98	900,0	4,0	1,70	0,64	2,34	35,22
Conducto [15-16]	150x250	0,03750	210	8,92	3,88	450,0	3,3	3,40	7,81	11,20	24,01
Conducto [16-17]	150x250	0,03750	210	7,48	1,70	450,0	3,3	1,49	6,54	11,51	12,50
Conducto [15-18]	150x250	0,03750	210	0,42	2,18	450,0	3,3	1,91	0,37	2,27	32,94
Conducto [18-19]	150x250	0,03750	210	0,68	0,00	450,0	3,3	0,00	0,59	4,07	28,87
Conducto [14-20]	ø 102	0,00817	102	1,20	-9,46	45,0	1,5	-7,96	1,01	-6,95	44,51
Conducto [5-21]	ø 102	0,00817	102	1,20	-14,50	45,0	1,5	-12,21	1,01	-11,20	70,06

### 6.5.7 Subsistema “Extracción aseos”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Rejilla exterior circular D125 [2]	TAC-125	54,0	54,0	9,4	0,01327	0,7	0,22	5,36	0,00	0,00	12,61

Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt. Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	ø 102	0,00817	102	6,00	0,00	54,0	1,8	0,00	7,04	7,04	5,58

### 6.5.8 Subsistema “Extracción de vestuarios”

Detalle del cálculo de las unidades terminales:

IMPULSIÓN Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Rejilla exterior circular D160 [7]	TAC-160	108,0	108,0	15,5	0,02138	0,9	3,07	12,82	0,00	0,41	24,59

RETORNO Referencia	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Q Nom. m³/h	Q real m³/h	Nivel s. dBA	S Ent. m²	V Sal. m/s	□Ps Pa	□Pb Pa	□Pe Pa	□Pc Pa	□Pv Pa
Boca de extracción D100 [4]	GPD-100	36,0	36,0	8,1	0,00866	0,7	2,14	5,86	0,00	0,17	32,80

Boca de extracción D100 [5]	GPD-100	36,0	36,0	8,1	0,00866	0,7	2,14	5,86	0,00	0,17	32,80
Boca de extracción D100 [6]	GPD-100	36,0	36,0	8,1	0,00866	0,7	2,14	5,86	12,32	0,17	32,80

Detalle del cálculo de conductos:

IMPULSIÓN Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Ø eqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-7]	ø 102	0,00817	102	2,00	0,00	108,0	3,7	0,00	8,28	8,28	16,31

RETORNO Tramo	Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)	Área m²	Deqv. mm	Long m	Leqv. m	Caudal m³/h	Velc. m/s	□Ps. Pa	□Pf. Pa	□Pt Pa	Pt. final Pa
Conducto [1-2]	ø 102	0,00817	102	2,30	0,00	108,0	3,7	0,00	9,53	9,53	23,27
Conducto [2-3]	ø 82	0,00528	82	0,90	0,73	72,0	3,8	4,15	5,15	9,30	13,97
Conducto [3-4]	ø 82	0,00528	82	0,60	2,98	36,0	1,9	4,83	0,97	5,81	8,17
Conducto [3-5]	ø 82	0,00528	82	0,60	2,98	36,0	1,9	4,83	0,97	5,81	8,17
Conducto [2-6]	ø 82	0,00528	82	0,25	1,47	36,0	1,9	2,38	0,40	2,79	20,49

## 7 CÁLCULO DE LA RED DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

A continuación se pasa a comentar el procedimiento empleado para el cálculo de la red de conducto de extracción localizada. El método de cálculo que se ha empleado es el denominado equilibrado dinámico. Este se basa en determinar la pérdida de carga en cada uno de los conductos de la instalación desde los más alejados del ventilador hasta los más cercanos. En cada unión hay que verificar que la pérdida de carga por cada lado es similar. En caso contrario, hay que modificar el caudal o la sección de uno de los conductos que confluyen para conseguir el equilibrio.

El procedimiento empleado es el siguiente:

1. Determinar el caudal de aire a transportar obtenido a partir de la velocidad de captación,  $v_{cap}$  y del área de la toma de aspiración  $D$ .

$$Q = v_{cap} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$

En el caso de que dos conductos se junten el caudal del nuevo conducto se determina como la suma de caudales de los conductos por separados.

2. Escoger un diámetro de conducto normalizado. En el caso de que dicho diámetro no exista escoger uno menor para garantizar que la velocidad de transporte es superior a la mínima.
3. Determinar la nueva velocidad existente en el conducto,  $v_{real}$ .
4. Determinar la presión dinámica  $P_d$  en mmdca como:

$$P_d = \rho \cdot \frac{v_{real}^2}{2 \cdot 9,8}$$

Siendo  $\rho$  la densidad del aire de  $1,2 \text{ kg/m}^3$  medida a  $20^\circ\text{C}$  y 1 atm.

5. Determinar las pérdidas de carga en conductos de sección circular,  $PC$  que viene dada por la expresión:

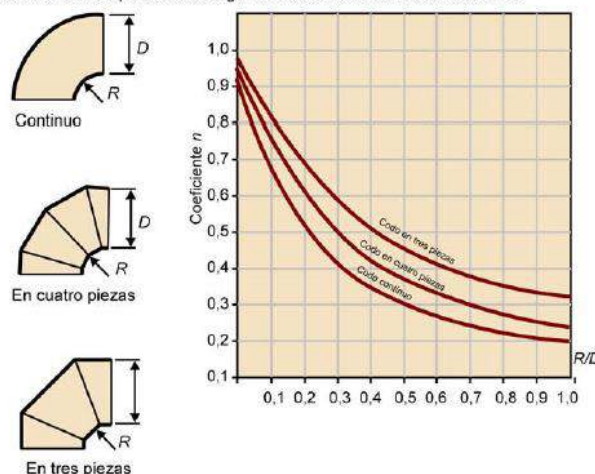
$$PC = \frac{27,8}{Q^{0,079} \cdot D^{1,066}} \cdot L \cdot P_d$$

6. Determinar las pérdidas localizadas en punto singulares,  $PC_{local}$  como uniones, codos o reducciones en función del factor correctivo a aplicar,  $n$  y según las figuras que se muestran a continuación.

$$PC_{local} = n \cdot P_d$$

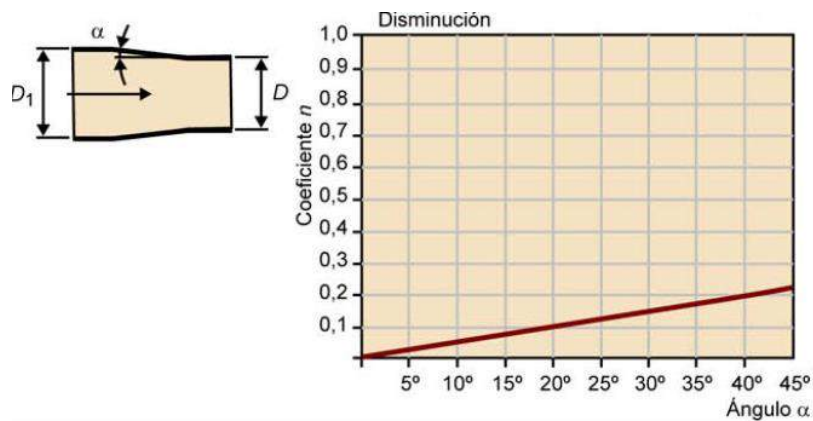
a. Codos en ángulo recto sección circular

Coefficientes  $n$  de pérdida de carga referidos a la velocidad del aire en  $D$

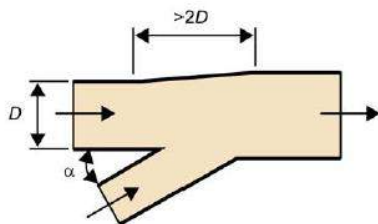


Factores correctivos para multiplicar los coeficientes de la figura 3 para el caso de ángulos diferentes de  $90^\circ$

Ángulo	Factor correctivo
0	0
10°	0,20
20°	0,38
30°	0,50
40°	0,62
50°	0,73
60°	0,81
70°	0,89
80°	0,95
90°	1
100°	1,04
110°	1,09
120°	1,12



c. Factor de pérdida de carga en uniones.  
 Toda la pérdida de carga se considera que se produce en la rama lateral.



Ángulo $\alpha$	Coefficiente $n$
10°	0,06
15°	0,09
20°	0,12
25°	0,15
30°	0,18
35°	0,21
40°	0,25
45°	0,28
50°	0,32
60°	0,44
90°	1,00

- La pérdida de carga por corrección de la velocidad,  $PE_{\text{corregido}}$  es necesaria hallarla en función de si la presión dinámica en el conducto después de una unión,  $PD_3$  es mayor o menor a la presión dinámica media antes de la unión,  $PD_{\text{media}}$  calculada como:

$$PD_{\text{media}} = \left[ \frac{Q_1 + Q_2}{4,043 \cdot (A_1 + A_2)} \right]^2$$

De donde  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $A_1$  y  $A_2$  son los caudales y secciones de cada uno de los conductos que se juntan en la unión.

Ahora bien si  $PD_3$  es menor que  $PD_{\text{media}}$  se produce una desaceleración y no es preciso realizar correcciones. En caso contrario se produce una aceleración y la diferencia entre  $PD_3$  y  $PD_{\text{media}}$  es la pérdida de presión estática necesaria para compensar el aumento de energía cinética para pasar de  $PD_{\text{media}}$  a  $PD_3$ . El valor corregido,  $PE_{\text{corregido}}$  se calcula como la diferencia entre ambas.

- Sumar las pérdidas de carga  $PC$  para obtener la presión estática en el tramo que se está estudiando.
- La presión estática necesaria del ventilador,  $PEV$  se determina como:

$$PEV = PE_{\text{salida}} - PE_{\text{entrada}} - PD_{\text{entrada}}$$

Donde  $PE_{\text{salida}}$  es la presión estática a la salida del ventilador,  $PE_{\text{entrada}}$  es la presión estática a la entrada del ventilador y  $PD_{\text{entrada}}$  es la presión dinámica a la entrada del ventilador.

Sobre lo calculado cabría realizar una comprobación:

- Cuando la relación entre la presión estática más baja y la más alta está comprendida entre 1 y 1,05 la situación se considera equilibrada.
- Cuando la relación se encuentra entre 1,05 y 1,25 se incrementa el caudal en la rama que presenta menor pérdida de carga según la expresión.

$$Q_{\text{corregido}} = Q \cdot \sqrt{\frac{PE_{\text{controlante}}}{PE_{\text{acumulada}}}}$$

- Cuando la relación entre la presión más baja en valor absoluto y la más alta sea superior a 1,25 se ha de

rediseñar el conducto con la presión estática más baja.

En las tablas que se muestran a continuación se recogen los cálculos para cada tramo.

La solución obtenida es una presión estática necesaria del ventilador de 2,39 kPa y un caudal total de 14170,33 m<sup>3</sup>/h. Por lo que se ha elegido un ventilador NCF DX 160/25 adecuado para zonas ATEX 21 y para apto para la aspiración de polvo y viruta de madera.

	ZONA 4					ZONA 3		
Tramo del conducto	1-A	2-AB	BC	3-CD	DE	4-F	6-FG	GE
Máquina	1	2		3		4	5	
Longitud del conducto (m)	7,50	4	5	4	9,5	8	4	4
Caudal (m3/s)	0,27	0,27	0,56	0,57	1,15	0,47	0,47	0,97
Velocidad mínima (m/s)	15	15	18	15	18	15	15	18
D conducto (mm)	150,00	150,00	198,28	220,00	284,85	200,00	200,00	262,43
Dnormalizado (mm)	150	150	180	160	250	200	200	200
Sección conducto (m2)	0,02	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	0,03
Vreal (m/s)	15,00	15,00	21,84	28,36	23,37	15,00	15,00	30,99
Presión dinámica (mmcda)	13,78	13,78	29,21	49,24	33,43	13,78	13,78	58,80
Pérdidas en PD	1,11	0,59	0,57	0,52	0,73	0,83	0,42	0,39
Nº de codos de 90º	1,00	1		1	1	1	1	1
Pérdida en codos en PD	0,30	0,3		0,3	0,3	0,3	0,3	0,204
Nº uniones		1		1			1	1
Pérdida en uniones en PD		0,28		0,28			0,28	0,28
PE corregido			14,08		10,11			44,11
PE en reducciones								
Pérdidas en tramo en PD	1,41	1,17	0,57	1,10	1,03	1,13	1,00	0,88
Pérdida de PE en tramo (mmcda)	19,41	16,14	30,85	54,15	44,41	15,59	13,72	95,67
PE acumulada (mmcda)	-19,41	-16,14	-50,26	-54,15	-98,56	-15,59	-13,72	-111,26
PE controlante (mmcda)		-19,41	-54,15		-111,26		-15,59	
Relación Pcontrolante/acumulada		1,20	1,08		1,13		1,14	
Caudal corregido (m3/s)		0,29	0,58		1,22		0,50	
PDmedia (mmcda)		15,13	23,33		40,90		14,69	

	UNIÓN ZONAS 3-4	ZONA 2						
Tramo del conducto	EH	6-I	7-II	JK	8-KL	LM	9-MN	NH
Máquina		6	7		8		9	
Longitud del conducto (m)	4,5	5	4	3	4	2	4	4
Caudal (m3/s)	2,19	0,23	0,12	0,36	0,12	0,50	0,23	0,77
Velocidad mínima (m/s)	22	15	15	18	15	18	15	18
D conducto (mm)	356,21	140,00	100,00	159,8 6	100,0 0	187,1 4	140,0 0	233,80
Dnormalizado (mm)	350	125	100	140	80	180	100	225
Sección conducto (m2)	0,10	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,04
Vreal (m/s)	22,79	18,82	15,00	23,47	23,44	19,46	29,40	19,43
Presión dinámica (mmcda)	31,79	21,68	13,78	33,72	33,63	23,17	52,92	23,12
Pérdidas en PD	0,23	0,91	0,97	0,47	1,23	0,23	0,92	0,35
Nº de codos de 90º		1	1		1		1	1
Pérdida en codos en PD		0,3	0,3		0,3		0,3	0,204
Nº uniones			1		1		1	1
Pérdida en uniones en PD			0,28		0,28		0,28	0,28
PE corregido				14,01				
PE en reducciones								
Pérdidas en tramo en PD	0,23	1,21	1,55	0,47	1,81	0,23	1,50	0,84
Pérdida de PE en tramo (mmcda)	7,26	26,18	21,37	29,72	60,96	5,37	79,45	19,35
PE acumulada (mmcda)	-118,52	-26,18	-21,37	-55,90	-60,96	-66,33	-79,45	-98,80
PE controlante (mmcda)			-26,18	-60,96		-79,45		- 118,52
Relación Pcontrolante/acumulada			1,22	1,09		1,20		1,20
Caudal corregido (m3/s)			0,13	0,38		0,54		0,85
PDmedia (mmcda)			19,72	27,74		28,67		31,31

	UNIÓN ZONAS 2-3	ZONA 1					UNIÓN ZONAS 2-1	SALIDA VENT.
Tramo del conducto	HP	10-Q	11-QR	SR	12-ST	TP		
Máquina		10	11		12			
Longitud del conducto (m)	28	6	4	2	4	10,5	13	7
Caudal (m3/s)	3,04	0,23	0,23	0,46	0,38	0,87	3,94	3,94
Velocidad mínima (m/s)	22	15	15	18	15	18	22	22
D conducto (mm)	419,36	140,0 0	140,00	180,74	180,00	248,44	477,29	477,29
Dnormalizado (mm)	400	140	140	180	160	180	450	450
Sección conducto (m2)	0,13	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,16	0,16
Vreal (m/s)	24,18	15,00	15,00	18,15	18,98	34,29	24,75	24,75
Presión dinámica (mmcda)	35,80	13,78	13,78	20,16	22,07	71,99	37,50	37,50
Pérdidas en PD	1,20	0,97	0,64	0,23	0,54	1,16	0,48	0,26
Nº de codos de 90º	1	1	1		1	1		1
Pérdida en codos en PD	0,504	0,3	0,3		0,3	0,3		0,3
Nº uniones	1		1		1			
Pérdida en uniones en PD	0,28		0,28		0,28			
PE corregido	4,49			6,40		49,54		
PE en reducciones							3,75	44,25
Pérdidas en tramo en PD	1,98	1,27	1,22	0,23	1,12	1,46	0,48	0,56
Pérdida de PE en tramo (mmcda)	75,53	17,43	16,86	11,10	24,64	154,90	21,81	65,23
PE acumulada (mmcda)	-194,04	-17,43	-16,86	-28,53	-24,64	-183,43	-215,85	
PE controlante (mmcda)			-17,43		-28,53	-194,04	-215,85	
Relación Pcontrolante/acumulada			1,03		1,16	1,06		
Caudal corregido (m3/s)					0,41	0,90		
PDmedia (mmcda)			13,76		22,45	48,24		



## 8 CÁLCULO DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO

Datos de la instalación:

- Presión máxima de trabajo: 7,00 bar
- Fluctuación de presión en el compresor: 2.00 %
- Temperatura del aire: 21,0 °C
- Pérdida de presión unitaria máxima 15 mbar/m.
- Velocidad máxima en las tuberías principales de 8 m/s.
- Velocidad máxima en las tuberías de servicio de 9 m/s.
- Velocidad máxima en las mangueras de 15 m/s.
- Diámetro nominal mínimo de las tuberías de servicio 18 mm.

### 8.1 Cálculo de la red de tuberías

El caudal máximo previsible de la instalación, se ha obtenido por medio del coeficiente de utilización de las herramientas.

Se suman los productos de los consumos específicos y el coeficiente de utilización de todas las herramientas de la instalación.

$$Q_{rt} = \sum Q_e \cdot C_u$$

$C_u$  = Coeficiente de utilización de la herramienta.  
 $Q_e$  = Consumo específico de la herramienta.  
 $Q_{rt}$  = Caudal requerido teórico.

Obtenemos el diámetro interior de un tramo de conducción, en el cual conocemos la presión, el caudal y fijando una velocidad límite para la circulación del aire. De este modo, aplicamos la siguiente expresión:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\left( \frac{Q}{60} \cdot \frac{10^6}{V \cdot \pi} \cdot \frac{1}{P} \right)}$$

$D$  = Diámetro interior de la tubería en mm.  
 $Q$  = Caudal de aire circulante por la tubería en m<sup>3</sup>/min  
 $V$  = Velocidad máxima del aire en la tubería en m/s.  
 $P$  = Presión del aire en la tubería (bar)

Una vez que tenemos un valor para el diámetro interior ( $D_{int}$ ), se busca en la base de datos para esa serie de tubos y se elige el tamaño inmediato superior.

Para obtener la velocidad real del aire por un tramo de tubería, se emplea el diámetro obtenido en el apartado anterior, el cual será superior o en el peor de los casos igual al valor calculado, de modo que conseguimos asegurar que la velocidad máxima se respete. Estos valores sustituidos en la ecuación siguiente, nos aportará el valor real de la velocidad del aire circulante por la tubería:

$$V = \frac{Q}{60} \cdot \frac{10^6}{\left(\frac{1}{2} \cdot D\right)^2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{P}$$

D = Diámetro interior de la tubería en mm.  
 Q = Caudal de aire circulante por la tubería en m³/min  
 V = Velocidad máxima del aire en la tubería en m/sg.  
 P = Presión del aire en la tubería (bar)

Obtenemos la pérdida de carga unitaria en un tramo de tubería, empleamos la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \frac{\beta}{R \cdot T} \cdot \frac{V^2}{D} \cdot p$$

$\Delta P$  = Caída de presión en bar  
 R = Constante del gas  
 T = Temperatura absoluta (T(°C) + 273,15)  
 D = Diámetro interior del tramo (mm)  
 P = Presión del aire de la tubería (bar)

La pérdida total de carga que se produce en el tramo vendrá determinada por la siguiente ecuación:

$$\Delta P_T = \Delta P_U \cdot (L + L_{eq})$$

Donde:

$\Delta P_T$  = Pérdida de carga total en el tramo, en m.c.a.  
 $\Delta P_U$  = Pérdida de carga unitaria, en m.c.a./m  
 L = Longitud del tramo, en metros  
 $L_{eq}$  = Longitud equivalente de los accesorios del tramo, en metros.

Para determinar la longitud equivalente en accesorios, simplificaremos añadiendo al tramo de tubería una longitud adicional que será proporcional a la longitud de ésta.

## 8.2 Cálculo del compresor

La capacidad del compresor se calculará teniendo en cuenta, que estos han de aportar un caudal suficiente y constante para alimentar a todos los receptores de la instalación en todo momento. Para ello se suma el caudal de todos los receptores, teniendo en cuenta en la suma el coeficiente individual de utilización del mismo.

$$Q_{COMP} = Q_1 \times C_1 + Q_2 \times C_2 + \dots + Q_N \times C_N$$

## 8.3 Cálculo del depósito

El cálculo se realizará como:

$$V_B = \frac{0,25 \cdot Q}{z \cdot (p_1 - p_2)} \cdot 10^3$$

De donde:

$p_1, p_2$ : presiones máxima y mínima del tanque, en bar

Q: caudal suministrado en m³/h

z: conexiones/ desconexiones por hora del compresor

V<sub>B</sub>: volumen del tanque, en l.

#### 8.4 Listado de resultados de tuberías

Referencia	DNom	DInt(mm)	L (m)	Lc (m)	Q <sub>max</sub> (m³/h)	Kv	V (m/s)	JE <sub>lm</sub> (mbar)	JA <sub>cum</sub> (mbar)
Tubería-031	ø28	26,40	3,00	3,60	92,40	0,88	5,90	6,1703	48,8523
Tubería-035	ø15	13,80	0,20	0,24	9,00	1,00	2,10	0,1413	58,9071
Tubería-036	ø15	13,80	5,50	6,60	9,00	1,00	2,10	3,8844	55,0227
Tubería-038	ø18	16,60	0,20	0,24	39,00	1,00	6,33	0,8520	94,8570
Tubería-039	ø18	16,60	5,50	6,60	39,00	1,00	6,31	23,3609	71,4961
Tubería-040	ø28	26,40	10,00	12,00	92,40	1,62	5,91	20,6266	71,4961
Tubería-041	ø15	13,80	0,20	0,24	21,00	1,00	4,94	0,6832	110,8665
Tubería-042	ø15	13,80	5,50	6,60	21,00	1,00	4,93	18,7439	92,1227
Tubería-043	ø28	26,40	5,00	6,00	92,40	2,57	5,93	10,3402	92,1227
Tubería-044	ø15	13,80	5,50	6,60	9,00	1,00	2,12	3,9078	102,4629
Tubería-045	ø15	13,80	0,20	0,24	9,00	1,00	2,12	0,1422	106,3706
Tubería-046	ø28	26,40	3,00	3,60	92,40	3,42	5,94	6,2122	102,4629
Tubería-048	ø28	26,40	2,00	2,40	92,40	3,42	5,96	4,1557	129,3988
Tubería-049	ø28	26,40	8,50	10,20	92,40	5,13	5,96	17,6709	133,5545
Tubería-050	ø15	13,80	0,20	0,24	9,00	1,00	2,13	0,1427	137,4777
Tubería-051	ø15	13,80	5,50	6,60	9,00	1,00	2,12	3,9232	133,5545
Tubería-052	ø15	13,80	0,20	0,24	9,00	1,00	2,13	0,1431	155,1574
Tubería-053	ø15	13,80	5,50	6,60	9,00	1,00	2,13	3,9320	151,2254
Tubería-054	ø28	26,40	9,50	11,40	92,40	10,27	5,97	19,7943	151,2254
Tubería-055	ø28	26,40	4,00	4,80	92,40	10,27	5,99	8,3555	171,0197
Tubería-056	ø15	13,80	5,50	6,60	9,00	1,00	2,14	3,9462	179,3752
Tubería-057	ø15	13,80	0,20	0,24	9,00	1,00	2,14	0,1436	183,3214
Tubería-058	ø28	26,40	1,20	1,44	92,40	0,73	5,86	2,4544	4,3959
Tubería-059	ø28	26,40	6,00	7,20	92,40	0,96	5,90	12,3503	55,0227
Tubería-060	ø28	26,40	2,00	2,40	92,40	0,96	5,91	4,1232	67,3729
Tubería-061	ø28	26,40	0,20	0,24	92,40	0,73	5,87	0,4097	16,2711
Tubería-062	ø28	26,40	0,67	0,80	92,40	0,73	5,87	1,3722	14,8289
Tubería-063	ø28	26,40	2,70	3,24	92,40	0,73	5,88	5,5403	30,1703
Tubería-064	ø28	26,40	10,00	12,00	92,40	3,42	5,94	20,7237	108,6751
Tubería-1	ø28	26,40	0,50	0,60	92,40	0,73	5,86	1,0221	0,0000

Tubería-10	ø28	26,40	0,10	0,12	92,40	0,73	5,87	0,2046	6,8503
Tubería-11	ø28	26,40	0,20	0,24	92,40	0,73	5,87	0,4092	7,0549
Tubería-12	ø28	26,40	0,34	0,40	92,40	0,73	5,87	0,6895	7,4641
Tubería-13	ø28	26,40	0,10	0,12	92,40	0,73	5,87	0,2047	8,1536
Tubería-14	ø28	26,40	0,10	0,12	92,40	0,73	5,87	0,2046	8,3583
Tubería-15	ø28	26,40	0,20	0,24	92,40	0,73	5,87	0,4097	8,5630
Tubería-16	ø28	26,40	0,31	0,38	92,40	0,73	5,87	0,6406	8,9726
Tubería-17	ø28	26,40	0,15	0,18	92,40	0,73	5,87	0,3070	9,6132
Tubería-18	ø28	26,40	0,30	0,36	92,40	0,73	5,87	0,6140	9,9202
Tubería-19	ø28	26,40	0,60	0,72	92,40	0,73	5,87	1,2282	10,5342
Tubería-2	ø28	26,40	0,85	1,02	92,40	0,73	5,86	1,7378	1,0221
Tubería-20	ø28	26,40	0,20	0,24	92,40	0,73	5,87	0,4094	11,7624
Tubería-21	ø28	26,40	0,20	0,24	92,40	0,73	5,87	0,4095	12,3718
Tubería-22	ø28	26,40	0,60	0,72	92,40	0,73	5,87	1,2285	12,7813
Tubería-23	ø28	26,40	0,25	0,30	92,40	0,73	5,87	0,5120	14,0098
Tubería-24	ø28	26,40	0,15	0,18	92,40	0,73	5,87	0,3072	14,5218
Tubería-26	ø28	26,40	0,28	0,33	92,40	0,73	5,87	0,5634	17,3141
Tubería-27	ø28	26,40	6,00	7,20	92,40	0,73	5,87	12,2928	17,8775
Tubería-27	ø28	26,40	6,40	7,68	92,40	0,73	5,89	13,1417	35,7106
Tubería-28	ø15	13,80	5,50	6,60	21,00	1,00	4,90	18,6418	48,8523
Tubería-29	ø15	13,80	0,20	0,24	21,00	1,00	4,92	0,6795	67,4942
Tubería-3	ø28	26,40	0,80	0,96	92,40	0,73	5,86	1,6359	2,7599
Tubería-30	ø28	26,40	0,27	0,33	92,40	0,73	5,87	0,5633	16,7508
Referencia	DNom	DInt(mm)	L (m)	Lc (m)	Q <sub>max</sub> (m³/h)	K <sub>v</sub>	V (m/s)	J <sub>Elm</sub> (mbar)	J <sub>Acum</sub> (mbar)
Tubería-031	ø28	26,40	3,00	3,60	92,40	0,88	5,90	6,1703	48,8523

## 8.5 Listado de resultados mangueras

Referencia	D <sub>Nom</sub>	D <sub>Int</sub> (mm)	L (m)	L <sub>c</sub> (m)	Q <sub>max</sub> (m³/h)	K <sub>v</sub>	V (m/s)	J <sub>Elm</sub> (mbar)	J <sub>Acum</sub> (mbar)
Manguera-001	ø10/20	10,00	2,00	2,40	21,00	1,00	9,36	37,4111	68,1736
Manguera-002	ø8/18	8,00	2,00	2,40	9,00	1,00	6,26	23,7439	59,0484
Manguera-003	ø15/26	15,00	2,00	2,40	39,00	1,00	7,76	15,5583	95,7090
Manguera-004	ø10/20	10,00	2,00	2,40	21,00	1,00	9,42	37,6169	111,5497
Manguera-005	ø8/18	8,00	2,00	2,40	9,00	1,00	6,30	23,8867	106,5128
Manguera-006	ø8/18	8,00	2,00	2,40	9,00	1,00	6,33	23,9812	137,6204
Manguera-007	ø8/18	8,00	2,00	2,40	9,00	1,00	6,34	24,0352	155,3005
Manguera-008	ø8/18	8,00	2,00	2,40	9,00	1,00	6,36	24,1218	183,4650

## 8.6 Resultados compresor

FICHA DE COMPRESOR			
Modelo:		SK 22 T	
Fabricante:		KAESER	
Tipo:		Tornillo	
Presión (bar):	7 -13	Potencia (kW):	11
Caudal (m³/h):	120	Depósito (l):	0
Largo (mm):	750	Ancho (mm):	1.240,00
Alto (mm):	1.260,00	Peso (kg):	387

JUSTIFICACIÓN DEL COMPRESOR	
Consumo de aire requerido:	65,5500 m³/h
10,00 % Consumo por pérdidas por fuga:	6,5550 m³/h
20,00 % Consumo por futuras ampliaciones:	13,1100 m³/h
Consumo mínimo necesario:	85,2150 m³/h
Caudal aportado por el compresor:	120,000 m³/h

## 8.7 Resultados depósito

FICHA DEL DEPÓSITO			
Fabricante:	KAESER		
Tipo:	Depósito	Orientación:	Vertical
Peso (kg):	67	Capacidad (l):	500
Alto (mm):	1.925,00	Diámetro (mm):	600

JUSTIFICACIÓN DEL DEPÓSITO	
Tipo de regulación para: Definida por el usuario.	
z	15
P1 (bar)	10
P2 (bar)	7
VB	481,11 litros
Capacidad aportado por el depósito	500 litros

## 8.8 Pérdidas en accesorios

Referencia	Tipo	$Q_{ins}$ (m³/h)	$Q_{max}$ (m³/h)	$J_{Elm}$ (mbar)	$J_{Acum}$ (mbar)
Filtro-001	Filtro	126,0000	66,6000	0,0700	16,2011
Purgador-001	Purgador	27,0000	15,3000	0,0700	108,8823
Purgador-003	Purgador	9,0000	9,0000	0,0700	171,1642
Purgador-001	Purgador	126,0000	66,6000	0,0700	16,6808
Secador-001	Secador	126,0000	66,6000	0,2000	12,1718

## 8.9 Pérdidas en válvulas

Referencia	Serie	$D_{Nom}$	$D_{int}$ (mm)	$Q_{max}$ (m³/h)	Vel (m/s)	$J_{Acum}$ (mbar)
Valv.Corte-004	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	21,00	3,6121	67,4942
Valv.Corte-005	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	9,00	1,5464	58,9071
Valv.Corte-006	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	39,00	6,7315	94,8570
Valv.Corte-007	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	21,00	3,6320	110,8665
Valv.Corte-008	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	9,00	1,5557	106,3706
Valv.Corte-009	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	9,00	1,5618	137,4777
Valv.Corte-010	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	9,00	1,5654	155,1574
Valv.Corte-011	Compuerta estandar	ø1/2"	16,10	9,00	1,5710	183,3214
Valv.Corte-015	Compuerta estandar	ø1"	27,30	66,60	3,9541	7,0549
Valv.Corte-016	Compuerta estandar	ø1"	27,30	66,60	3,9555	9,9202
Valv.Corte-017	Compuerta estandar	ø1"	27,30	66,60	3,9580	14,8289

## 9 CÁLCULOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

### 9.1 Intensidad máxima prevista

La intensidad máxima prevista ( $I_b$ ) se determina en función de la potencia prevista y de la tensión del sistema, usando las siguientes expresiones:

- Distribución monofásica:

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

- U = Tensión entre fase y neutro (V).
- P = Potencia activa máxima prevista (W).
- $I_b$  = Intensidad de corriente máxima prevista (A).
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia.

- Distribución trifásica:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

- U = Tensión entre fases (V).
- P = Potencia activa máxima prevista (W).
- $I_b$  = Intensidad de corriente máxima prevista (A).
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia.

### 9.2 Sección

Se determina la sección por varios métodos atendiendo a distintos criterios de cálculo (calentamiento, caída de tensión, selección de protección, etc.), y se elige la sección normalizada mayor. Se consideran las secciones mínimas de 1,5 mm<sup>2</sup> para alumbrado y 2,5 mm<sup>2</sup> para fuerza.

#### 9.2.1 Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

Se aplica para el cálculo por calentamiento lo expuesto en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene marcada por las tablas B.52.2 a B.52.13. En función del método de instalación adoptado de la tabla A.52.3, se determina el método de referencia según B.52.1, que en función del tipo de cable indicará la tabla de intensidades máximas que se ha de utilizar.

La intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc. que generalmente reducen su valor. Se calcula el factor por temperatura ambiente a partir de las tablas B.52.14 y B.52.15. El factor por agrupamiento, de las tablas B.52.17, B.52.18, B.52.19A y B.52.19B. El factor por resistividad del terreno, en el caso de instalaciones enterradas, se obtiene de la tabla B.52.16. Si el cable está expuesto al sol, o bien, se trata de un cable con aislamiento mineral, desnudo y accesible, se aplica directamente un 0,9.

Para el cálculo de la sección, se divide la intensidad de cálculo ( $I_b$ ) por el producto de todos los factores correctores, y se busca en la tabla la sección correspondiente para el valor resultante. Para determinar la intensidad máxima admisible del cable, se busca en la misma tabla la intensidad para la sección adoptada, y se multiplica por el producto de los factores correctores.

De este modo, la sección elegida por calentamiento tiene que cumplir la siguiente expresión:

$$I_b < I_z$$

Donde:

$I_b$  = Intensidad máxima prevista (A).

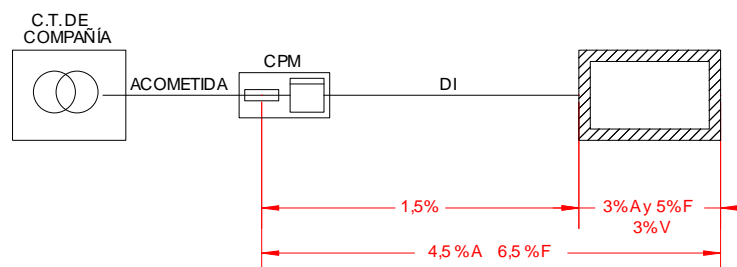
$I_z$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

En definitiva, se trata de adoptar una sección en la que el paso de la intensidad de diseño no eleve su temperatura más allá del límite admisible por el aislamiento del cable. Las temperaturas máximas de funcionamiento según los tipos de aislamiento los marca la tabla 52.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014.

Tipo de aislamiento	Límite de Temperatura, °C
Policloruro de vinilo (PVC) y aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1)	Conductor: 70 °C
Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno - propileno (EPR)	Conductor: 90 °C
Mineral (con cubierta de PVC ó desnudo y accesible)	Cubierta: 70 °C

## 9.2.2 Criterio de la caída de tensión

Este método consiste en calcular la sección mínima que respete los límites de caída de tensión impuestos por la normativa vigente. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija unos límites de caída de tensión en la instalación para una única centralización de contadores que se pueden resumir en el siguiente gráfico:



Donde:

A = Circuitos de alumbrado.

F = Circuitos de fuerza.

CPM = Caja de protección y medida.

DI = Derivación individual.

### 9.2.2.1 Caída de tensión máxima en un tramo

Este método se utiliza para evitar sobrepasar los límites de caída de tensión en tramos especiales como pueden ser las líneas generales de alimentación o las derivaciones individuales. Para su uso se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot e \cdot U_n}$$

S = Sección del cable (mm²).

P = Potencia activa máxima prevista (W).

L = Longitud del tramo (m).

K = Conductividad del material (m / (Ω·mm²)).

e = Caída de tensión (V).

$U_n$  = Tensión entre fase y neutro (V).

### 9.2.2.2 Caída de tensión máxima en la instalación. Método de los momentos eléctricos.

Este método permite ajustar los límites máximos de caída de tensión a lo largo de toda la instalación. En este caso, se utilizan los límites de 4% para alumbrado y 6,5% para fuerza. Para ejecutarlo, se sigue la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot \lambda}{K \cdot e \cdot U_n}; \quad \lambda = \sum (L_i \cdot P_i)$$



S	=	Sección del conductor (mm <sup>2</sup> ).
$\lambda$	=	Momento eléctrico (m·W).
K	=	Conductividad (m / (Ω·mm <sup>2</sup> )).
e	=	Caída de tensión (V).
U <sub>n</sub>	=	Tensión entre fase y neutro (V).
L <sub>i</sub>	=	Longitud desde el tramo hasta el receptor i (m).
P <sub>i</sub>	=	Potencia consumida por el receptor i (W).

### 9.2.2.3 Variación de la conductividad con la temperatura. Cálculo iterativo

La conductividad de un material depende de su temperatura según la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{\rho}; \quad \rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

K	=	Conductividad del conductor a la temperatura T °C (m / (Ω·mm <sup>2</sup> )).
$\rho$	=	Resistividad del conductor a la temperatura T °C ((Ω·mm <sup>2</sup> )/m).
$\rho_{20}$	=	Resistividad del conductor a 20 °C ((Ω·mm <sup>2</sup> )/m).
$\alpha$	=	Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor (°C <sup>-1</sup> ). ( $\alpha=0,00392$ °C <sup>-1</sup> para el cobre y $\alpha=0,00403$ °C <sup>-1</sup> para el aluminio).
T	=	Temperatura real estimada en el conductor (°C).

Así mismo, la temperatura del conductor al paso de la intensidad de diseño (I<sub>b</sub>), se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) \cdot \left( \frac{I_b}{I_z} \right)^2$$

T	=	Temperatura real estimada en el conductor (°C).
T <sub>máx</sub>	=	Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (°C). (PVC=70°C, XLPE=90°C, EPR=90°C).
T <sub>0</sub>	=	Temperatura ambiente del conductor (°C).
I <sub>b</sub>	=	Intensidad máxima prevista para el conductor (A)
I <sub>z</sub>	=	Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A). (depende de la sección).

Se deduce que el cálculo por caída de tensión ha de ser iterativo, ya que la intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>) depende de la sección del conductor. De este modo, se realiza el siguiente proceso para determinar la sección por caída de tensión:

1. Se parte de una temperatura inicial de 20 °C a la que se determina la conductividad del material conductor (Usualmente se utilizan los valores de 56 m/(Ω·mm<sup>2</sup>) para el cobre y 35 m/(Ω·mm<sup>2</sup>) para el aluminio).
2. Se calcula la sección por caída de tensión.
3. A partir de la sección resultante, se determina la temperatura de trabajo (al circular la intensidad de diseño), y la nueva conductividad a dicha temperatura.
4. Si la conductividad a la temperatura de trabajo difiere de la usada inicialmente, se vuelve al paso n° 2 usando ahora esta conductividad en el cálculo de la sección. Se repite este ciclo hasta que el error sea despreciable, es decir, hasta que las conductividades inicial y final sean prácticamente iguales.

## 9.3 Intensidades de cortocircuito

Será necesario conocer dos niveles de intensidad de cortocircuito:

- La corriente máxima de cortocircuito (I<sub>cc máx</sub>), determina el poder de corte de los interruptores automáticos.
- La corriente mínima de cortocircuito (I<sub>cc mín</sub>), permite seleccionar las curvas de disparo de los interruptores

automáticos y fusibles.

Para calcular estas intensidades en cada punto de la instalación se utiliza el método de las impedancias. Éste método consiste en sumar las resistencias y reactancias situadas aguas arriba del punto considerado, y aplicar las siguientes expresiones:

- Defecto trifásico:

$$I_{cc3} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$$

- Defecto bifásico:

$$I_{cc2} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot Z_{cc}}$$

- Defecto monofásico:

$$I_{cc1} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot (Z_{cc} + Z_{LN})}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}; \quad R_{cc} = R_Q + R_T + R_L; \quad X_{cc} = X_Q + X_T + X_L$$

$$(Z_{cc} + Z_{LN}) = \sqrt{(R_{cc} + R_{LN})^2 + (X_{cc} + X_{LN})^2}$$

$I_{cc3}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto trifásico (kA).

$I_{cc2}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto bifásico (kA).

$I_{cc1}$  = Intensidad de cortocircuito en un defecto fase-neutro (kA).

$c$  = Coeficiente de tensión ( $c=0.95$  para  $I_{ccmín}$  y  $c=1.05$  para  $I_{ccmáx}$ ).

$U_n$  = Tensión compuesta (V).

$R_Q$  y  $X_Q$  = Resistencia y reactancia de red ( $m\Omega$ ).

$R_T$  y  $X_T$  = Resistencia y reactancia del transformador ( $m\Omega$ ).

$R_L$  y  $X_L$  = Resistencia y reactancia del conductor de fase ( $m\Omega$ ).

$R_{LN}$  y  $X_{LN}$  = Resistencia y reactancia del conductor neutro ( $m\Omega$ ).

En los siguientes apartados se desarrollan los métodos de cálculo de las impedancias en cada punto de la instalación.

### 9.3.1 Impedancia de la red de alimentación

Si un cortocircuito trifásico es alimentado por una red de la que sólo se conoce la corriente de cortocircuito simétrica inicial  $I''_{kQ}$ , o bien, su potencia de cortocircuito  $S''_{kQ}$ , entonces la impedancia equivalente viene dada por:

- Conocida  $I''_{kQ}$  (kA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}}{\sqrt{3} \cdot I''_{kQ}}$$

- Conocida  $S''_{kQ}$  (MVA):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_{nQ}^2}{10^3 \cdot S''_{kQ}}; \quad S''_{kQ} = 10^{-3} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{nQ} \cdot I''_{kQ}$$

$Z_Q$  = Impedancia de Red ( $m\Omega$ ).

$c$  = Factor de tensión.

$U_{nQ}$	= Tensión de la red de alimentación (V).
$I''_{kQ}$	= Intensidad máxima de cortocircuito simétrica inicial (kA).
$S''_{kQ}$	= Potencia de cortocircuito de la red de alimentación (MVA).

### 9.3.2 Impedancia de los cables

La resistencia de los conductores se determina en función de su longitud, resistividad y sección:

$$R_L = 10^3 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S}$$

$R_L$	= Resistencia del conductor (m $\Omega$ ).
$\rho$	= Resistividad del material ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ).
$L$	= Longitud del conductor (m).
$S$	= Sección del conductor (mm <sup>2</sup> ).

La resistividad del material varía con la temperatura según la siguiente expresión:

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

$\rho$	= Resistividad del conductor a la temperatura T
$\rho_{20}$	= Resistividad del conductor a 20°C.
$\alpha$	= Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor, en °C-1 ( $\alpha=0,00392$ °C-1 para el cobre y $\alpha=0,00403$ °C-1 para el aluminio).

Se calculará la resistencia de los conductores a la temperatura de 20°C para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito, y a la temperatura de 145°C para el cálculo de la intensidad mínima de cortocircuito.

La reactancia de los conductores se puede estimar siguiendo las siguientes expresiones:

$$X_L = 0,12 \cdot L \quad (\text{cable unipolar})$$

$$X_L = 0,08 \cdot L \quad (\text{cable multipolar})$$

$X_L$	= Reactancia del conductor (m $\Omega$ ).
$L$	= Longitud del conductor (m).

Finalmente, para determinar la impedancia del conductor, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z_L = \sqrt{R_L^2 + X_L^2}$$

$Z_L$	= Impedancia del conductor (m $\Omega$ ).
$R_L$	= Resistencia del conductor (m $\Omega$ ).
$X_L$	= Reactancia del conductor (m $\Omega$ ).

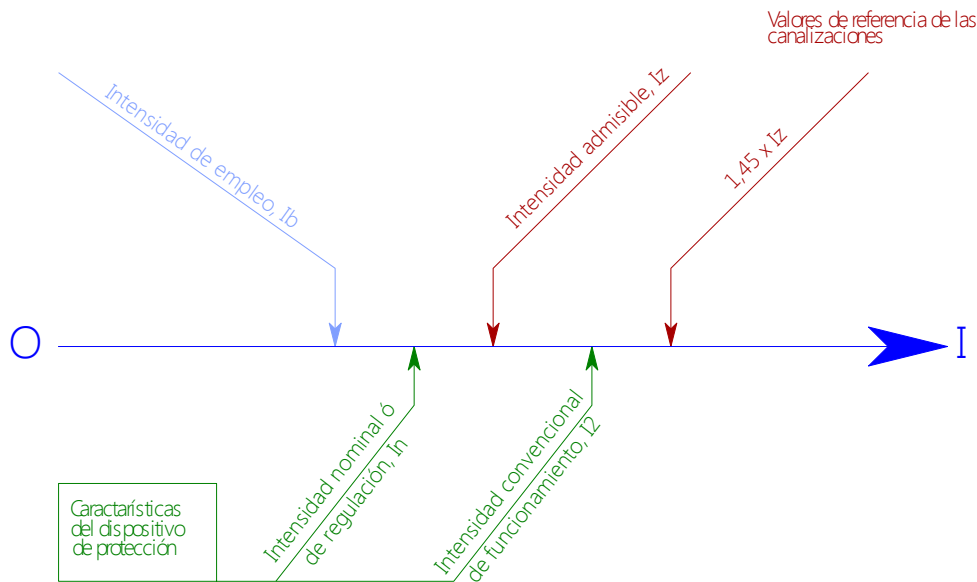
## 9.4 Protección de las instalaciones

### 9.4.1 Protección contra las corrientes de sobrecarga

Se instalarán dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente de las canalizaciones. Se dimensionan estos dispositivos según lo establecido en la normativa aplicada, para lo cual se verifican las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$



$I_b$  = Intensidad máxima prevista, o intensidad de diseño (A).

$I_z$  = Intensidad admisible de la canalización, según normas aplicadas (A).

$I_n$  = Intensidad nominal o calibre del dispositivo de protección (A).

$I_2$  = Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección para un tiempo largo (A).

#### 9.4.2 Protección contra las corrientes de cortocircuito

Se instalarán dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Según la normativa aplicada, todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito responderá a las dos condiciones siguientes:

- Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado.
- El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquier del circuito no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible.

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

$t$  = Duración en segundos (s).

$S$  = Sección (mm<sup>2</sup>).

$K$  = Constante que depende del material de aislamiento

$I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito efectiva (A).

Esta segunda condición se puede transformar, en caso de interruptores automáticos, en la condición siguiente, que resulta más fácil de aplicar, y es generalmente más restrictiva:

$$I_{cc\min} > I_m$$

$I_{cc\min}$  = Corriente de cortocircuito mínima que se calcula en el extremo del circuito protegido por el interruptor automático (A).

$I_m$  = Corriente mínima que asegura el disparo magnético, por ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{IA curva B: } I_m &= 5 \cdot I_n \\ \text{IA curva C: } I_m &= 10 \cdot I_n \\ \text{IA curva D: } I_m &= 20 \cdot I_n \end{aligned}$$

$$I_{cc\min} > I_m$$

## 9.5 Sistemas de instalación empleados

### 9.5.1 H07Z1-K (AS) - B1 unip. empotrados bajo tubo flexible

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable H07Z1-K (AS) unipolar de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 59] Conductores aislados o cables unipolares en tubo empotrado en mampostería. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014). Características:

Temperatura ambiente: 40 °C

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 211002

Material de aislamiento: Z1 (Compuesto termoplástico a base de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 450/750 V

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\rho = 0,017241 \text{ } (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  a 20,0°C

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.2 col.4 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.4 col.4 Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 5, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C1 TC PB; C11 Subcuadro zona comercial; C1 Tomas de corriente; C3 Iluminación; C3.1 A.Emergencia; C4 Iluminación; C5 Iluminación; C5.1 A.Emergencia; C2 TC PA; C6 AC exterior; C7 AC interior+recup+extrac; C8 Ascensor;

### 9.5.2 H07Z1-K(AS) Conductores aislados en hueco de la construcción B1

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable H07Z1-K (AS) unipolar de tensión asignada 450/750 V,

con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 41] Conductores aislados en tubo en un hueco de la construcción. V  $\geq$  20 De. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014).

Temperatura ambiente: 40 °C

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 211002

Material de aislamiento: Z1 (Compuesto termoplástico a base de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 450/750 V

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\square\square\square 0,017241 (\square \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  a 20,0°C

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.2 col.4 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.4 col.4 Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 5, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C2 AC interior+recup+extrac; C4.1 A.Emergencia; C3 Iluminación PB; C3.1 A.Emergencia PB; C4 Iluminación PA ; C4.1 A.Emergencia PA;

### **9.5.3 RZ1-K (AS) - B1 unip. empotrados bajo tubo**

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable RZ1-K (AS) unipolar de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 59] Conductores aislados o cables unipolares en tubo empotrado en mampostería. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014).

Temperatura ambiente: 40 °C

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 21123-4

Material de aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado) y Z1 (cubierta de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\rho = 0,017241 \text{ } (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  a  $20,0^\circ\text{C}$

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.3 col.4 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.5 col.4 Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 5, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C10 Subcuadro zona industrial;

#### 9.5.4 RZ1-K (AS) - B1 unip. en montaje superficial bajo tubo

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable RZ1-K (AS) unipolar de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 4] Conductores aislados o cables unipolares en tubo sobre pared de madera o de mampostería, o separado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014).

Temperatura ambiente:  $40^\circ\text{C}$

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 21123-4

Material de aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado) y Z1 (cubierta de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\rho = 0,017241 \text{ } (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  a  $20,0^\circ\text{C}$

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.3 col.4 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.5 col.4 Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 2, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C9 Extracción localizada;

#### 9.5.5 RZ1-K (AS) - C unip. en bandeja continua

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable RZ1-K (AS) unipolar de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 30] Cables unipolares o multipolares sobre bandejas no perforadas en recorrido horizontal o vertical. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014).

Temperatura ambiente: 40 °C

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 21123-4

Resistencia al fuego: Cca-s1b,d1,a1

Material de aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado) y Z1 (cubierta de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\rho = 0,017241 \text{ (}\Omega \cdot \text{mm}^2\text{)/m}$  a 20,0°C

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.3 col.6 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.5 col.6 Cu

Tabla de tamaño de los tubos:

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C1 Máquinas zona 4; C10 Tomas de corriente de 25 A; C11 Compresor; C2 Máquinas zona 3; C3 Máquinas zona 2; C4 Máquinas zonas 1; C5 Tomas de corriente; C6 Iluminación producción; C6.1 A.Emergencia producción; C7 Iluminación producción; C7.1 A.Emergencia producción; C8 Iluminación Alm+VI; C8.1 A.Emergencia Alm+VI;

### **9.5.6 RZ1-K (AS) - D1 multip. enterrados bajo tubo**

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable RZ1-K (AS) multipolar de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 70] Cable multipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014). La resistividad térmica del terreno es de  $2,50 \text{ K} \cdot \text{m} / \text{W}$ . La profundidad de instalación es 0,70 m.

Temperatura ambiente: 25 °C

Exposición al sol: No

Tipo de cable: multipolar

Norma: UNE 21123-4

Material de aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado) y Z1 (cubierta de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito



Resistividad,  $\rho = 0,017241 \text{ (}\Omega \cdot \text{mm}^2\text{)/m}$  a  $20,0^\circ\text{C}$

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.3 col.7 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.5 col.7 Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 9, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C5 Ilum. exterior;

### 9.5.7 RZ1-K (AS+)

Tipo de instalación (UNE-HD 60364-5-52:2014): Cable RZ1-K (AS+) unipolar de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K), cinta de mica resistente al fuego, aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida, y resistencia al fuego durante y después del incendio según norma UNE-EN 50200 (AS+), clasificación de reacción al fuego «Cca-s1b,d1,a1» según CPR, dispuesto según [Ref 71] Cable unipolar en tubo o en conducto cerrado de sección no circular en el suelo. (tabla A.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014). La resistividad térmica del terreno es de  $1,50 \text{ K} \cdot \text{m} / \text{W}$ . La profundidad de instalación es 0,70 m.

Temperatura ambiente:  $25^\circ\text{C}$

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 21123-4

Material de aislamiento: Mica + XLPE (Polietileno reticulado) y Z1 (cubierta de poliolefina)

Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\rho = 0,017241 \text{ (}\Omega \cdot \text{mm}^2\text{)/m}$  a  $20,0^\circ\text{C}$

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: B.52.3 col.7 Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: B.52.5 col.7 Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 9, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: C9 Grupo PCI;

### 9.5.8 RZ1-K(AS) - Acometida y DI enterrada

Tipo de instalación (UNE 211435:2011): Cable unipolar de Cu, aislamiento de polietileno reticulado, a una tensión de 0,6/1 kV voltios, no propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida (AS), clasificación de reacción al fuego «Eca» según CPR, dispuesto según [A.1] Cables de distribución tipo RV ó XZ1(S) ó XZ1(AS) de 0,6/1kV en tubular soterrada. (UNE 211435:2011). La resistividad térmica del terreno es de  $1,50 \text{ K} \cdot \text{m} / \text{W}$ . La profundidad de instalación es 0,80 m.

Disposición: Tubos en contacto. Un circuito trifásico, con neutro, por tubo. Tubos dispuestos en un plano

horizontal.

Norma: UNE 211435:2011

Temperatura ambiente: 25 °C

Exposición al sol: No

Tipo de cable: unipolar

Norma: UNE 21123-4

Material de aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado)

Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV

Material conductor: Cu

Conductividad, K: calculada por temperatura de trabajo para cada circuito

Resistividad,  $\rho = 0,017241 (\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}$  a 20,0°C

Tabla de intensidades máximas para 2 conductores: A.1, col.3, Cu

Tabla de intensidades máximas para 3 conductores: A.1, col.3, Cu

Tabla de tamaño de los tubos: 9, ITC-BT-21

Líneas de la instalación que utilizan éste sistema: Acometida; Derivación individual;

## 9.6 Demanda de potencia

La suma de consumos de todos los receptores de la instalación, según desglose detallado, asciende a 220,28 kW. Una vez aplicados los factores correctores indicados por el REBT, así como los factores de simultaneidad considerados para cada caso, se obtiene una potencia máxima prevista de 185,90 kW.

CGMP

### Alumbrado:

• 4 Uds. $\times$ 9W c.u.	36 W
• 4 Uds. $\times$ 5W c.u.	20 W
• 16 Uds. $\times$ 107W c.u.	1.712 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para Oficina 1 $\times$ 42W c.u.	84 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para Oficina 2 $\times$ 42W c.u.	84 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para Oficina 3 $\times$ 42W c.u.	84 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para Oficina 4 $\times$ 42W c.u.	84 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para Oficina 5 $\times$ 42W c.u.	84 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para Oficina 6 $\times$ 42W c.u.	84 W
• 3 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para S. descanso $\times$ 42W c.u.	126 W
• 5 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para S. reuniones $\times$ 42W c.u.	210 W
• Lum. Lug light factory-300031.00033-20W para Pasillo	26 W
• 3 Uds. Lum. Lug light factory-300031.00033-20W para Pasillo $\times$ 20W c.u.	60 W
• 3 Uds. Lum. Lug light factory-300031.00033-20W para Pasillo PA $\times$ 20W c.u.	60 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-300031.00033-20W para Pasillo PA $\times$ 26W c.u.	52 W
• 4 Uds. Lum. Lug light factory-300031.00102-13W para Vestuario 1 PB $\times$ 13W c.u.	50 W

• 2 Uds. Lum. Lug light factory-300031.00102-13W para Vestuario 1 PB × 21W c.u.	41 W
• Lum. Lug light factory-300031.00104-21W para Aseo 1 PA	21 W
• 2 Uds. Lum. Lug light factory-300031.00104-21W para Aseo 1 ventas × 21W c.u.	41 W
• Lum. Lug light factory-300031.00104-21W para Aseo 2 PA	21 W
• 2 Uds. Normalux-D-100L-9W × 9W c.u.	18 W
• Normalux-DL-60-5W	9 W
• Subcuadro zona comercial	1.551 W
• Subcuadro zona industrial	6.939 W
• Total alumbrado:	11.496 W
<b>Fuerza:</b>	
• Aire acondicionado	14.700 W
• Ascensor	2.200 W
• 2 Uds. C1 Toma de corriente 16A × 3.680W c.u.	7.360 W
• 4 Uds. C2 × 3.680W c.u.	14.720 W
• 6 Uds. Casette FXZQ15A × 43W c.u.	258 W
• 2 Uds. Casette FXZQ40A × 59W c.u.	118 W
• 3 Uds. FUTURE 100 × 13W c.u.	39 W
• Grupo de presión PCI	15.000 W
• MU-RECO-2000	900 W
• Subcuadro zona comercial	13.347 W
• Subcuadro zona industrial	140.081 W
• 2 Uds. TD 250/100 SILENT × 30W c.u.	60 W
• Total fuerza:	208.783 W
<b>Resumen:</b>	
• Alumbrado:	11.496 W
• Fuerza:	208.783 W
• <b>TOTAL</b>	<b>220.279 W</b>

## Subcuadro zona comercial

<b>Alumbrado:</b>	
• 8 Uds. × 9W c.u.	72 W
• 21 Uds. Lum. Lug light factory-060281.5L10.522-68W para Zona ventas × 68W c.u.	1.428 W
• Lum. Lug light factory-300031.00104-21W para Aseo 1 ventas	21 W
• Lum. Lug light factory-300031.00104-21W para Aseo 2 ventas	21 W
• 2 Uds. Normalux-DL-60-5W × 5W c.u.	10 W
• Total alumbrado:	1.551 W
<b>Fuerza:</b>	
• 3 Uds. Ventas C1 × 3.680W c.u.	7.360 W
• 2 Uds. FUTURE 100 × 13W c.u.	26 W
• FXMQ125P7	241 W
• FXMQ200MB	1.294 W
• MU-RECO-1900-SN	746 W
• Total fuerza:	13.347 W
<b>Resumen:</b>	
• Alumbrado:	1.551 W
• Fuerza:	13.347 W
• <b>TOTAL</b>	<b>11.218 W</b>

## Subcuadro zona industrial

<b>Alumbrado:</b>	
• 19 Uds. × 2W c.u.	44 W
• 13 Uds. × 9W c.u.	117 W
• 3 Uds. Lum. Cortem-EWL-1001-177W para Cabina de pintura × 177W c.u.	531 W
• 28 Uds. Lum. Cortem-EWL-1001-177W para Zona de producción × 177W c.u.	4.956 W
• 4 Uds. Lum. IND-PEND-PLH120 para Almacén de MP × 133W c.u.	532 W

- 5 Uds. Lum. IND-PEND-PLH120 para Local  $\times$  133W c.u. 665 W
- Lum. Lug light factory-060281.5L06.512-42W para S. descanso 68 W
- Lum. Lug light factory-300031.00102-13W para Vestíbulo de independencia 26 W
- Total alumbrado: 6.939 W

**Fuerza:**

- 3 Uds.  $\times$  3.680W c.u. 11.040 W
- CNC 9.000 W
- 2 Uds. Canteadora  $\times$  6.200W c.u. 12.400 W
- 2 Uds. Cepilladora  $\times$  6.000W c.u. 12.000 W
- Compresor 11.000 W
- 2 Uds. Lijadora  $\times$  7.000W c.u. 14.000 W
- Máquina de corte semiauto 5.500 W
- 2 Uds. Sierra de corte manual  $\times$  2.100W c.u. 4.200 W
- 2 Uds. TC de 25A  $\times$  17.321W c.u. 34.641 W
- 2 Uds. Taladro manual  $\times$  650W c.u. 1.300 W
- Torno 1.500 W
- Torno 1.500 W
- Ventilador NCF DX 160/25 22.000 W
- Total fuerza: 140.081 W

**Resumen:**

- Alumbrado: 6.939 W
- Fuerza: 140.081 W
- **TOTAL 147.020 W**

## 9.7 Cuadro resumen por circuitos

Acometida																	
Circuito	P	U <sub>n</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	Fct·I <sub>zi</sub>	I <sub>cc</sub> máx	I <sub>cc</sub> mín	I <sub>PROT.</sub>	Sección	Cable e instalación	T <sub>TRAB</sub>	K	L <sub>CDT</sub>	CDT <sub>circ</sub>	CDT <sub>acum</sub>	P <sub>máx</sub> CAL	P <sub>máx</sub> CDT
Acometida	182.593	400	276,82	396	0,99×400	30,00	14,381		(3×240/150)+TT×150	RZ1-K (AS)/A.1 (22,7m);	56,8	50,69	22,70	0,2129	-	261.202	428.730

Derivación individual																	
Circuito	P	U <sub>n</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	Fct·I <sub>zi</sub>	I <sub>cc</sub> máx	I <sub>cc</sub> mín	I <sub>PROT.</sub>	Sección	Cable e instalación	T <sub>TRAB</sub>	K	L <sub>CDT</sub>	CDT <sub>circ</sub>	CDT <sub>acum</sub>	P <sub>máx</sub> CAL	P <sub>máx</sub> CDT
Derivación individual	182.593	400	276,82	396	0,99×400	21,97	12,302	315	(3×240/150)+TT×150	RZ1-K (AS)/A.1 (7,45m);	56,8	50,69	7,45	0,0699	0,0699	261.202	3.918.143

CGMP																	
Circuito	P	U <sub>n</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	Fct·I <sub>zi</sub>	I <sub>cc</sub> máx	I <sub>cc</sub> mín	I <sub>PROT.</sub>	Sección	Cable e instalación	T <sub>TRA B</sub>	K	L <sub>CDT</sub>	CDT <sub>circ</sub>	CDT <sub>acu m</sub>	P <sub>máx</sub> CAL	P <sub>máx</sub> CDT
C1 TC PB	7.360	230	32,00	49,59	0,87×57	14,63	2,155	40	(2×10)+TT×10	H07Z1-K (AS)/59-B1 (25,66m);	52,5	51,45	17,66	0,4866	0,5565	11.406	49.560
C10 Subcuadro zona industrial	129.642	400	197,60	244,79	0,91×269	20,15	3,847	200 (200)	(4×95)+TT×50	RZ1-K (AS)/u/59-B1 (70,15m);	72,6	48,09	70,15	1,2442	1,3141	160.604	409.512
C11 Subcuadro zona comercial	11.542	230	50,95	66,12	0,87×76	14,63	5,781	63	(2×16)+TT×16	H07Z1-K (AS)/59-B1 (7,68m);	57,8	50,51	7,68	0,4148	0,4847	14.979	109.349
C2 TC PA	14.720	230	64,00	87,87	0,87×101	14,63	4,100	80	(2×25)+TT×16	H07Z1-K (AS)/59-B1 (50,95m);	55,9	50,84	19,67	0,3400	0,4099	20.210	109.884
C3 Iluminación PB	344	230	1,66	15,23	0,87×17,5	14,63	0,288		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/41-B1 (47,32m);	40,4	53,71	21,97	0,1148	0,1847	3.152	3.812
C3.1 A.Emergencia PB	54	230	0,26	15,23	0,87×17,5	14,63	0,323		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/41-B1 (31,74m);	40	53,78	19,53	0,0186	0,0885	3.152	4.293
C4 Iluminación PA	867	230	4,19	15,23	0,87×17,5	14,63	0,279		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/41-B1 (70,45m);	42,3	53,34	22,72	0,3260	0,3959	3.152	3.661

C4.1 A.Emergencia PA	29	23 0	0,14	15,23	0,87×17, 5	14,6 3	0,24 3		(2×1,5)+TT×1, 5	H07Z1-K (AS)/41-B1 (26,08m);	40	53,7 8	26,0 8	0,0165	0,0864	3.152	3.216
C5 Ilum. exterior	1.712	23 0	8,27	50,88	0,96×53	14,6 3	0,27 7	10	(2×6)+TT×6	RZ1-K (AS)/m/70- D1 (306,77m);	26,7	56,5 1	83,0 8	0,4869	0,5568	10.532	3.863
C6 AC exterior	18.375	40 0	29,47	43,50	0,87×50	20,1 5	1,82 0	32	(4×10)+TT×10	H07Z1-K (AS)/59-B1 (21,33m);	53,8	51,2 2	21,3 3	0,4783	0,5482	27.124	247.00 4
C7 AC interior+recup+extra c	1.600	23 0	7,73	20,88	0,87×24	14,6 3	0,51 3	10	(2×2,5)+TT×2, 5	H07Z1-K (AS)/59-B1 (45,34m);	44,1	52,9 9	20,3 5	0,7314	0,8014	4.322	11.070
C8 Ascensor	2.860	40 0	4,59	18,27	0,87×21	20,1 5	0,75 7	10	(4×2,5)+TT×2, 5	H07Z1-K (AS)/59-B1 (13,63m);	41,9	53,4 2	13,6 3	0,1824	0,2523	11.392	100.82 2
C9 Grupo PCI	22.500	40 0	36,08	46,46	1,056×44	20,1 5	0,30 7	40	(4×6)+TT×6	RZ1-K (AS+)/u/71 -D1 (82,23m);	64,2	49,4 3	82,2 3	3,8986	3,9685	28.972	37.110

Subcuadro zona comercial																	
Circuito	P	U <sub>n</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	Fct·I <sub>zt</sub>	I <sub>cc</sub> máx	I <sub>cc</sub> mín	I <sub>PROT.</sub>	Sección	Cable e instalación	T <sub>TRAB</sub>	K	L <sub>CDT</sub>	CDT <sub>circ</sub>	CDT <sub>acum</sub>	P <sub>máx</sub> CAL	P <sub>máx</sub> CDT
C1 Tomas de corriente	7.360	230	32,00	49,59	0,87×57	8,46	0,793	40	(2×10)+TT×10	H07Z1-K (AS)/59-B1 (63,4m);	52,5	51,45	47,00	2,1120	2,5967	11.406	17.416
C2 AC interior+recup+extrac	2.631	230	12,71	20,88	0,87×24	8,46	0,414	16	(2×2,5)+TT×2,5	H07Z1-K (AS)/41-B1 (44,89m);	51,1	51,70	16,50	0,7764	1,2611	4.322	8.522
C3 Iluminación	381	230	1,84	15,23	0,87×17,5	8,46	0,210		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/59-B1 (41,3m);	40,4	53,70	29,54	0,3644	0,8491	3.152	2.535
C3.1 A.Emergencia	37	230	0,18	15,23	0,87×17,5	8,46	0,189		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/59-B1 (40,99m);	40	53,78	32,82	0,0334	0,5182	3.152	2.285
C4 Iluminación	544	230	2,63	15,23	0,87×17,5	8,46	0,237		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/59-B1 (32,36m);	40,9	53,61	26,07	0,4462	0,9309	3.152	2.868
C4.1 A.Emergencia	27	230	0,13	15,23	0,87×17,5	8,46	0,217		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/41-B1 (28,45m);	40	53,78	28,45	0,0230	0,5077	3.152	2.636
C5 Iluminación	544	230	2,63	15,23	0,87×17,5	8,46	0,312		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K	40,9	53,61	19,55	0,2816	0,7664	3.152	3.824

## Cálculos instalación de baja tensión

										(AS)/59-B1 (25,83m);							
C5.1 A.Emergencia	18	230	0,09	15,23	0,87×17,5	8,46	0,402		(2×1,5)+TT×1,5	H07Z1-K (AS)/59-B1 (14,94m);	40	53,78	14,94	0,0083	0,4930	3.152	5.020

Subcuadro zona industrial																	
Circuito	P	U <sub>n</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	Fct·I <sub>z</sub>	I <sub>cc</sub> máx	I <sub>cc</sub> mín	I <sub>PROT.</sub>	Sección	Cable e instalación	T <sub>TRAB</sub>	K	L <sub>CDT</sub>	CDT <sub>circ</sub>	CDT <sub>acum</sub>	P <sub>máx</sub> CAL	P <sub>máx</sub> CDT
C1 Máquinas zona 4	25.250	400	40,49	62,03	0,6461×96	9,51	0,854	50	(4×16)+TT×16	RZ1-K (AS)/u/30-C (64,46m);	61,3	49,92	63,98	1,1695	2,4836	38.675	103.585
C10 Tomas de corriente de 25 A	34.641	400	50,00	76,89	0,6461×119	9,51	1,207	63	(4×25)+TT×16	RZ1-K (AS)/u/30-C (87,92m);	60,6	50,04	62,52	0,5166	1,8306	54.018	166.040
C11 Compresor	13.750	400	22,05	25,84	0,6461×40	9,51	0,221	25	(4×4)+TT×4	RZ1-K (AS)/u/30-C (73,68m);	76,4	47,50	73,68	3,3325	4,6465	16.115	21.398
C2 Máquinas zona 3	9.900	400	15,88	25,84	0,6461×40	9,51	0,279	20	(4×4)+TT×4	RZ1-K (AS)/u/30-C (62,35m);	58,9	50,33	50,73	1,5298	2,8439	16.115	29.066
C3 Máquinas zona 2	17.350	400	27,83	33,60	0,6461×52	9,51	0,404	32	(4×6)+TT×6	RZ1-K (AS)/u/30-C (66,44m);	74,3	47,82	57,41	2,0071	3,3212	20.949	41.222
C4 Máquinas zonas 1	15.750	400	25,26	33,60	0,6461×52	9,51	0,830	32	(4×6)+TT×6	RZ1-K (AS)/u/30-C (30,41m);	68,3	48,77	22,14	0,6595	1,9736	20.949	97.019
C5 Tomas de corriente	11.040	230	48,00	69,13	0,6461×107	5,36	0,708	50	(2×16)+TT×16	RZ1-K (AS)/u/30-C (129,19m);	63,4	49,56	80,52	4,0682	5,3822	16.124	13.509
C6 Iluminación producción	2.832	230	13,68	29,07	0,6461×45	5,36	0,289		(2×4)+TT×4	RZ1-K (AS)/u/30-C (112,99m);	51,1	51,70	55,36	1,3875	2,7016	6.018	2.654
C6.1 A.Emergencia producción	25	230	0,12	15,51	0,6461×24	5,36	0,110		(2×1,5)+TT×1,5	RZ1-K (AS)/u/30-C (95,92m);	40	53,78	56,97	0,0338	1,3479	4.521	1.006
C7 Iluminación producción	2.124	230	10,26	29,07	0,6461×45	5,36	0,208		(2×4)+TT×4	RZ1-K (AS)/u/30-C	46,2	52,59	78,51	2,1297	3,4438	6.018	1.904

C7.1 A.Emergencia producción	18	230	0,09	15,51	0,6461×24	5,36	0,078		(2×1,5)+TT×1,5	(117,57m); RZ1-K (AS)/u/30-C (90,63m);	40	53,78	80,48	0,0472	1,3613	4.521	712
C8 Iluminación Alm+VI	1.822	230	8,80	21,32	0,6461×33	5,36	0,129		(2×2,5)+TT×2,5	RZ1-K (AS)/u/30-C (125,13m);	44,3	52,96	80,17	1,7628	3,0769	6.216	1.173
C8.1 A.Emergencia Alm+VI	117	230	0,57	15,51	0,6461×24	5,36	0,072		(2×1,5)+TT×1,5	RZ1-K (AS)/u/30-C (121,76m);	40	53,78	88,11	0,2374	1,5515	4.521	650
C9 Extracción localizada	27.500	400	44,10	60,06	0,91×66	9,51	3,327	50	(4×10)+TT×10	RZ1-K (AS)/u/4-B1 (1,98m);	67	48,98	1,98	0,0696	1,3837	37.450	2.049.285

Identificación de los métodos de instalación							
Cable e instalación	Descripción	Norma	Ref. Inst.	Ref. Met.	Tabla 2 conductores	Tabla 3 conductores	Reacción al fuego (CPR)
uXLPE 0,6/1 kV Cu (AS)/A.1	RZ1-K(AS) - Acometida y DI enterrada	UNE 211435:2011	A.1	A.1	A.1, col.3, Cu	A.1, col.3, Cu	Eca
H07Z1-K (AS)/59-B1	H07Z1-K (AS) - B1 unip. empotrados bajo tubo flexible	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 59	B1	B.52.2 col.4 Cu	B.52.4 col.4 Cu	Cca-s1b,d1,a1
RZ1-K (AS)/u/59-B1	RZ1-K (AS) - B1 unip. empotrados bajo tubo	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 59	B1	B.52.3 col.4 Cu	B.52.5 col.4 Cu	Cca-s1b,d1,a1
H07Z1-K (AS)/41-B1	H07Z1-K(AS) Conductores aislados en hueco de la construcción B1	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 41	B1	B.52.2 col.4 Cu	B.52.4 col.4 Cu	Cca-s1b,d1,a1
RZ1-K (AS)/m/70-D1	RZ1-K (AS) - D1 multip. enterrados bajo tubo	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 70	D1	B.52.3 col.7 Cu	B.52.5 col.7 Cu	Cca-s1b,d1,a1
RZ1-K (AS+)/u/71-D1	RZ1-K (AS+)	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 71	D1	B.52.3 col.7 Cu	B.52.5 col.7 Cu	Cca-s1b,d1,a1
RZ1-K (AS)/u/30-C	RZ1-K (AS) - C unip. en bandeja continua	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 30	C	B.52.3 col.6 Cu	B.52.5 col.6 Cu	Cca-s1b,d1,a1
RZ1-K (AS)/u/4-B1	RZ1-K (AS) - B1 unip. en montaje superficial bajo tubo	UNE-HD 60364-5-52:2014	Ref 4	B1	B.52.3 col.4 Cu	B.52.5 col.4 Cu	Cca-s1b,d1,a1

Leyenda	
P	= Potencia activa máxima prevista (W)
U <sub>n</sub>	= Tensión nominal (V)
I <sub>b</sub>	= Intensidad de diseño o máxima prevista (A)
I <sub>z</sub>	= Intensidad máxima admisible para las condiciones del circuito (A)
Fct·I <sub>zt</sub>	= Factores correctores por intensidad máxima admisible tabulada en norma (A)
I <sub>cc máx</sub>	= Intensidad de cortocircuito máxima al inicio del circuito (kA)

I <sub>cc mín</sub>	= Intensidad de cortocircuito mínima al final del circuito (kA)
Sección	= Sección de los conductores del circuito (mm <sup>2</sup> )
T <sub>TRAB</sub>	= Temperatura de trabajo cuando circula la intensidad de diseño (°C)
K	= Conductividad usada para el cálculo de la caída de tensión (m/□·mm <sup>2</sup> )
L <sub>CDT</sub>	= Longitud hasta el receptor con mayor caída de tensión del circuito (m)
CDT <sub>circ</sub>	= Caída de tensión más desfavorable del circuito (%)
CDT <sub>acum</sub>	= Caída de tensión acumulada más desfavorable del circuito (%)
P <sub>máxCAL</sub>	= Potencia máxima admisible por calentamiento (W)
P <sub>máxCDT</sub>	= Potencia máxima admisible por caída de tensión (W)





## 9.8 Cuadro resumen de protecciones

Acometida										
Dispositivo	Nº polos	U <sub>n</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>n</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>s</sub>	I <sub>cc</sub> máx	PdC	I <sub>cc</sub> mín	Curvas
FU	IV	400	276,82	315	396		21,97	50	12,302	

CGMP										
Dispositivo	Nº polos	Un	Ib	In	Iz	Is	Icc máx	PdC	Icc mín	Curvas
IGA CGMP	IV	400	276,82	320	396		20,15	25		
PCS	IV									
ID C1	II	230	32,00	40		30				
IM C1	II	230	32,00	40	49,59		14,63	20	2,155	B,C,D
ID C2	II	230	64,00	80		30				
IM C2	II	230	64,00	80	87,87		14,63	15	4,100	B,C,D
ID C3-C4	II	230	6,25	25		30				
IM C3	II	230	1,92	10			14,63	15		
IM C4	II	230	4,33	10			14,63	15		
ID C5	II	230	8,27	25		30				
IM C5	II	230	8,27	10	50,88		14,63	20	0,277	B,C,D
ID C6-C7	IV	400	31,67	63		30				
IM C6	IV	400	29,47	32	43,50		20,15	25	1,820	B,C,D
IM C7	II	230	7,73	10	20,88		14,63	20	0,513	B,C,D
ID C8	IV	400	4,59	25		30				
IM C8	IV	400	4,59	10	18,27		20,15	25	0,757	B,C,D
ID C9	IV	400	36,08	40		30				
IM C9	IV	400	36,08	40	46,46		20,15	25	0,307	B
ID C10	IV	400	197,60	200		300				
IM C10	IV	400	197,60	200	244,79		20,15	25	3,847	
ID C11	II	230	50,95	80		300				

Subcuadro zona comercial										
IGA Subcuadro zona comercial	II	230	50,95	63	66,12		8,46	10		

ID C1-C2	II	230	43,79	63		30				
IM C1	II	230	32,00	40	49,59		8,46	10	0,793	B,C
IM C2	II	230	12,71	16	20,88		8,46	10	0,414	B,C,D
ID C3-C4-C5	II	230	7,49	40		30				
IM C3	II	230	2,02	10			8,46	10		
IM C4	II	230	2,76	10			8,46	10		
IM C5	II	230	2,71	10			8,46	10		
IGA Subcuadro zona comercial	II	230	50,95	63	66,12		8,46	10		

Subcuadro zona industrial										
Dispositivo	Nº polos	Un	Ib	In	Iz	Is	Icc máx	PdC	Icc mín	Curvas
IGA subcuadro zona industrial	IV	400	197,60	200	244,79		9,51	25		
ID C1	IV	400	40,49	63		30				
IM C1	IV	400	40,49	50	62,03		9,51	10	0,854	B,C
ID C2	IV	400	15,88	25		30				
IM C2	IV	400	15,88	20	25,84		9,51	10	0,279	B,C
ID C3	IV	400	27,83	32		30				
IM C3	IV	400	27,83	32	33,60		9,51	10	0,404	B,C
ID C4	IV	400	25,26	32		30				
IM C4	IV	400	25,26	32	33,60		9,51	10	0,830	B,C,D
ID C5	II	230	48,00	63		30				
IM C5	II	230	48,00	50	69,13		5,36	10	0,708	B,C
ID C6-C7-C8	II	230	33,52	63		30				
IM C6	II	230	13,80	16			5,36	10		
IM C7	II	230	10,35	16			5,36	10		
IM C8	II	230	9,37	10			5,36	10		
ID C9	IV	400	44,10	63		30				
IM C9	IV	400	44,10	50	60,06		9,51	10	3,327	B,C,D
ID C10	IV	400	50,00	63		30				
IM C10	IV	400	50,00	63	76,89		9,51	10	1,207	B,C

ID C11	IV	400	22,05	25		30				
IM C11	IV	400	22,05	25	25,84		9,51	10	0,221	B

Leyenda
Un=Tensión nominal (V)
Ib=Intensidad máxima prevista (A)
In=Intensidad nominal del dispositivo o calibre (A)
Iz=Intensidad máxima admisible del circuito a proteger (A)
Is=Sensibilidad del dispositivo diferencial (mA)
Icc máx=Intensidad de cortocircuito máxima en el punto de instalación (kA)
PdC=Poder de corte del dispositivo (kA)
Icc mín=Intensidad de cortocircuito mínima en el punto más alejado del circuito a proteger (kA)
Curvas=Curvas de disparo válidas para los interruptores magnetotérmicos.

# **10 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR**

---

## a. Descripción de la instalación de iluminación

Se ha realizado el estudio de iluminación de 26 espacios con una superficie total iluminada de 1.740,71 m<sup>2</sup>. Para conseguir los niveles de iluminación deseados se ha previsto la instalación de 104 luminarias con un consumo total (lámparas y equipos auxiliares) de 9.458 W. Se prevé alcanzar un nivel máximo de iluminación de 764 lux en el local Cabina de pintura. Con estos parámetros, la potencia instalada en

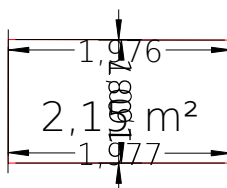
### 1.1PA Oficinas

#### 1.1.1. ASEO 1 PA

Local destinado a aseos de planta.

##### 1.1.1.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 2,15 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 6,13 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 1,09 m de ancho por 1,98 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,38. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 35 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (2,15 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (17,17 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (2,15 m<sup>2</sup>).

##### 1.1.1.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a aseos de planta, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

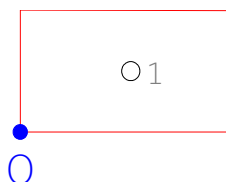
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00104-21W	1,04	0,54	2,71	0	0	0

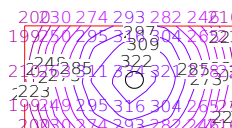
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 35 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 260 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

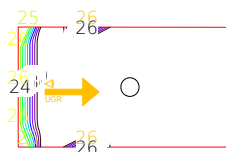
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 199 lux y una iluminancia máxima de 334 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,76, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,60.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 2,15 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 21 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 260 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 3,7 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.

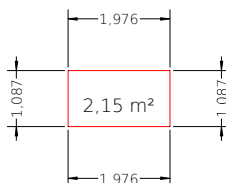


### 1.1.2. ASEO 2 PA

Local destinado a aseos de planta.

#### 1.1.2.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 2,15 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 6,13 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 1,09 m de ancho por 1,98 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,38. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 35 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (2,15 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (17,15 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (2,15 m<sup>2</sup>).

#### 1.1.2.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a aseos de planta, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

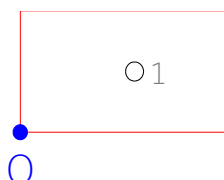
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00104-21W	1,07	0,54	2,71	0	0	0

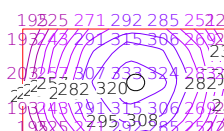
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 35 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 260 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

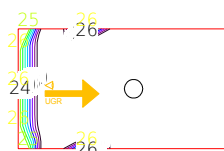
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 193 lux y una iluminancia máxima de 333 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,74, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,58.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 2,15 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 21 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 260 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 3,7 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



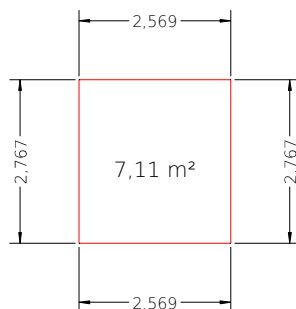
### 1.1.3. OFICINA 1

Local destinado a plantas o zonas de oficinas.

#### 1.1.3.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 7,11 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 10,67 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,77 m de ancho por 2,57 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.





Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,95 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,68. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 81 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (7,11 m²), 50 % para las paredes (29,88 m²), y 20 % para el suelo (7,11 m²).

### 1.1.3.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a plantas o zonas de oficinas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

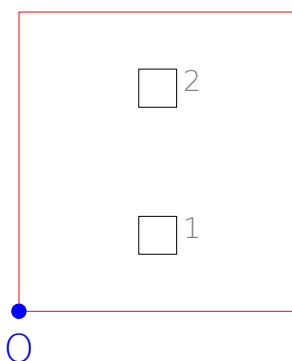
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	0,70	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	2,06	2,80	0	0	0

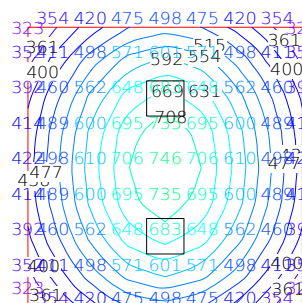
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 81 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 505 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

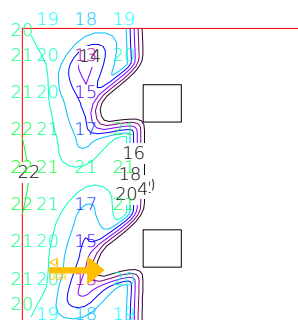
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 323 lux y una iluminancia máxima de 746 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,64, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,43.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 7,11 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 84 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 505 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.

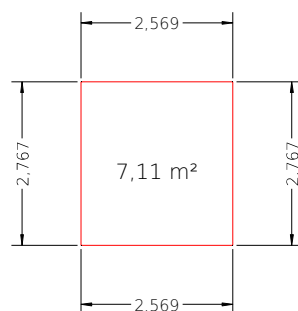


#### 1.1.4. OFICINA 2

Local destinado a plantas o zonas de oficinas.

##### 1.1.4.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 7,11 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 10,67 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,77 m de ancho por 2,57 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,95 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,68. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 81 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (7,11 m²), 50 % para las paredes (29,88 m²), y 20 % para el suelo (7,11 m²).

1.1.4.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a plantas o zonas de oficinas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

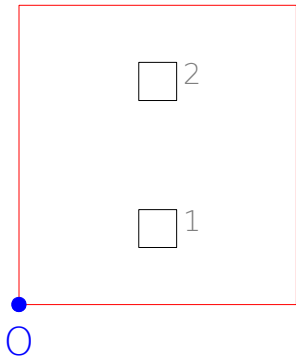
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	0,70	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	2,06	2,80	0	0	0

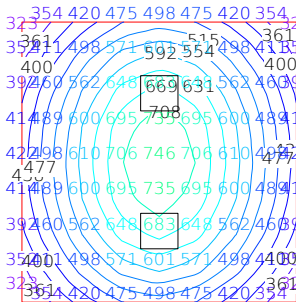
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 81 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 505 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

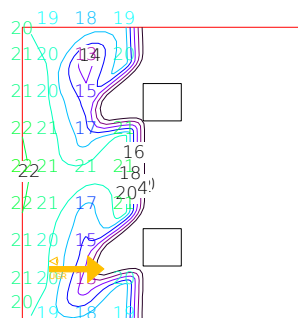
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 323 lux y una iluminancia máxima de 746 lux. La uniformidad media ( $E_{min}/E_m$ ) queda establecida en 0,64, y la extrema ( $E_{min}/E_{max}$ ) en 0,43.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 7,11 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 84 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 505 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.

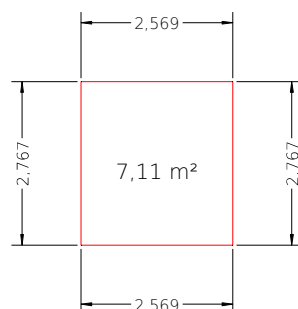


### 1.1.5. OFICINA 3

Local destinado a plantas o zonas de oficinas.

#### 1.1.5.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 7,11 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 10,67 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,77 m de ancho por 2,57 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,95 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,68. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 81 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (7,11 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (29,88 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (7,11 m<sup>2</sup>).

#### 1.1.5.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a plantas o zonas de oficinas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

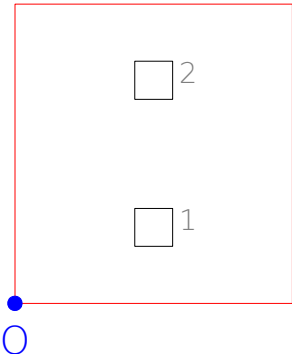
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE	Lug light	LUGCLASSIC	80	3.700	42

	060281.5L06.512-42W	LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	factory	SQUARE LED 84			
--	---------------------	-----------------------------	---------	---------------	--	--	--

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	0,70	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	2,06	2,80	0	0	0

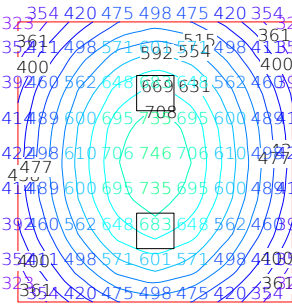
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 81 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 505 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

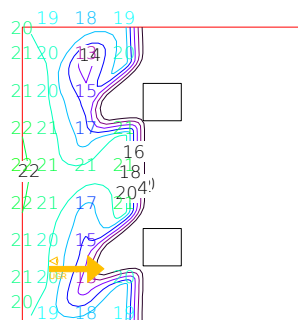
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 323 lux y una iluminancia máxima de 746 lux. La uniformidad media ( $E_{min}/E_m$ ) queda establecida en 0,64, y la extrema ( $E_{min}/E_{máx.}$ ) en 0,43.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 7,11 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 84 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 505 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.

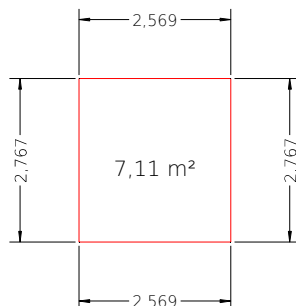


#### 1.1.6. OFICINA 4

Local destinado a plantas o zonas de oficinas.

##### 1.1.6.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 7,11 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 10,67 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,77 m de ancho por 2,57 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,11 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,84 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,72. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 81 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (7,11 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (29,88 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (7,11 m<sup>2</sup>).

##### 1.1.6.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a plantas o zonas de oficinas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

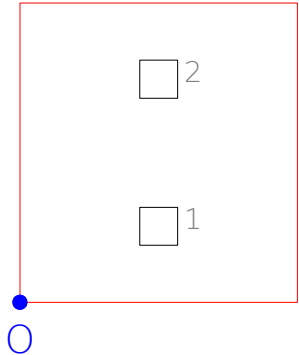
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z

1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	0,70	2,69	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,28	2,06	2,69	0	0	0

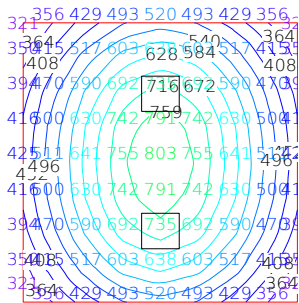
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 81 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 525 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

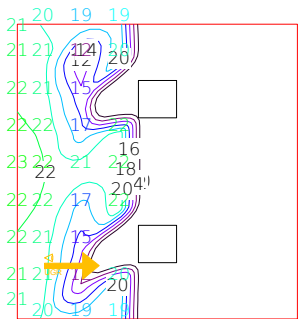
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 321 lux y una iluminancia máxima de 803 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,61, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,40.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 7,11 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 84 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 525 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.

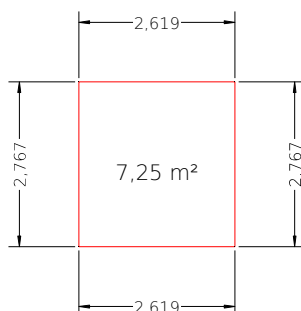


### 1.1.7. OFICINA 5

Local destinado a plantas o zonas de oficinas.

### 1.1.7.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 7,25 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 10,77 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,77 m de ancho por 2,62 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,95 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,69. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 81 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (7,25 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (30,16 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (7,25 m<sup>2</sup>).

### 1.1.7.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a plantas o zonas de oficinas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

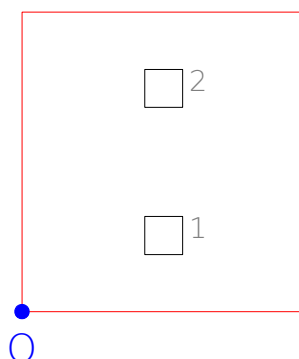
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,31	0,70	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,31	2,06	2,80	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

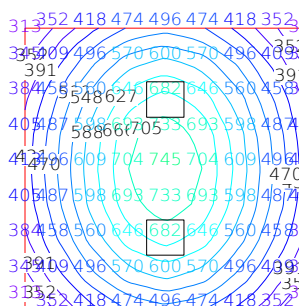




Según cálculos realizados para una malla de 81 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 502 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

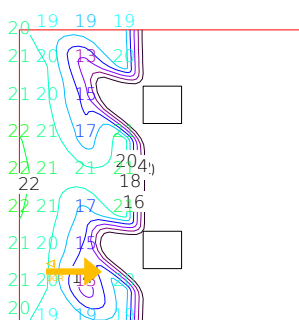
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 313 lux y una iluminancia máxima de 745 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,62, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,42.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 7,25 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 84 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 502 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.

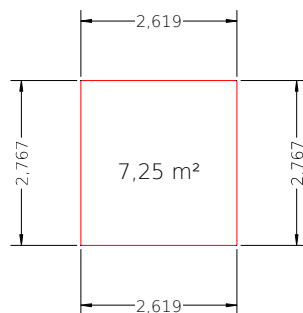


### 1.1.8. OFICINA 6

Local destinado a plantas o zonas de oficinas.

#### 1.1.8.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 7,25 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 10,77 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,77 m de ancho por 2,62 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,11 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,84 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,73. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 81 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (7,25 m²), 50 % para las paredes (30,16 m²), y 20 % para el suelo (7,25 m²).

### 1.1.8.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a plantas o zonas de oficinas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

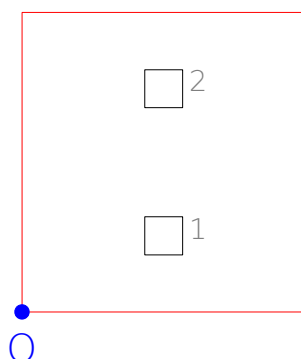
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,31	0,70	2,69	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,31	2,06	2,69	0	0	0

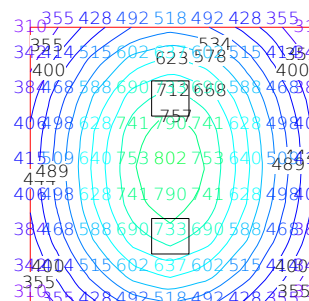
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 81 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 521 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

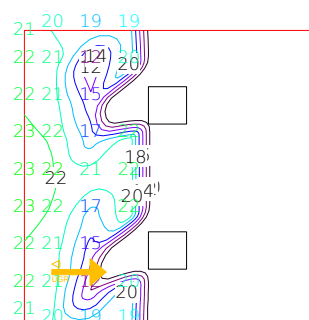
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 310 lux y una iluminancia máxima de 802 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,60, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,39.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 7,25 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 84 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 521 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,2 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.

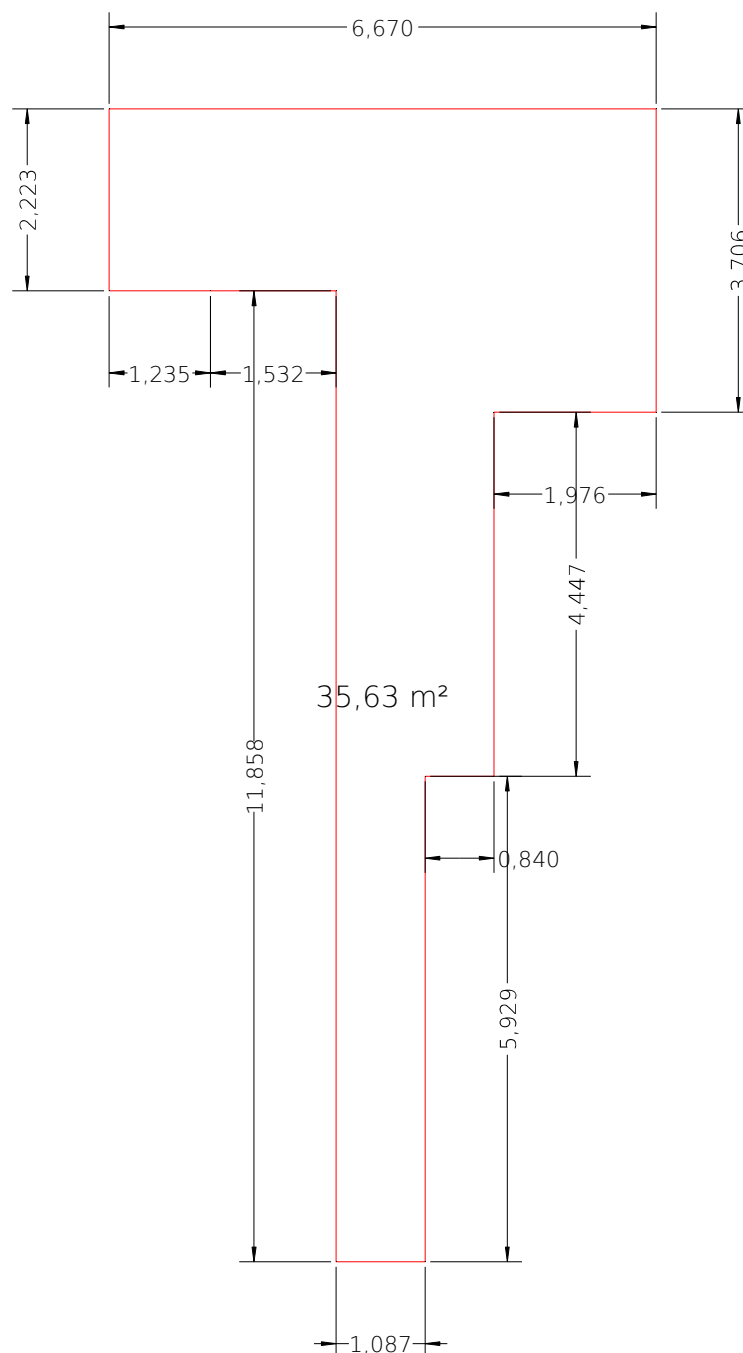


### 1.1.9. PASILLO PA

Local destinado a áreas de circulación y pasillos.

#### 1.1.9.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 35,63 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 41,50 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 14,08 m de ancho por 6,67 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,00 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,02 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,78 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,62. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 396 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (35,63 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (116,21 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (35,63 m<sup>2</sup>).

#### **1.1.9.2. ILUMINACIÓN NORMAL**

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a áreas de circulación y pasillos, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 28. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 40.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

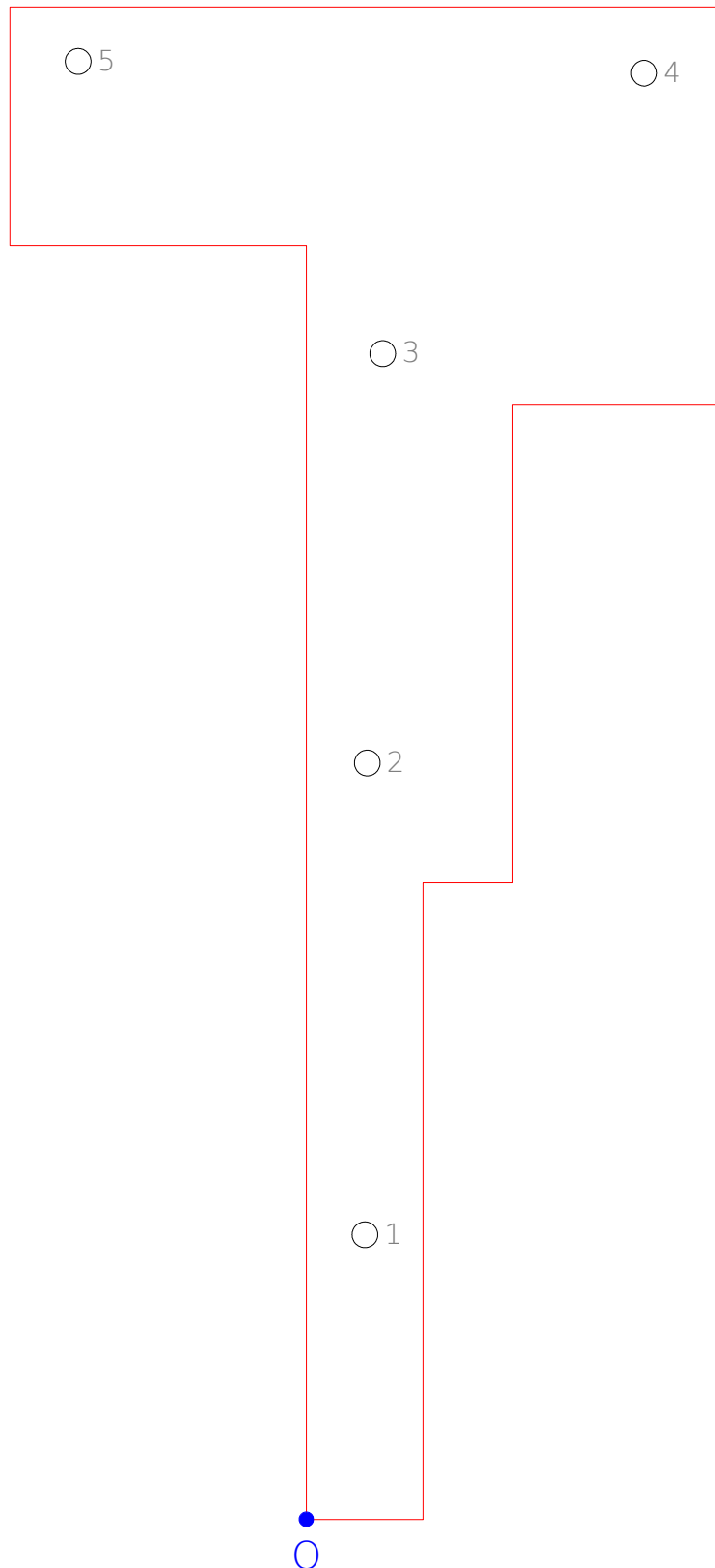
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
3	Lug light factory-300031.00033-20W	3460_2 LUGSTAR LB LED 2300 830 DALI	Lug light factory	ML1401520W830.01C	80	1.900	20
2	Lug light factory-300031.00040-26W	3459_1 LUGSTAR LB LED 3000 840 DALI IP44	Lug light factory	ML1401620W840.01C	80	2.700	26

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00033-20W	0,55	2,65	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-300031.00033-20W	0,57	7,04	2,69	0	0	0
3	Lug light factory-300031.00033-20W	0,71	10,85	2,80	0	0	0
4	Lug light factory-300031.00040-26W	3,15	13,46	2,80	0	0	0
5	Lug light factory-300031.00040-26W	-2,13	13,57	2,80	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 396 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 163 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

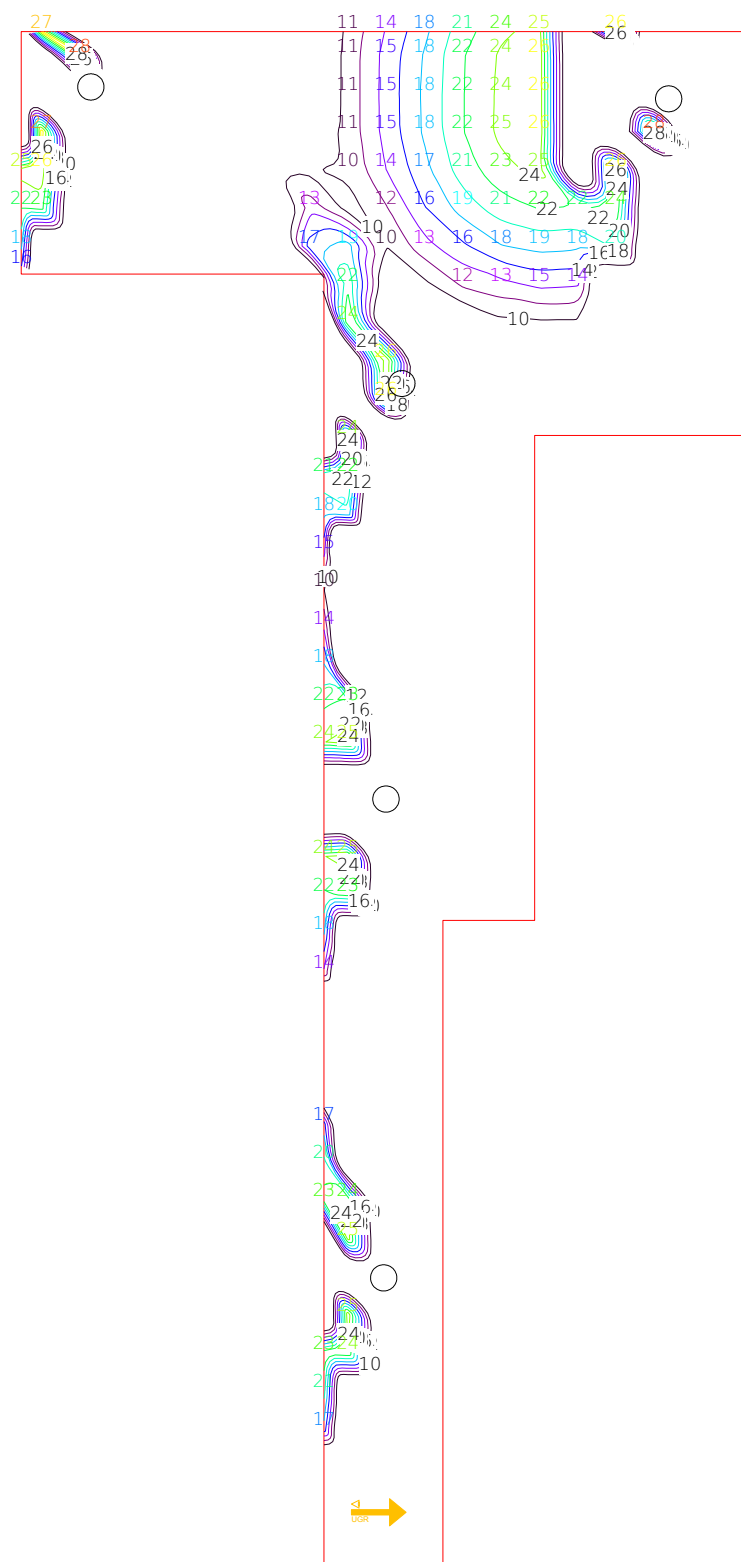
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 64 lux y una iluminancia máxima de 272 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,39, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,23.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 35,63 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 112 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 163 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,9 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 28 aconsejado.



### 1.1.9.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

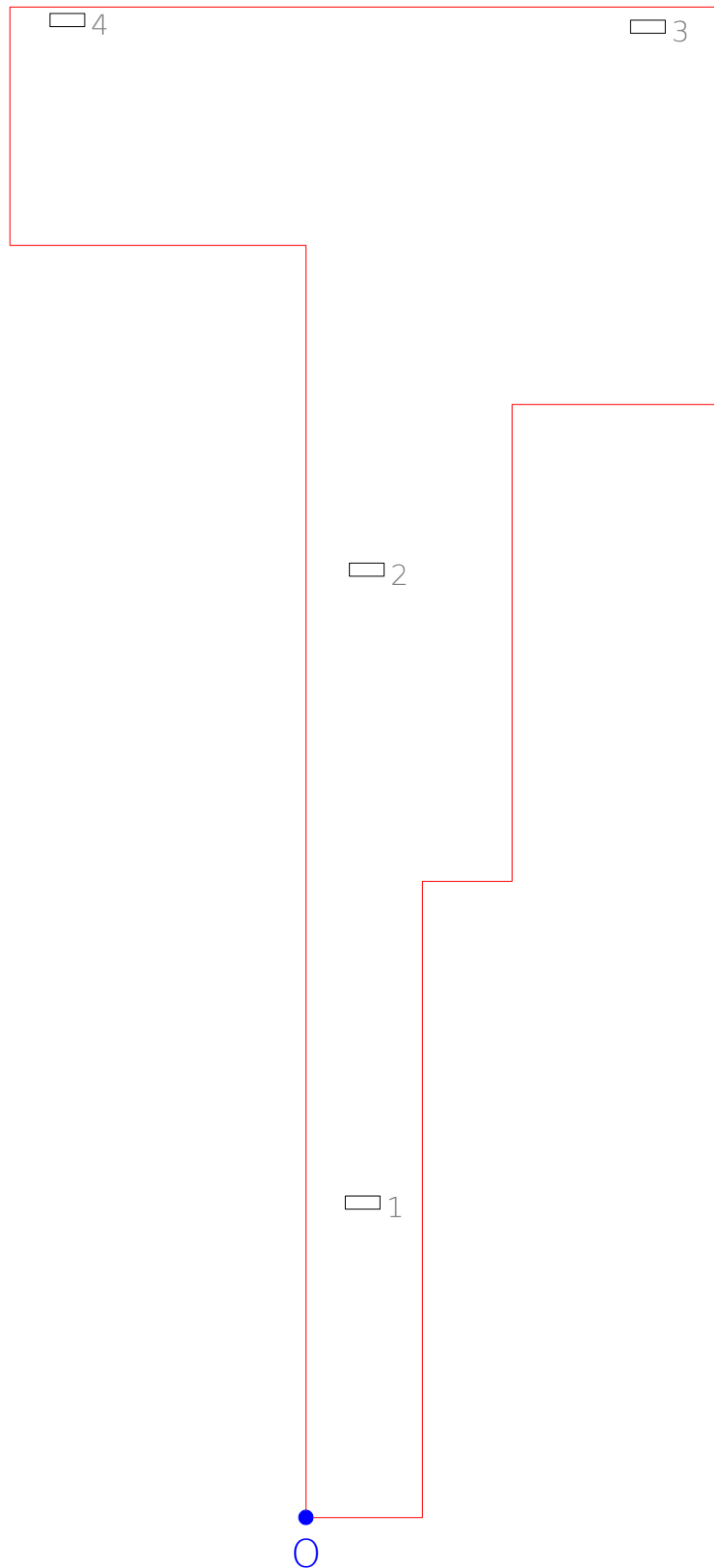
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
4	Normalux-DL-60-5W	DL-60	Normalux	DL-60	80	100	5



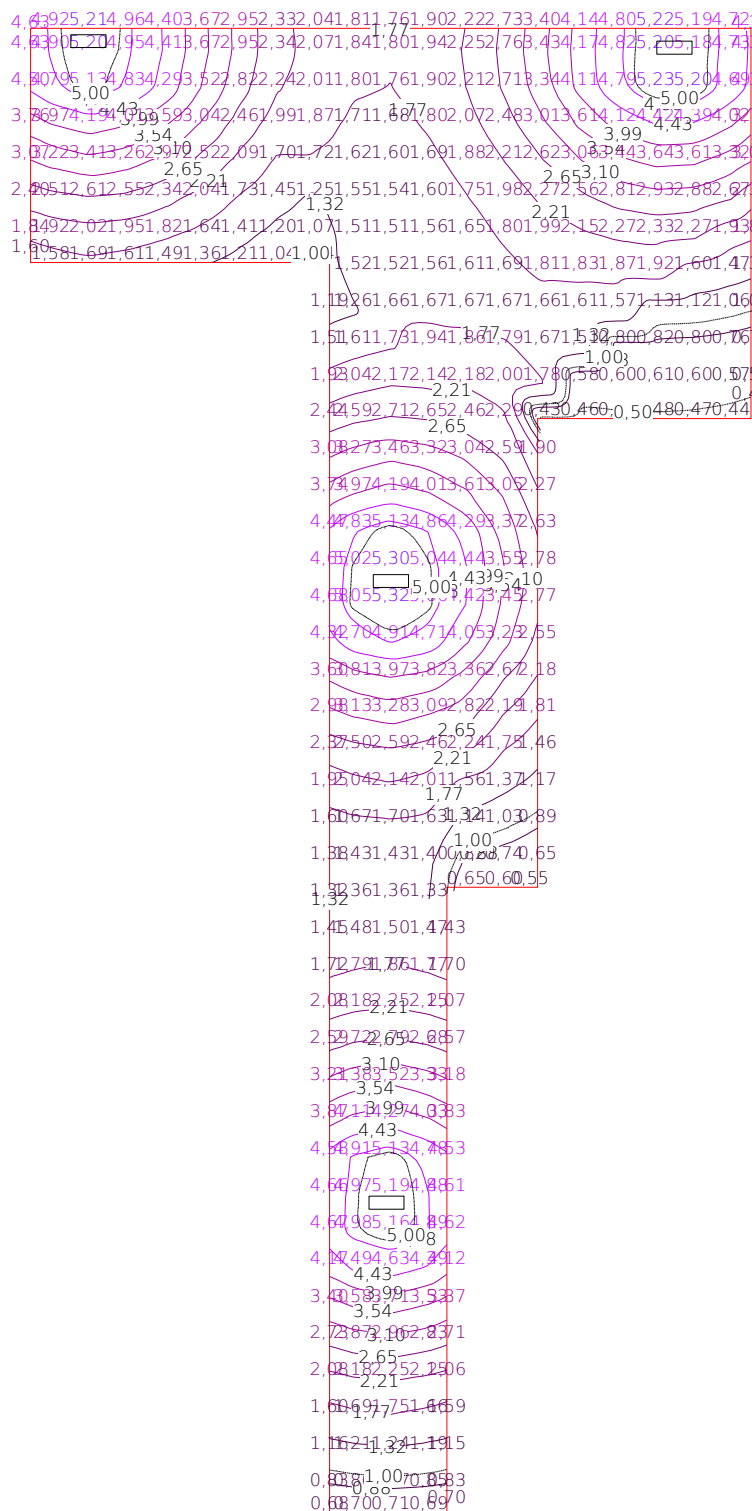
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-DL-60-5W	0,53	2,93	2,50	0	0	0
2	Normalux-DL-60-5W	0,57	8,83	2,50	0	0	0
3	Normalux-DL-60-5W	3,20	13,90	2,50	0	0	0
4	Normalux-DL-60-5W	-2,23	13,96	2,50	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 396 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 2,62 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,43 lux y una iluminancia máxima de 5,32 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

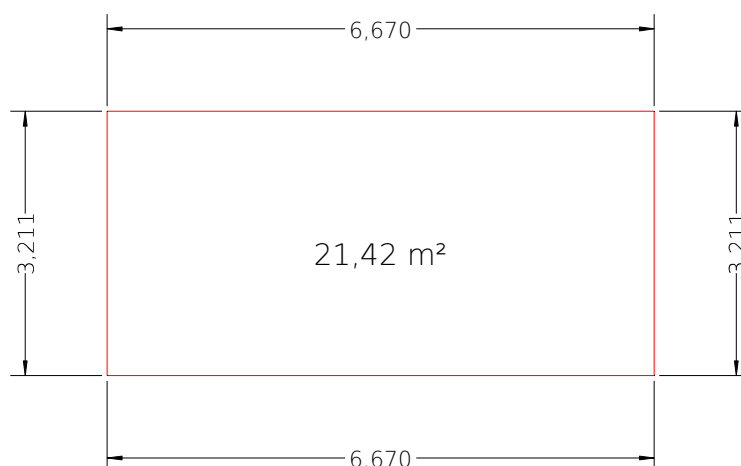


### 1.1.10. S. REUNIONES

Local destinado a salas de conferencias y reuniones.

#### 1.1.10.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 21,42 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 19,76 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 3,21 m de ancho por 6,67 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,95 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,11. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 231 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (21,42 m²), 50 % para las paredes (55,34 m²), y 20 % para el suelo (21,42 m²).

### 1.1.10.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a salas de conferencias y reuniones, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

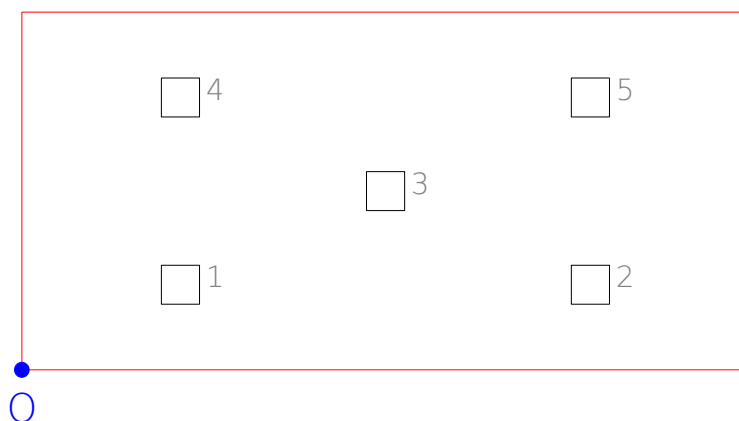
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
5	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,45	0,77	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	5,21	0,77	2,80	0	0	0
3	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	3,33	1,61	2,80	0	0	0
4	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,45	2,45	2,80	0	0	0
5	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	5,21	2,45	2,80	0	0	0

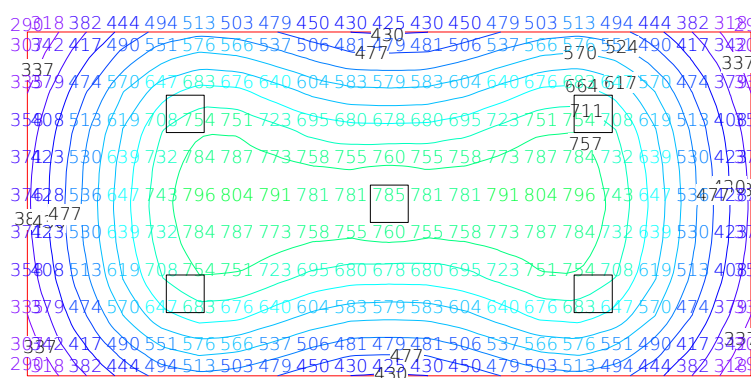
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 231 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 561 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

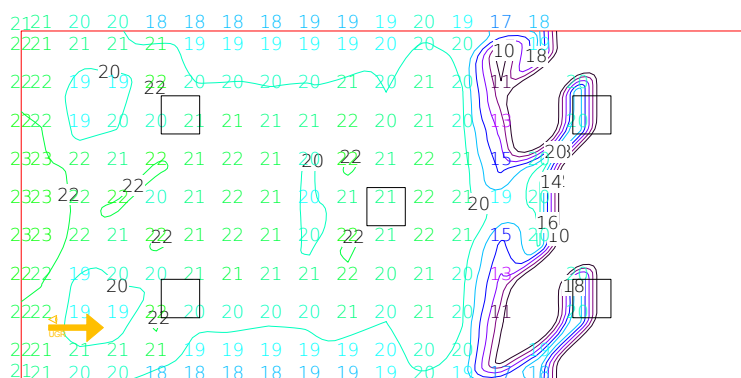
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 290 lux y una iluminancia máxima de 804 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,52, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,36.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 21,42 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 210 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 561 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,7 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.



### 1.1.10.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo	Potencia
-----	------------	--------	------------	----------	----	-------	----------

						(lm)	(W)
1	Normalux-D-300L-9W	D-300L	Normalux	D-300L	80	350	9

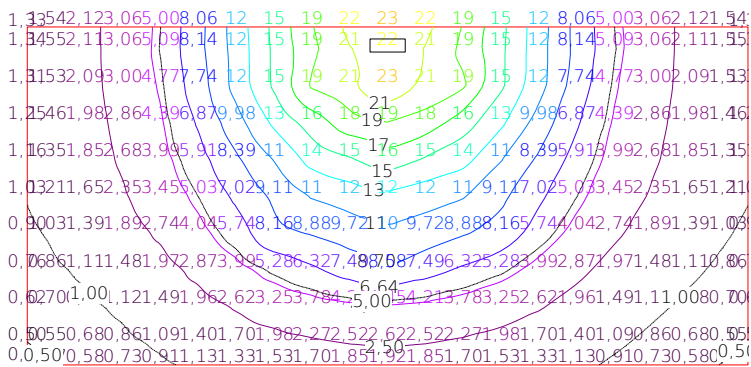
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-300L-9W	3,33	3,04	2,50	0	0	0

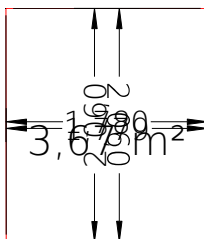
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 231 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 5,64 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,44 lux y una iluminancia máxima de 23 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:





Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,51. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 49 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (3,67 m²), 50 % para las paredes (21,50 m²), y 20 % para el suelo (3,67 m²).

### 1.2.1.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a almacenes y cuarto de almacén, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 60.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

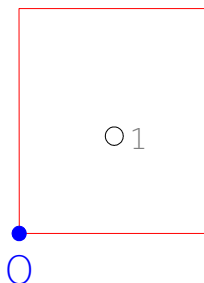
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00104-21W	0,90	0,89	2,71	0	0	0

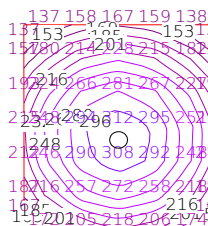
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 49 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 216 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

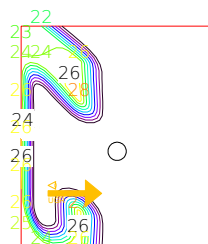
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 137 lux y una iluminancia máxima de 312 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,63, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,44.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 3,67 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 21 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 216 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,6 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.

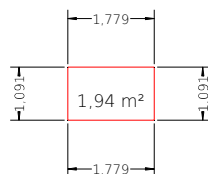


## 1.2.2. CUARTO DE CONTADORES

Local destinado a local de contadores de electricidad.

### 1.2.2.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 1,94 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 5,74 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 1,09 m de ancho por 1,78 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,36. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 35 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (1,94 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (16,07 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (1,94 m<sup>2</sup>).

### 1.2.2.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a local de contadores de electricidad, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 60.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
-----	------------	--------	------------	----------	----	------------	--------------

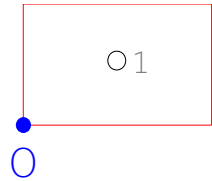


1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21
---	------------------------------------	--	-------------------	-----------	----	-------	----

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00104-21W	0,88	0,58	2,71	0	0	0

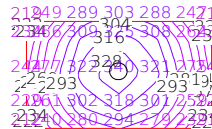
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 35 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 269 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

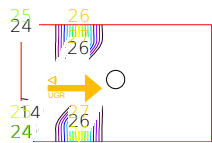
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 211 lux y una iluminancia máxima de 340 lux. La uniformidad media ( $E_{min}/E_m$ ) queda establecida en 0,78, y la extrema ( $E_{min}/E_{máx.}$ ) en 0,62.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 1,94 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 21 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 269 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 3,9 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



### 1.2.2.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

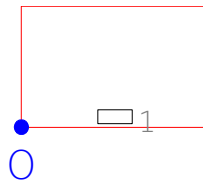
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Normalux-D-200L-9W	D-200L	Normalux	D-200L	80	200	9

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-200L-9W	0,88	0,09	2,50	0	0	0,1

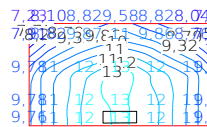
--	--	--	--	--	--	--	--

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 35 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 10 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 7,18 lux y una iluminancia máxima de 13 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

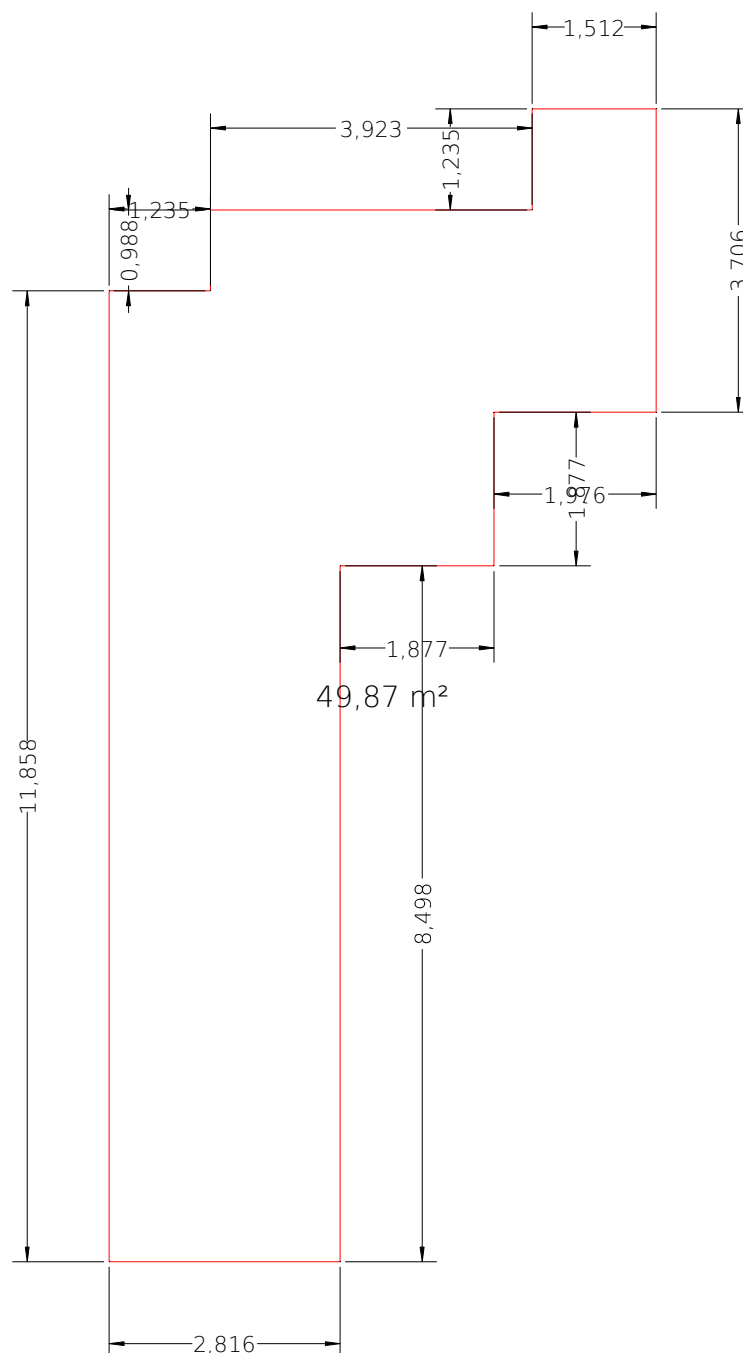


### 1.2.3. PASILLO PB

Local destinado a áreas de circulación y pasillos.

#### 1.2.3.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 49,87 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 41,50 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 14,08 m de ancho por 6,67 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,00 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,80 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,86. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 525 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (49,87 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (116,21 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (49,87 m<sup>2</sup>).

### **1.2.3.2. ILUMINACIÓN NORMAL**

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a áreas de circulación y pasillos, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 28. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 40.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

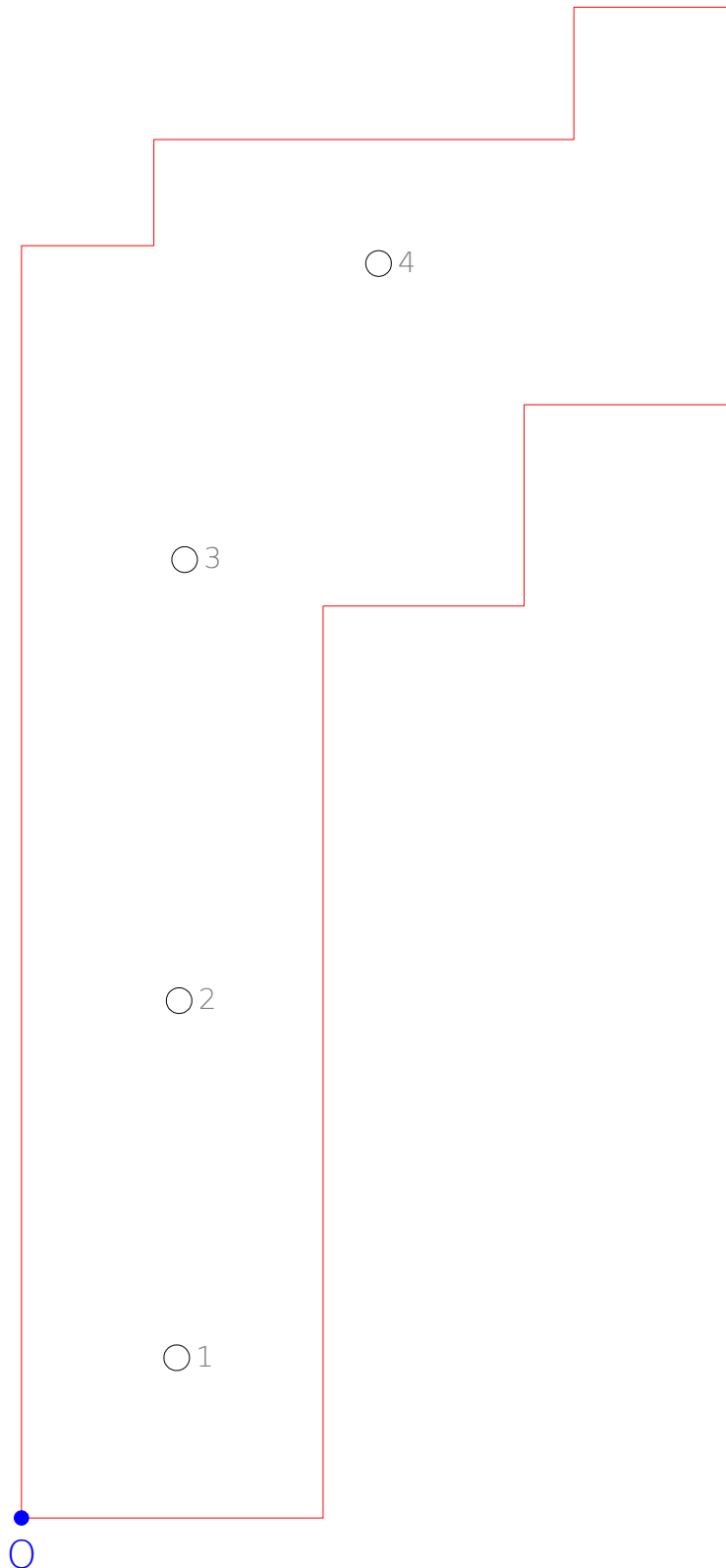
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
3	Lug light factory-300031.00033-20W	3460_2 LUGSTAR LB LED 2300 830 DALI	Lug light factory	ML1401520W830.01C	80	1.900	20
1	Lug light factory-300031.00040-26W	3459_1 LUGSTAR LB LED 3000 840 DALI IP44	Lug light factory	ML1401620W840.01C	80	2.700	26

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00033-20W	1,45	1,49	2,80	0	0	0
2	Lug light factory-300031.00033-20W	1,47	4,82	2,80	0	0	0
3	Lug light factory-300031.00033-20W	1,52	8,93	2,80	0	0	0
4	Lug light factory-300031.00040-26W	3,33	11,69	2,80	0	0	0

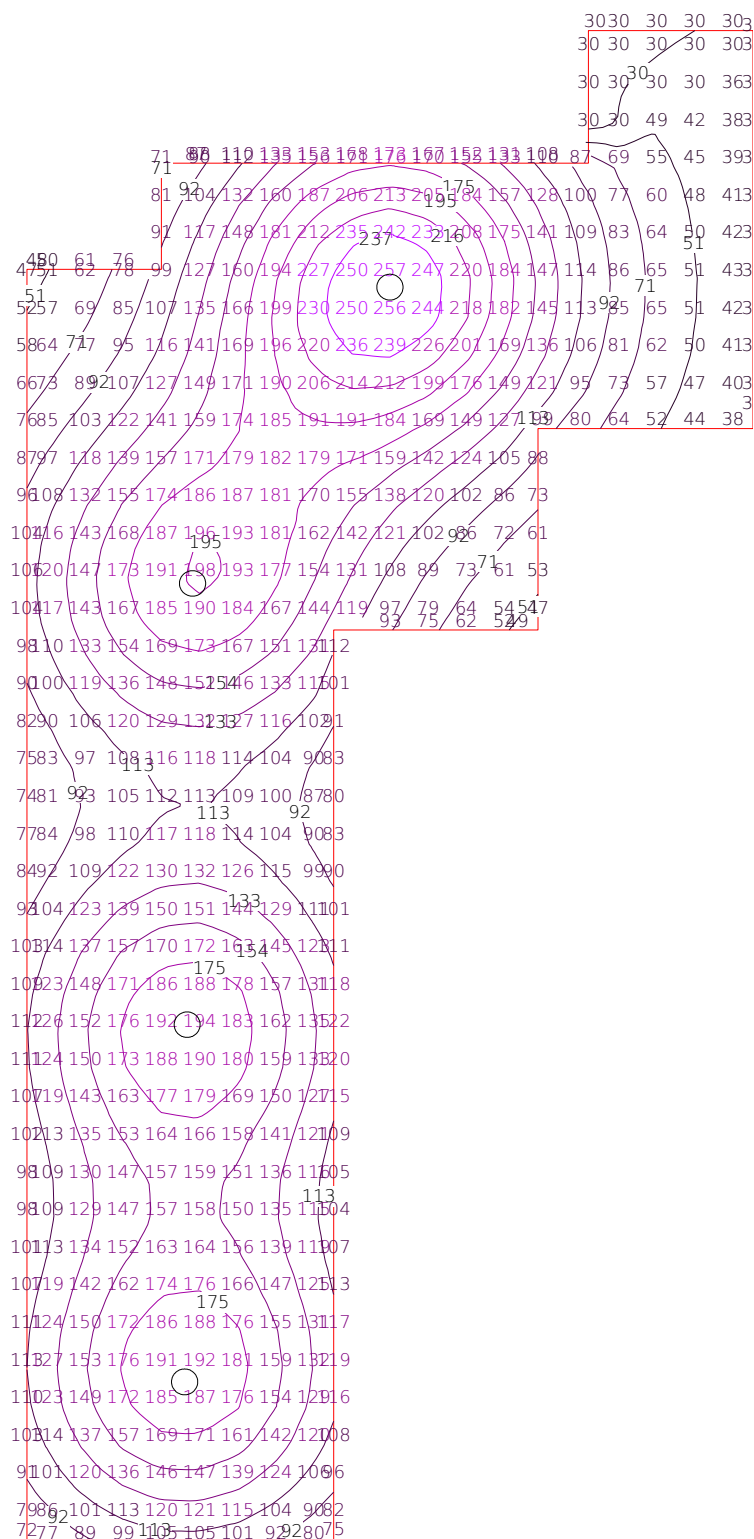
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 525 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 123 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

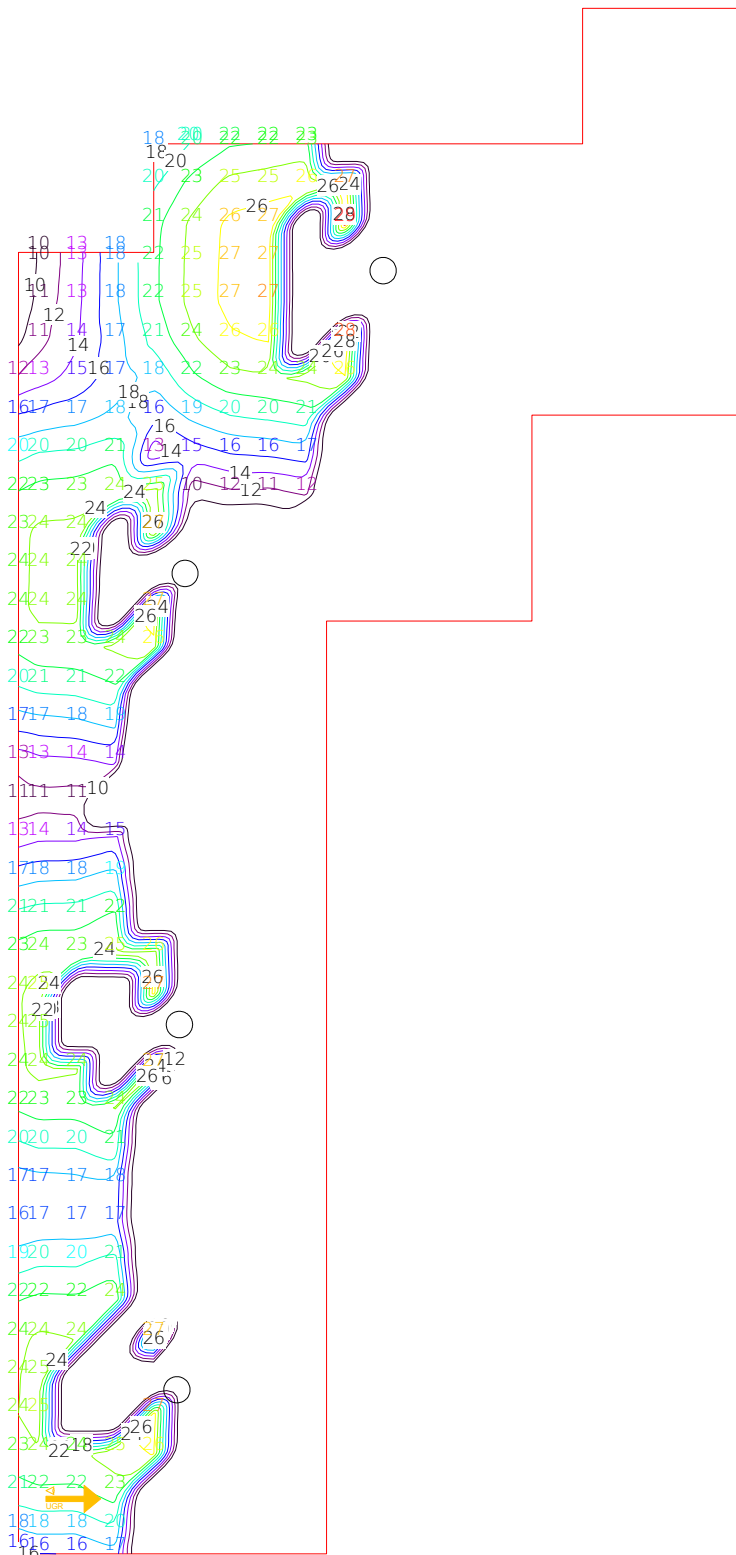
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 30 lux y una iluminancia máxima de 257 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,24, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,12.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 49,87 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 86 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 123 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,4 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 28 aconsejado.



### 1.2.3.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

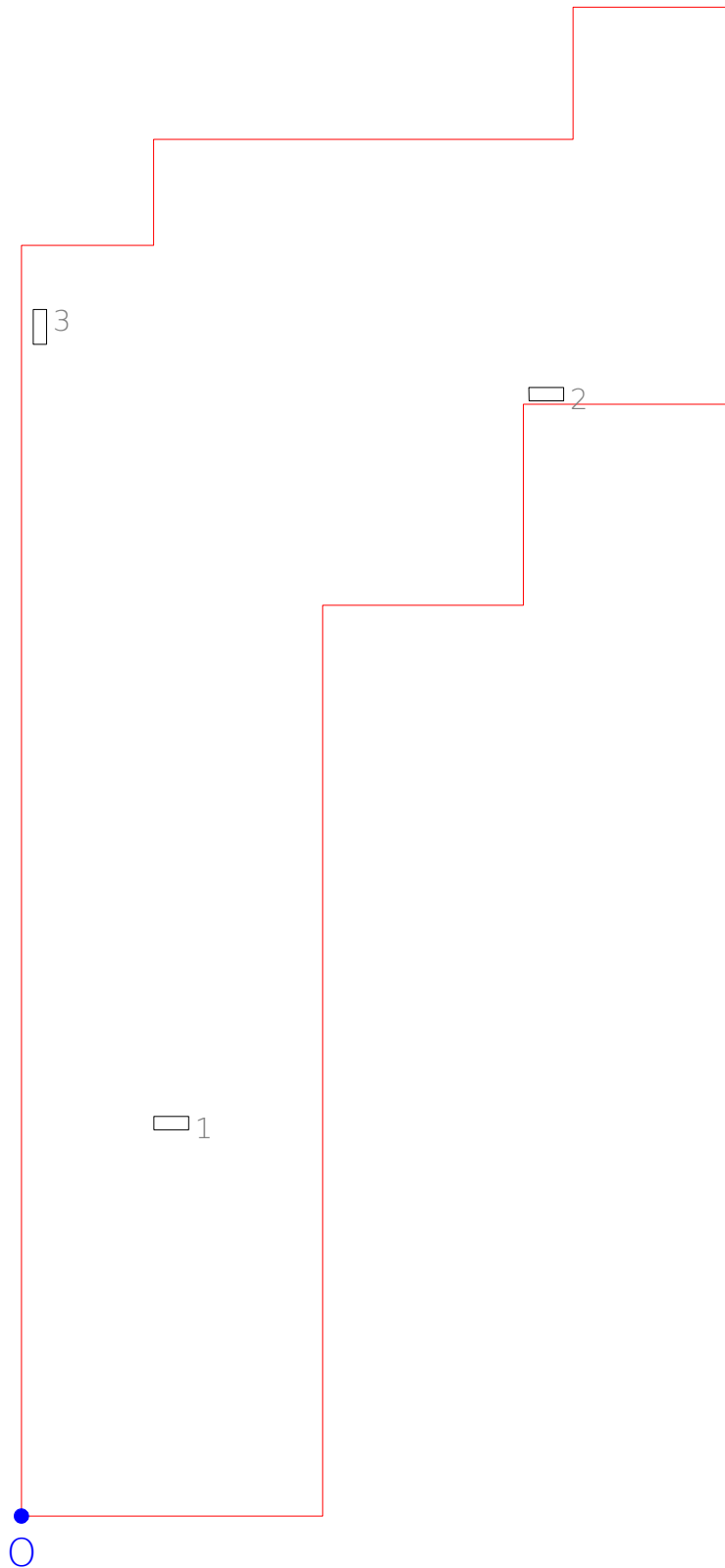
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Normalux-D-300L-9W	D-300L	Normalux	D-300L	80	350	9
2	Normalux-D-200L-9W	D-200L	Normalux	D-200L	80	200	9

--	--	--	--	--	--	--	--

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-300L-9W	1,40	3,67	2,74	0	0	-180
2	Normalux-D-200L-9W	4,91	10,47	2,74	0	0	0,3
3	Normalux-D-200L-9W	0,17	11,10	2,74	0	0	90

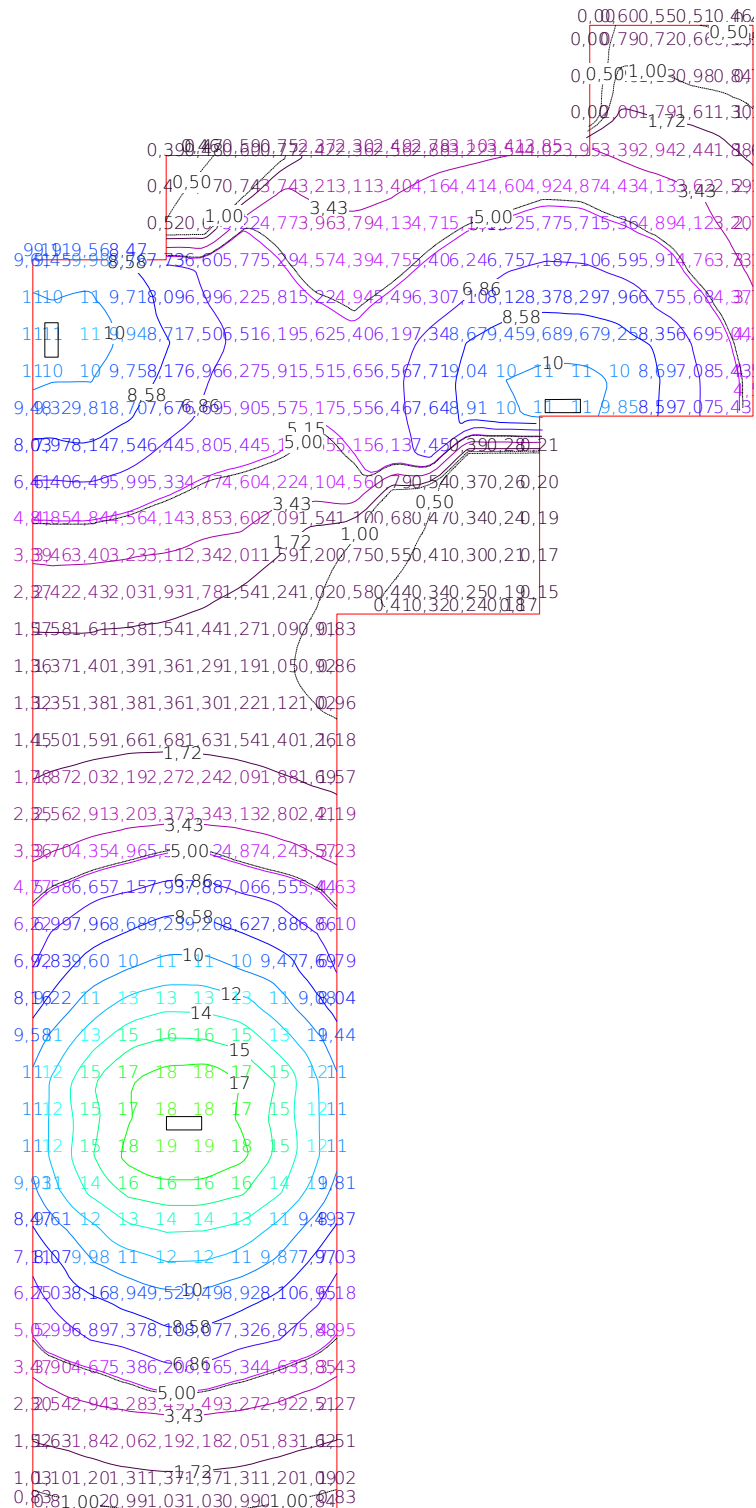
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:





Según cálculos realizados para una malla de 525 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 5,54 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,00 lux y una iluminancia máxima de 19 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

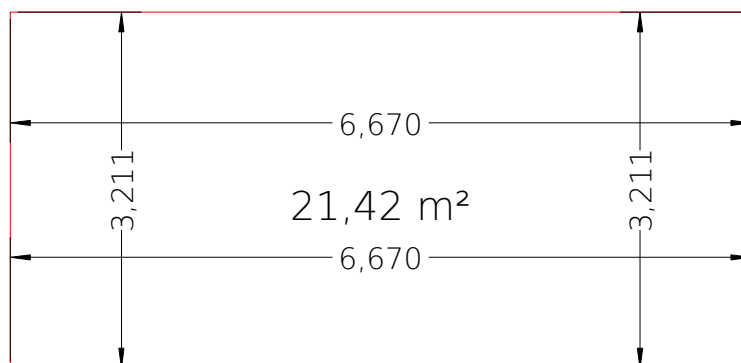


#### 1.2.4. S. DESCANSO

Local destinado a zonas generales de uso público.

##### 1.2.4.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 21,42 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 19,76 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 3,21 m de ancho por 6,67 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,11 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,84 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,18. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 231 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (21,42 m²), 50 % para las paredes (55,34 m²), y 20 % para el suelo (21,42 m²).

#### 1.2.4.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a zonas generales de uso público, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 300 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 22. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 3,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
3	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	2792_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	3.700	42

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	1,48	1,61	2,69	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	3,33	1,61	2,69	0	0	0
3	Lug light factory-060281.5L06.512-42W	5,18	1,61	2,69	0	0	0

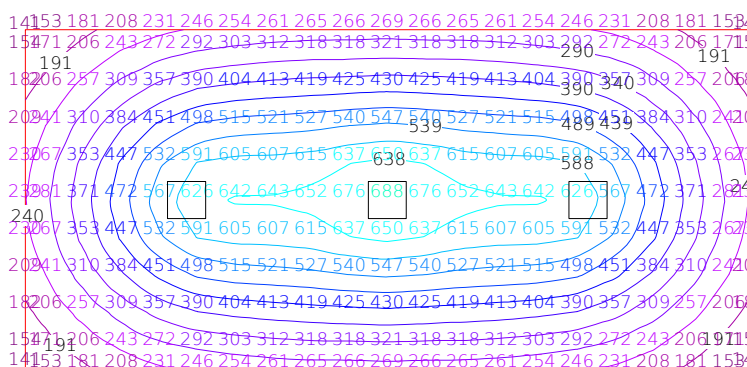
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 231 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 365 lux (Suficientes para los 300 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

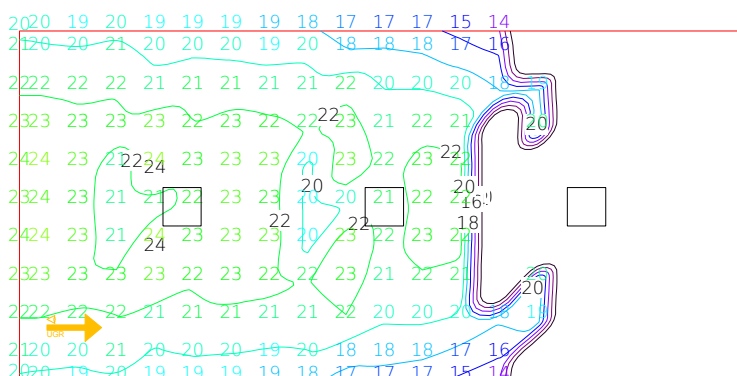
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 141 lux y una iluminancia máxima de 688 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,39, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,20.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 21,42 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 126 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 365 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,6 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 3,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 22 aconsejado.



### 1.2.4.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

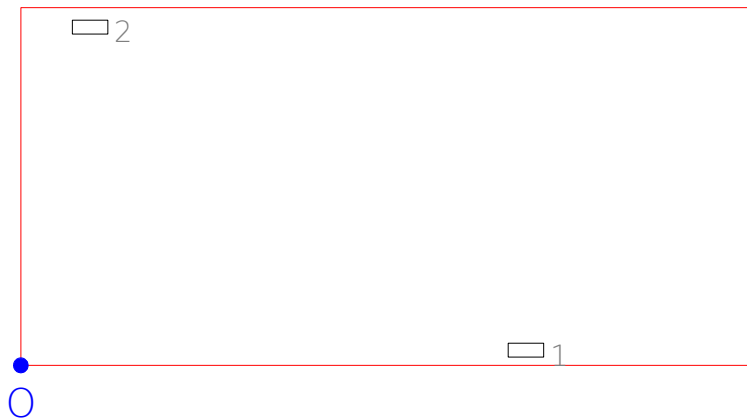
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)

2	Normalux-D-100L-9W	D-100L	Normalux	D-100L	80	110	9
---	--------------------	--------	----------	--------	----	-----	---

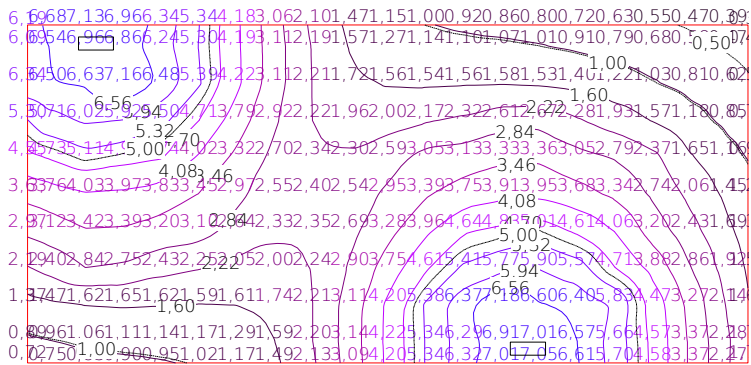
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-100L-9W	4,63	0,14	2,50	0	0	0
2	Normalux-D-100L-9W	0,63	3,04	2,50	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 231 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 3,12 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,36 lux y una iluminancia máxima de 7,18 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

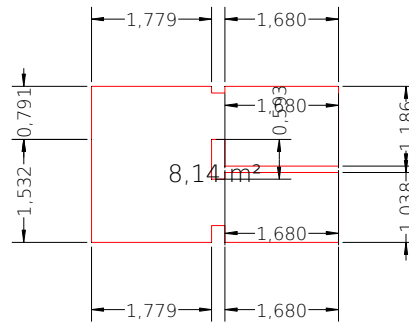


### 1.2.5. VESTUARIO 1 PB

Local destinado a vestuarios, salas de lavado, servicios.

#### 1.2.5.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 8,14 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 17,39 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,32 m de ancho por 3,66 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,50. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 96 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (8,14 m²), 50 % para las paredes (48,70 m²), y 20 % para el suelo (8,14 m²).

### 1.2.5.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a vestuarios, salas de lavado, servicios, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

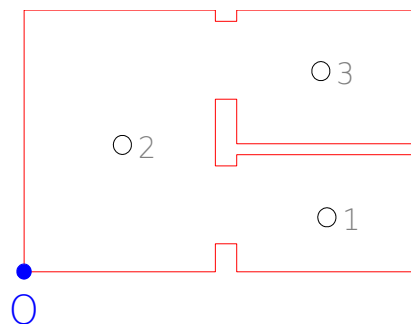
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-300031.00102-13W	4423_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 1400 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.050	13
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00102-13W	2,82	0,48	2,71	0	0	0
2	Lug light factory-300031.00104-21W	0,92	1,13	2,71	0	0	0
3	Lug light factory-300031.00102-13W	2,76	1,78	2,71	0	0	0

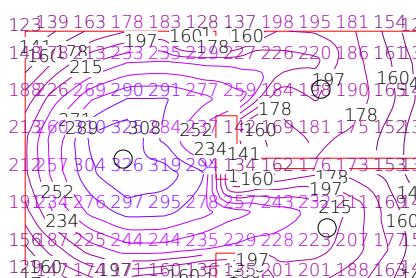
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 96 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 203 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

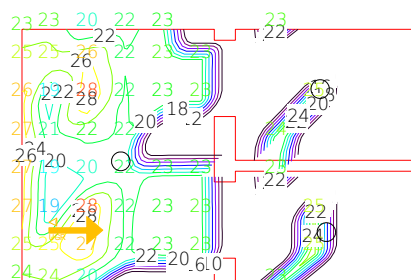
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 123 lux y una iluminancia máxima de 326 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,61, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,38.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 8,14 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 46 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 203 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,8 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.

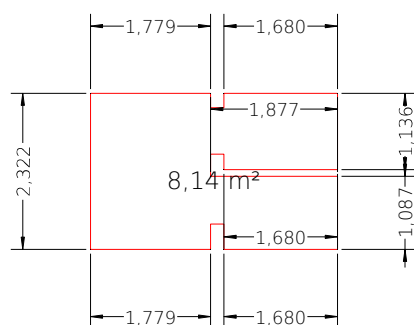


## 1.2.6. VESTUARIO 2 PB

Local destinado a vestuarios, salas de lavado, servicios.

### 1.2.6.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 8,14 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 17,36 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,32 m de ancho por 3,66 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,50. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 96 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (8,14 m²), 50 % para las paredes (48,60 m²), y 20 % para el suelo (8,14 m²).

### 1.2.6.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a vestuarios, salas de lavado, servicios, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

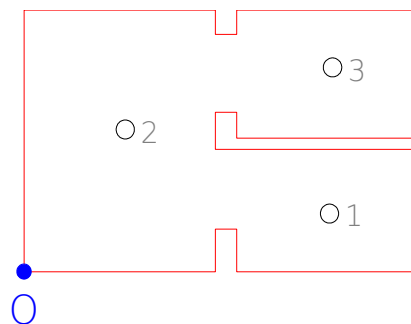
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Lug light factory-300031.00102-13W	4423_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 1400 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.050	13
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00102-13W	2,84	0,52	2,71	0	0	0
2	Lug light factory-300031.00104-21W	0,94	1,26	2,71	0	0	0
3	Lug light factory-300031.00102-13W	2,87	1,81	2,71	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

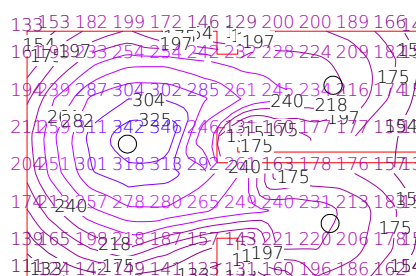




Según cálculos realizados para una malla de 96 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 204 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

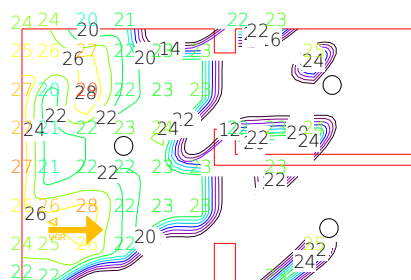
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 111 lux y una iluminancia máxima de 346 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,55, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,32.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 8,14 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 46 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 204 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,7 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



### 1.3. ZONA COMERCIAL

En primer lugar, enumeramos de forma resumida todos los recintos considerados, indicando los datos más significativos de cada uno de ellos:

Local / uso	Índice del local	Nº puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada incluyendo equipos auxiliares	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida en el plano de trabajo	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
	K	n	Fm	P (W)	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Em (lux)	UGR	Ra

Aseo 1 ventas / Aseos de planta	0,50	42	0,85	21	2,6	223	25	80
Aseo 2 ventas / Aseos de planta	0,35	30	0,85	21	4,0	282	25	80
Zona ventas / Area de ventas	1,55	2652	0,80	1428	1,3	358	22	80

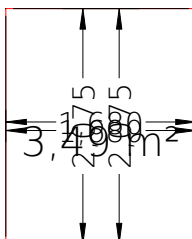
En los siguientes apartados, describimos todos los locales de forma más detallada.

### 1.3.1. ASEO 1 VENTAS

Local destinado a aseos de planta.

#### 1.3.1.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 3,49 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 7,51 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,08 m de ancho por 1,68 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,50. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 42 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (3,49 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (21,03 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (3,49 m<sup>2</sup>).

#### 1.3.1.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a aseos de planta, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

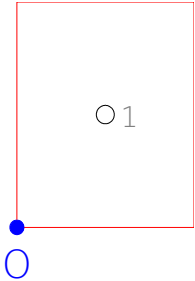
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria	Posición (m)	Rotación (°)
-----------	--------------	--------------

Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00104-21W	0,84	1,04	2,71	0	0	0

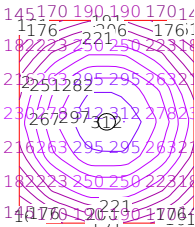
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 42 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 223 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 145 lux y una iluminancia máxima de 312 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,65, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,47.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 3,49 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 21 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 223 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,6 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



### 1.3.1.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

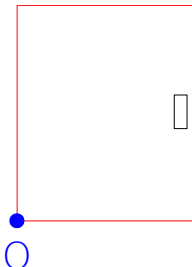
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Normalux-DL-60-5W	DL-60	Normalux	DL-60	80	100	5

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z

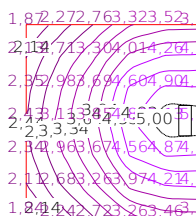
1	Normalux-DL-60-5W	1,55	1,05	2,50	0	0	90

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 42 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 3,49 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 1,84 lux y una iluminancia máxima de 5,13 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

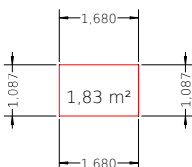


### 1.3.2. ASEO 2 VENTAS

Local destinado a aseos de planta.

#### 1.3.2.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 1,83 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 5,53 m, y una altura entre suelo y techo de 2,80 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 1,09 m de ancho por 1,68 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,09 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 1,86 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,35. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 30 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (1,83 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (15,49 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (1,83 m<sup>2</sup>).

#### 1.3.2.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a aseos de planta, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

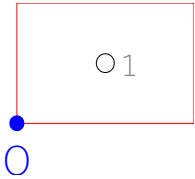
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo	Potencia
-----	------------	--------	------------	----------	----	-------	----------

						(lm)	(W)
1	Lug light factory-300031.00104-21W	4421_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44	Lug light factory	LED 3000K	80	1.900	21

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00104-21W	0,84	0,54	2,71	0	0	0

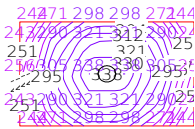
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 30 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 282 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

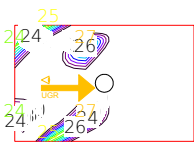
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 243 lux y una iluminancia máxima de 338 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,86, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,72.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 1,83 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 21 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 282 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 4,0 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



### 1.3.2.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

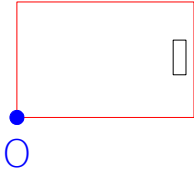
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Normalux-DL-60-5W	DL-60	Normalux	DL-60	80	100	5

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z

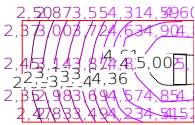
1	Normalux-DL-60-5W	1,54	0,57	2,50	0	0	-90
---	-------------------	------	------	------	---	---	-----

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 30 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 3,86 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 2,35 lux y una iluminancia máxima de 5,12 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

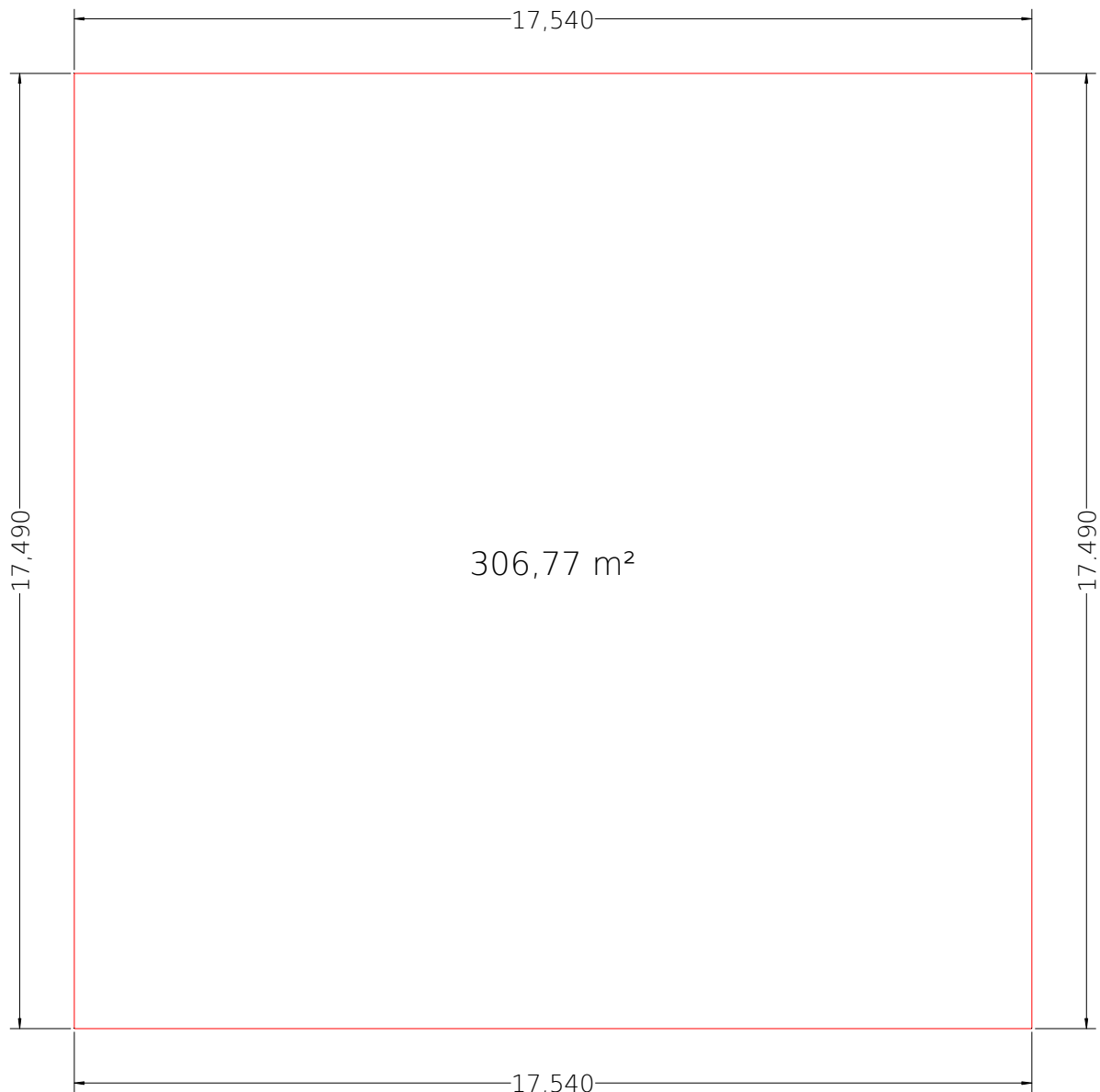


### 1.3.3. ZONA VENTAS

Local destinado a area de ventas.

#### 1.3.3.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 306,77 m² de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 70,06 m, y una altura entre suelo y techo de 6,50 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 17,49 m de ancho por 17,54 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 5,65 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,55. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 2652 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (306,77 m²), 50 % para las paredes (455,39 m²), y 20 % para el suelo (306,77 m²).

### 1.3.3.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a área de ventas, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 300 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 22. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 8,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,80.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
-----	------------	--------	------------	----------	----	------------	--------------

21	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2802_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 595 GK 8800 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	7.100	68
----	---------------------------------------	--	----------------------	-----------------------------	----	-------	----

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2,33	2,31	6,50	0	0	0
2	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	5,55	2,31	6,50	0	0	0
3	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	8,77	2,31	6,50	0	0	0
4	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	11,99	2,31	6,50	0	0	0
5	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	15,21	2,31	6,50	0	0	0
6	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2,33	5,53	6,50	0	0	0
7	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	8,77	5,53	6,50	0	0	0
8	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	15,21	5,53	6,50	0	0	0
9	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2,33	8,75	6,50	0	0	0
10	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	5,55	8,75	6,50	0	0	0
11	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	8,77	8,75	6,50	0	0	0
12	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	11,99	8,75	6,50	0	0	0
13	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	15,21	8,75	6,50	0	0	0
14	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2,33	11,97	6,50	0	0	0
15	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	8,77	11,97	6,50	0	0	0
16	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	15,21	11,97	6,50	0	0	0
17	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2,33	15,19	6,50	0	0	0
18	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	5,55	15,19	6,50	0	0	0
19	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	8,77	15,19	6,50	0	0	0
20	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	11,99	15,19	6,50	0	0	0
21	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	15,21	15,19	6,50	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

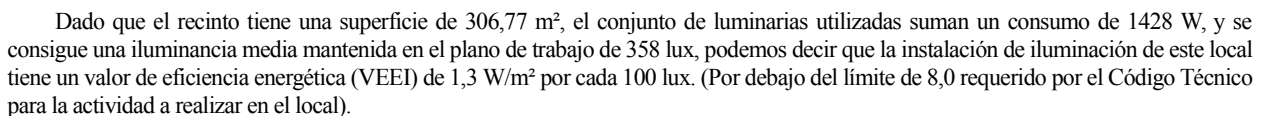




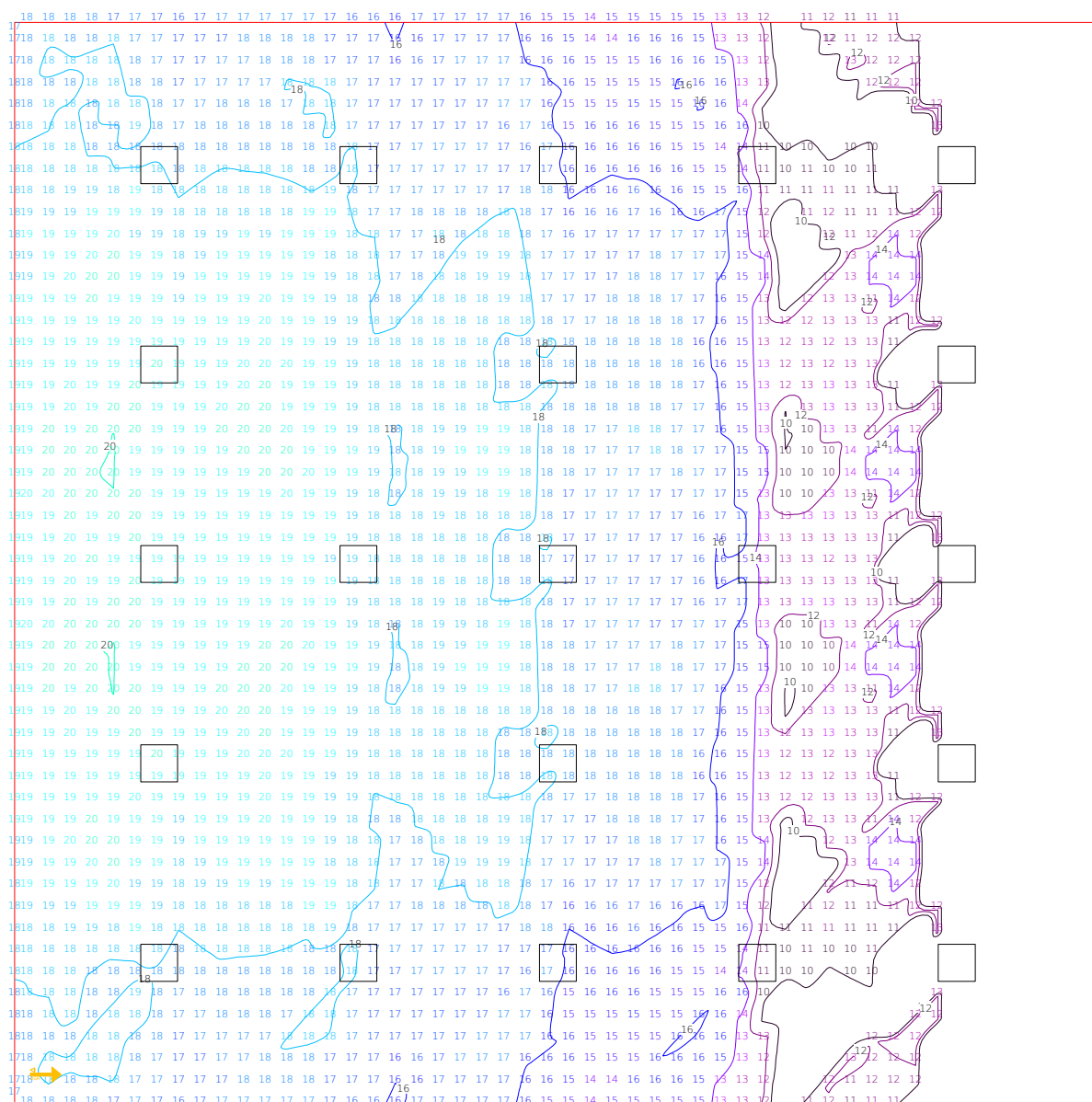
Según cálculos realizados para una malla de 2652 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 358 lux (Suficientes para los 300 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 188 lux y una iluminancia máxima de 461 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,53, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,41.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de  $0,0^\circ$  respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 22 aconsejado.



### 1.3.3.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

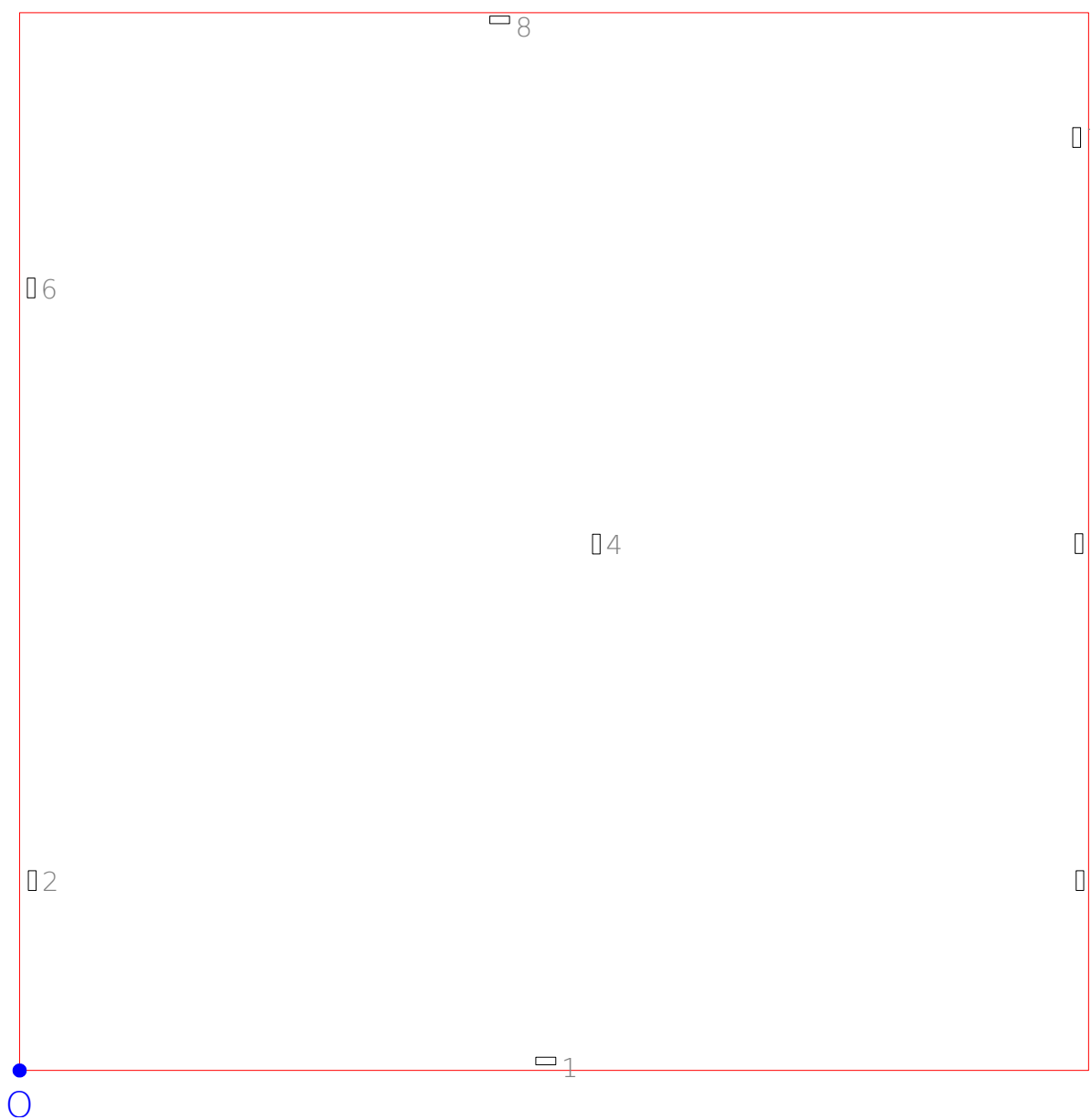
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
8	Normalux-D-200L-9W	D-200L	Normalux	D-200L	80	200	9

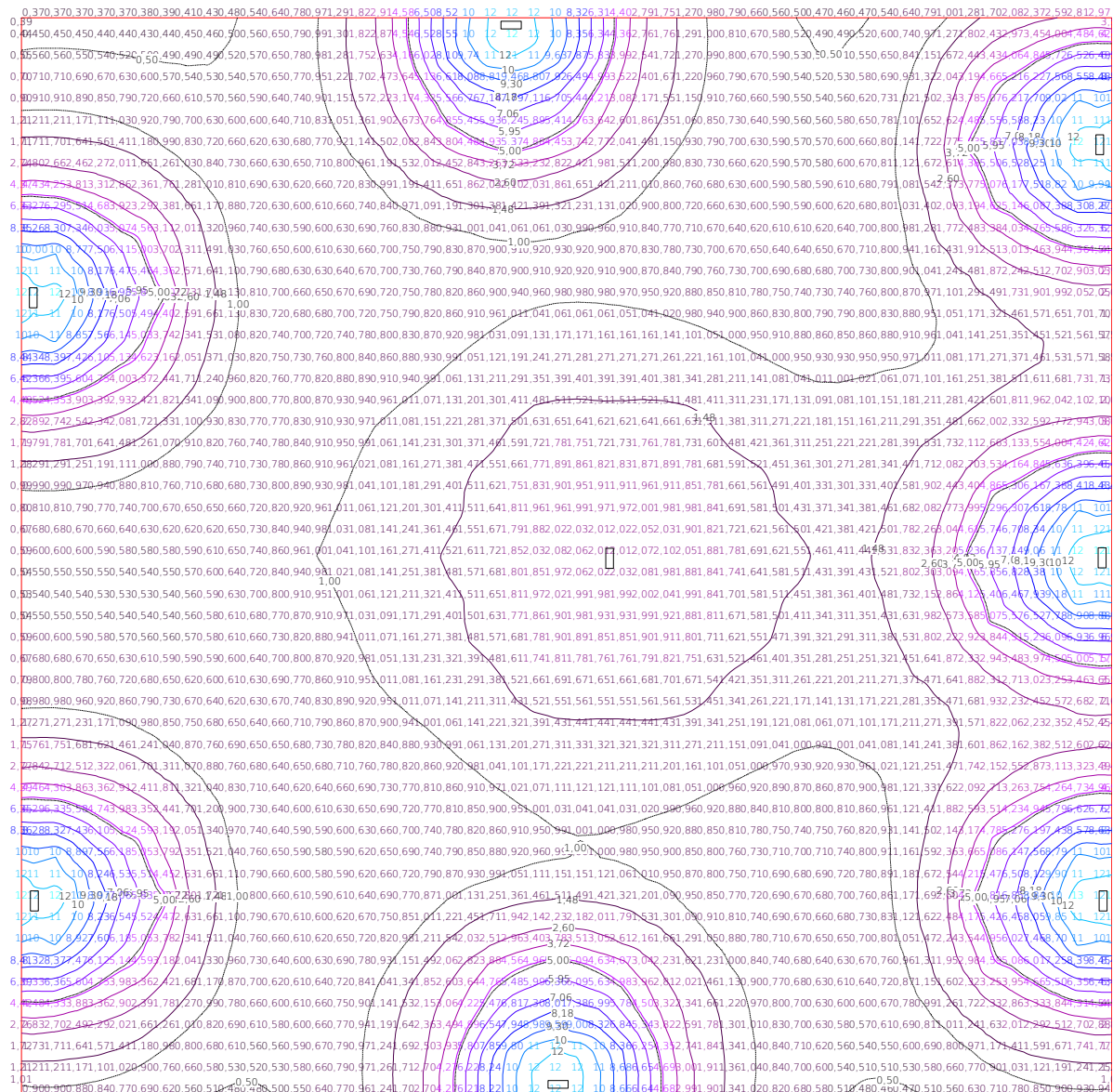
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-200L-9W	8,63	0,16	2,50	0	0	0
2	Normalux-D-200L-9W	0,21	3,14	2,50	0	0	90
3	Normalux-D-200L-9W	17,40	3,14	2,50	0	0	90

4	Normalux-D-200L-9W	9,46	8,71	6,20	0	0	90
5	Normalux-D-200L-9W	17,38	8,71	2,50	0	0	90
6	Normalux-D-200L-9W	0,19	12,94	2,50	0	0	90
7	Normalux-D-200L-9W	17,34	15,43	2,50	0	0	90
8	Normalux-D-200L-9W	7,88	17,37	2,50	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 2652 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 2,40 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,37 lux y una iluminancia máxima de 13 lux. Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



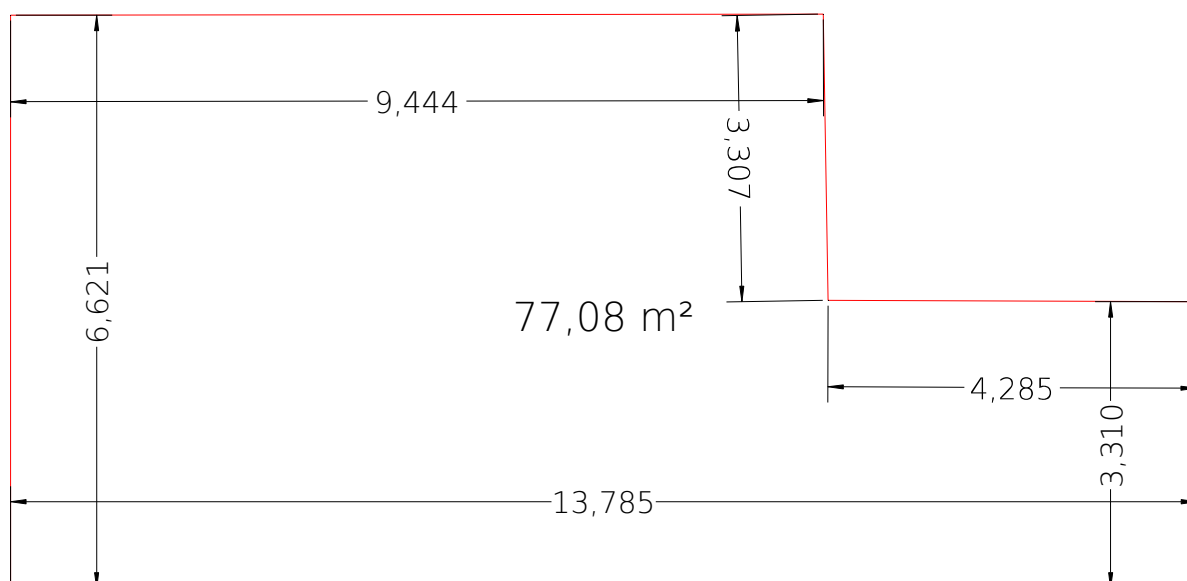
## 1.4. ZONA INDUSTRIAL

### 1.4.1. ALMACÉN VENTAS

Local destinado a almacenes y cuarto de almacén.

#### 1.4.1.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 77,08 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 40,75 m, y una altura entre suelo y techo de 4,00 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 6,63 m de ancho por 13,78 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,50 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,65 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,43. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 712 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (77,08 m²), 50 % para las paredes (163,00 m²), y 20 % para el suelo (77,08 m²).

#### 1.4.1.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a almacenes y cuarto de almacén, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 60.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

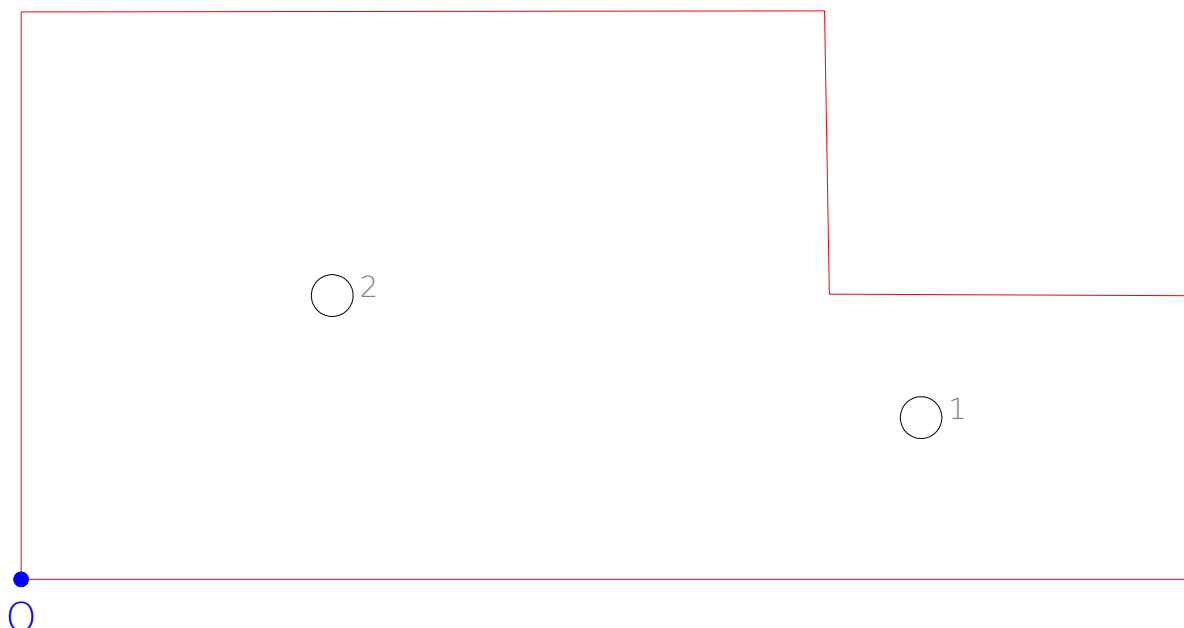
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	IND-PEND-PLH120	PENDULAR PL-H 120W ALUMINIO	Industriales	PL-H 120W	82	9.000	133

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	IND-PEND-PLH120	10,58	1,89	3,50	0	0	0
2	IND-PEND-PLH120	3,66	3,31	3,50	0	0	0

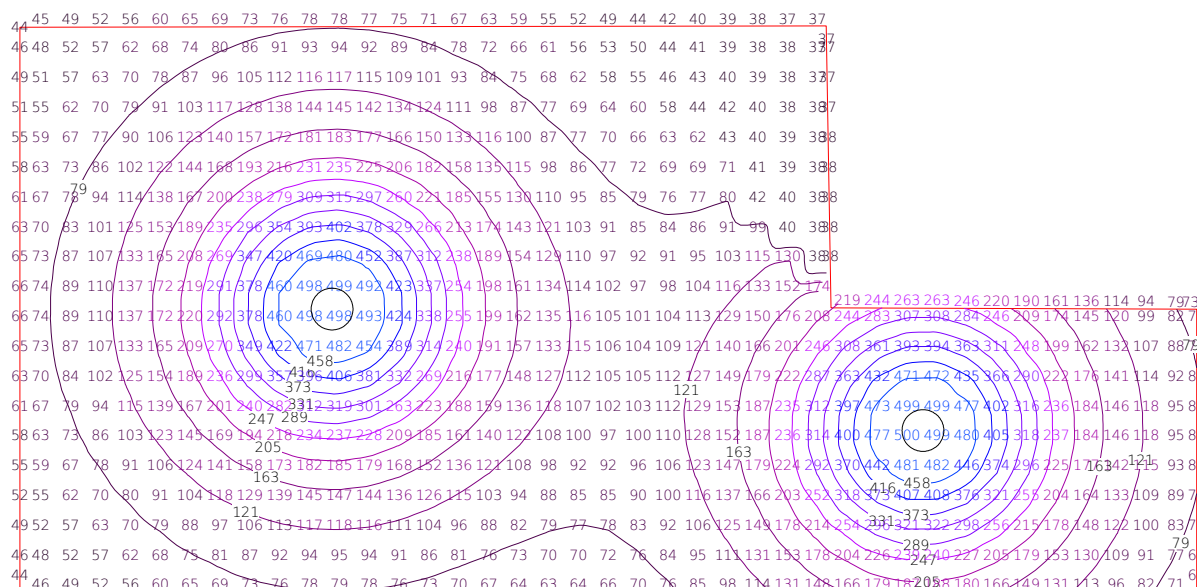
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 712 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 153 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

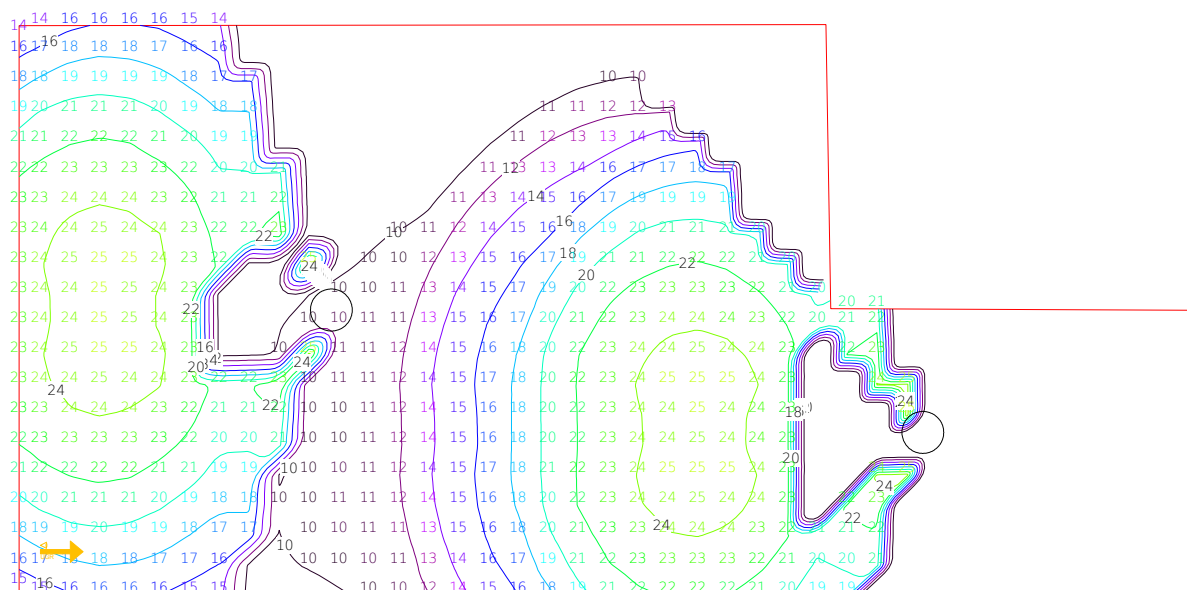
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 37 lux y una iluminancia máxima de 500 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,24, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,07.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 77,08 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 266 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 153 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



### 1.4.1.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

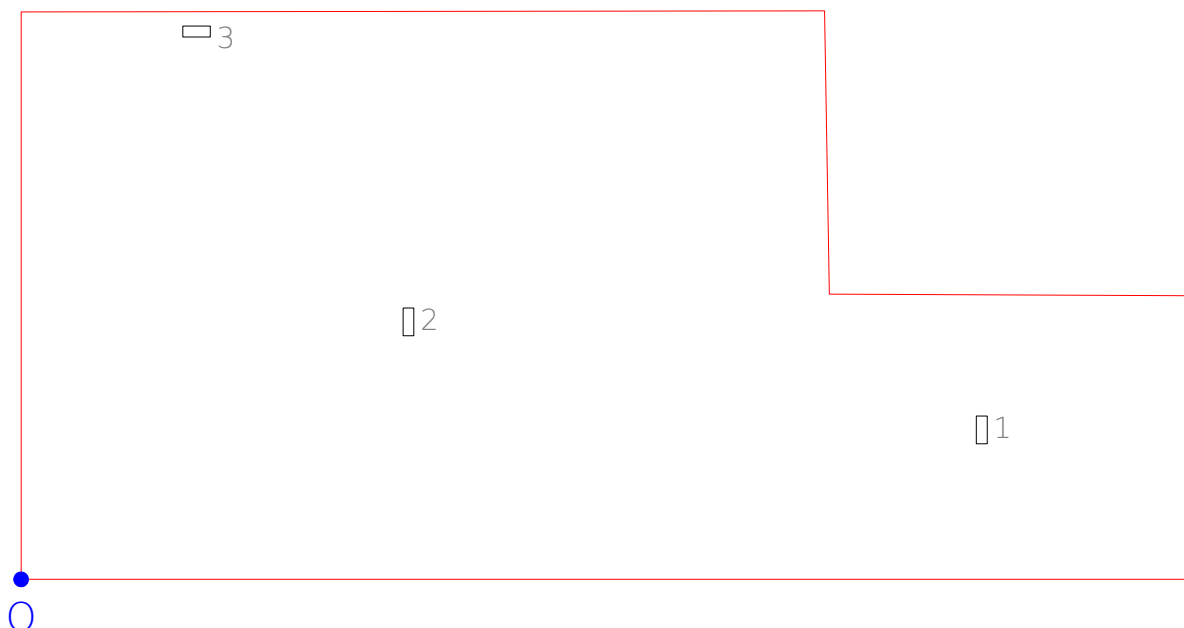
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Normalux-D-400L-9W	D-400L	Normalux	D-400L	80	400	9
1	Normalux-D-200L-9W	D-200L	Normalux	D-200L	80	200	9

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-400L-9W	11,29	1,74	3,94	0	0	90
2	Normalux-D-400L-9W	4,55	3,00	3,94	0	0	90
3	Normalux-D-200L-9W	2,06	6,39	2,50	0	0	0

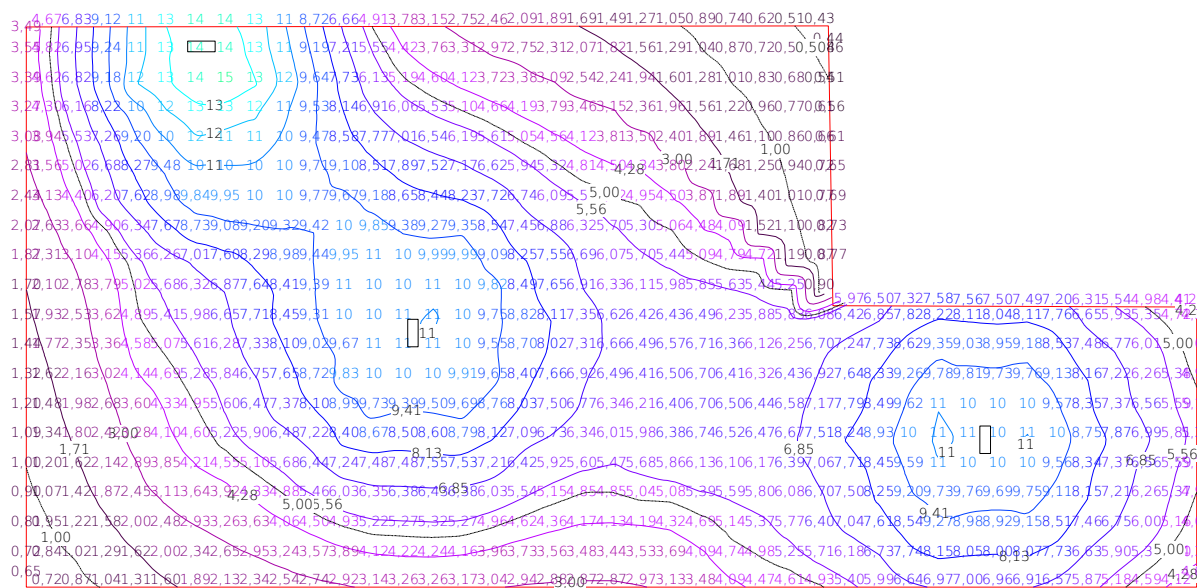
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

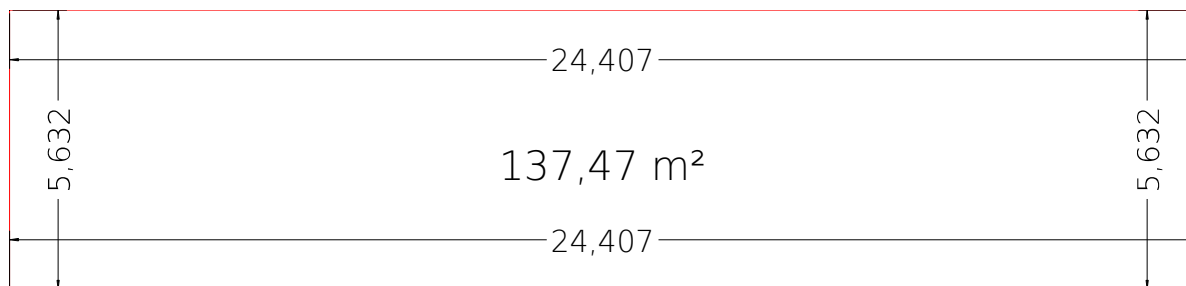




Según cálculos realizados para una malla de 712 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 5,95 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,43 lux y una iluminancia máxima de 15 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:





Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,48 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,67 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,71. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 1278 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (137,47 m²), 50 % para las paredes (240,32 m²), y 20 % para el suelo (137,47 m²).

#### 1.4.2.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a almacenes y cuarto de almacén, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 60.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

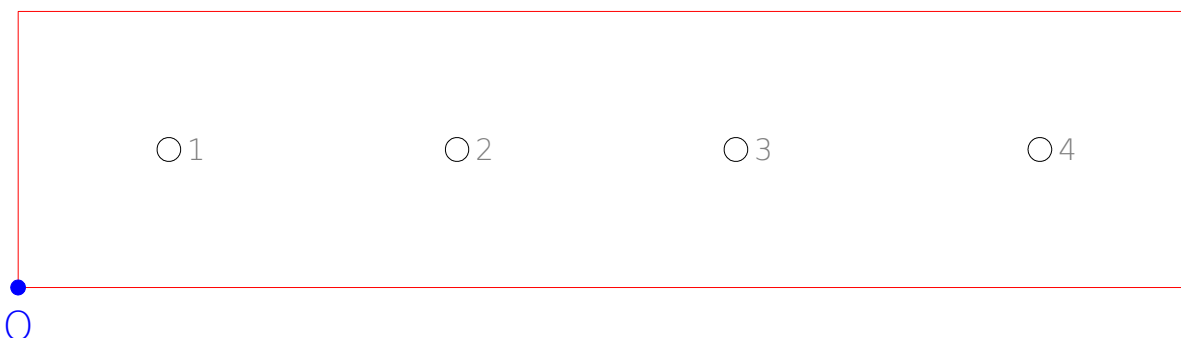
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
4	IND-PEND-PLH120	PENDULAR PL-H 120W ALUMINIO	Industriales	PL-H 120W	82	9.000	133

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	IND-PEND-PLH120	3,14	2,82	3,52	0	0	0
2	IND-PEND-PLH120	9,14	2,82	3,52	0	0	0
3	IND-PEND-PLH120	14,94	2,82	3,52	0	0	0
4	IND-PEND-PLH120	21,27	2,82	3,52	0	0	0

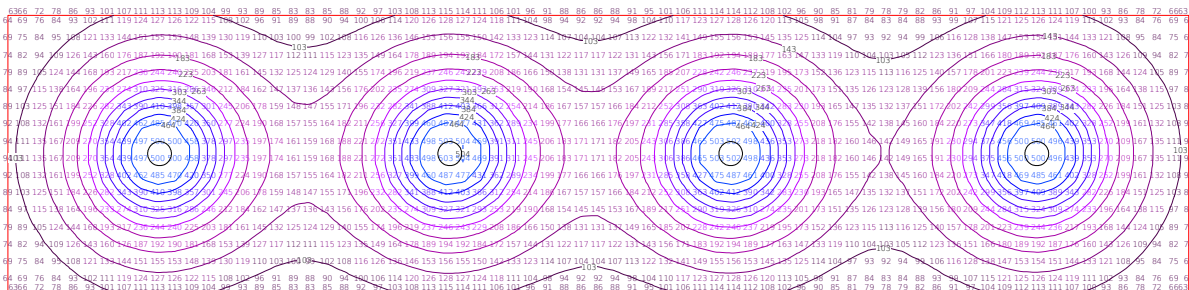
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 1278 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 185 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

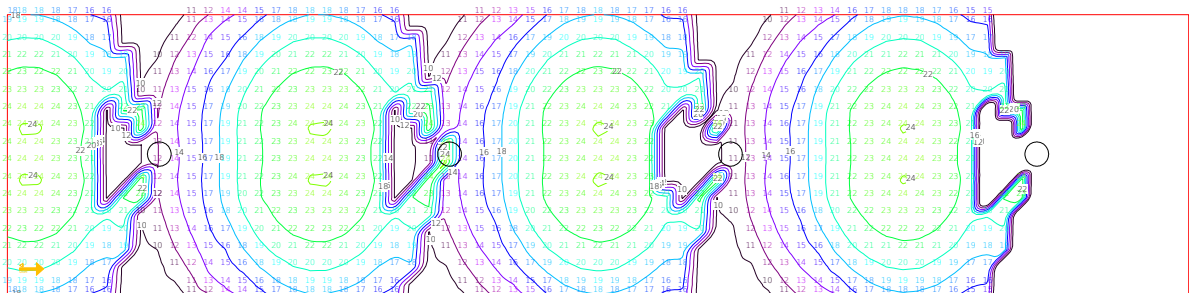
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 63 lux y una iluminancia máxima de 504 lux. La uniformidad media ( $E_{min}/E_{max}$ ) queda establecida en 0,34, y la extrema ( $E_{min}/E_{max}$ ) en 0,12.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 137,47 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 532 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 185 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,1 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



1.4.2.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
4	Normalux-D-300L-9W	D-300L	Normalux	D-300L	80	350	9

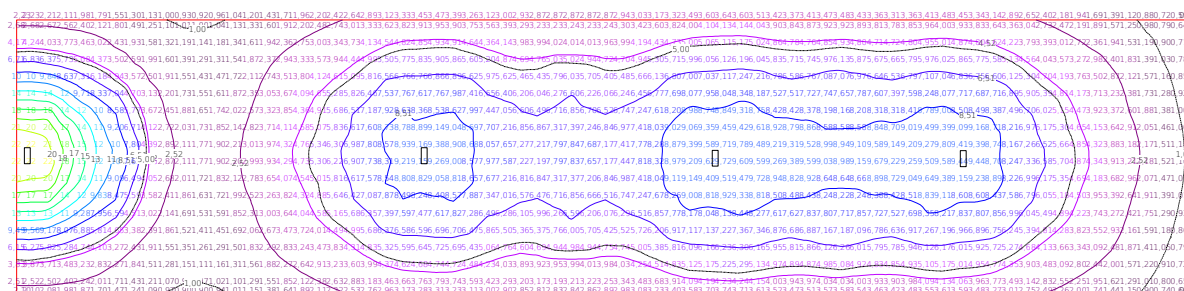
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-300L-9W	19,62	2,79	3,94	0	0	90
2	Normalux-D-300L-9W	14,48	2,80	3,94	0	0	90
3	Normalux-D-300L-9W	0,22	2,85	2,50	0	0	90
4	Normalux-D-300L-9W	8,45	2,85	3,94	0	0	90

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 1278 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 5,26 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,52 lux y una iluminancia máxima de 22 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

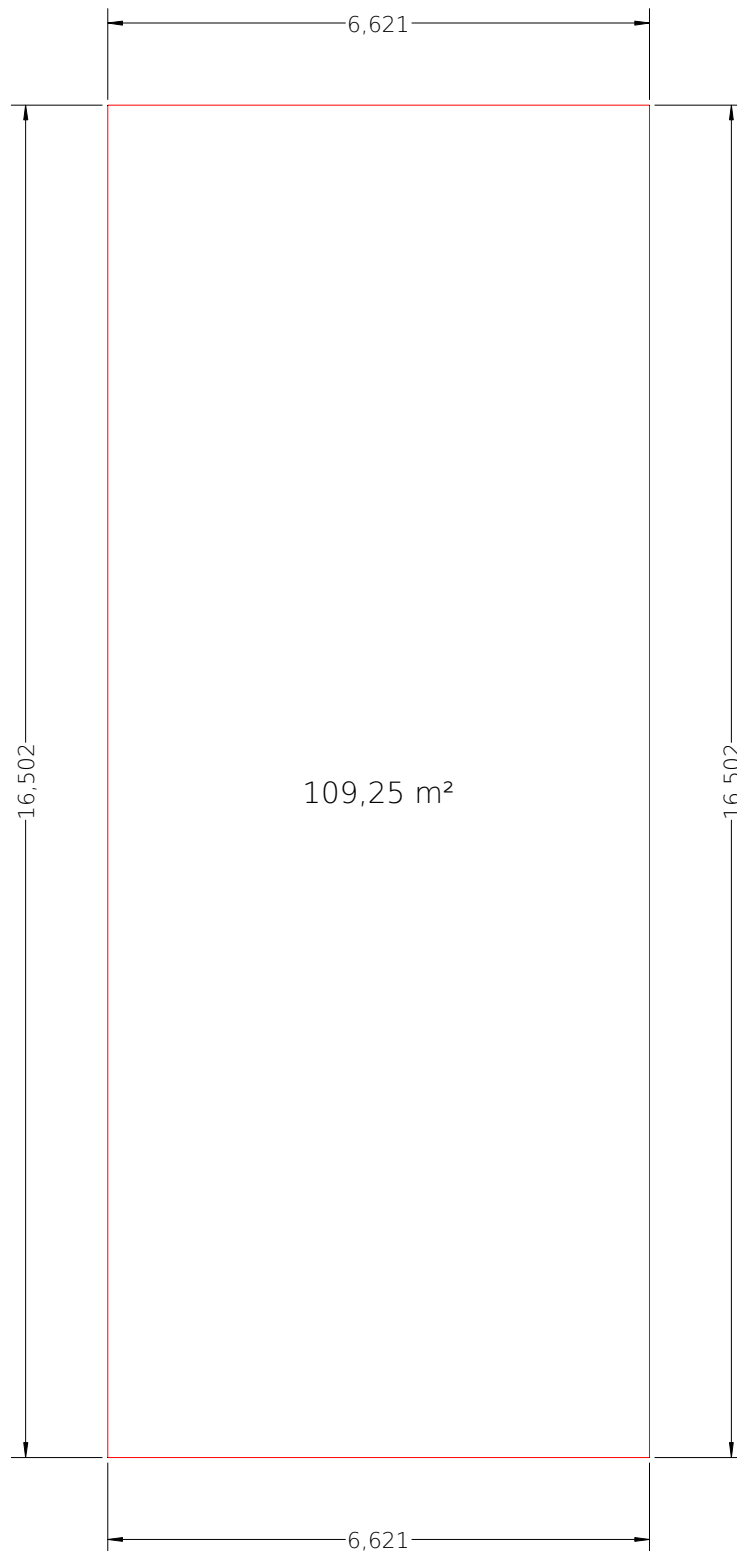


### 1.4.3. ALMACÉN DE PA

Local destinado a almacenes y cuarto de almacén.

#### 1.4.3.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 109,25 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 46,25 m, y una altura entre suelo y techo de 4,00 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 16,50 m de ancho por 6,62 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,50 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,65 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,78. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 980 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (109,25 m²), 50 % para las paredes (184,98 m²), y 20 % para el suelo (109,25 m²).

#### 1.4.3.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a almacenes y cuarto de almacén, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 60.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
3	IND-PEND-PLH120	PENDULAR PL-H 120W ALUMINIO	Industriales	PL-H 120W	82	9.000	133

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	IND-PEND-PLH120	3,31	2,92	3,50	0	0	0
2	IND-PEND-PLH120	3,31	8,25	3,50	0	0	0
3	IND-PEND-PLH120	3,31	13,58	3,50	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

0

○<sup>1</sup>

○<sup>2</sup>

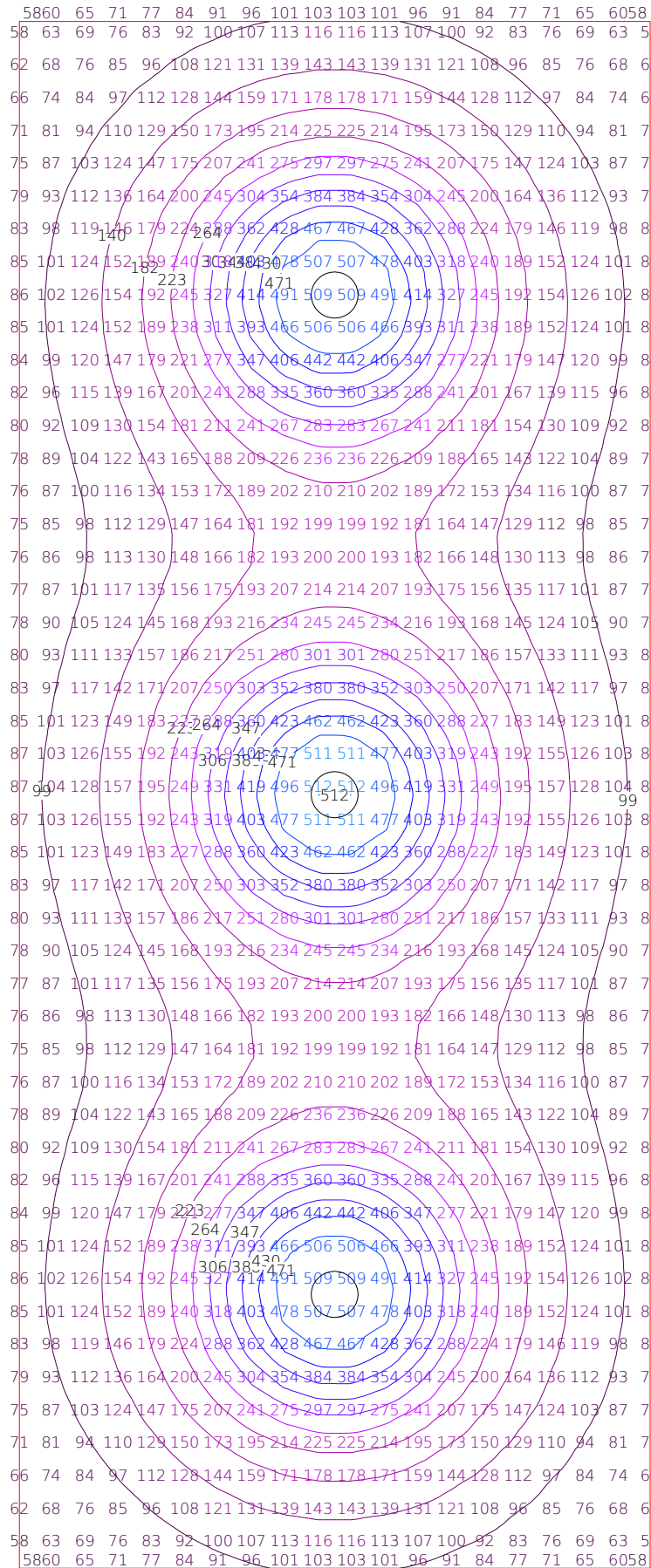
○<sup>3</sup>

Según cálculos realizados para una malla de 980 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 182 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 58 lux y una iluminancia máxima de 512 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,32, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,11.

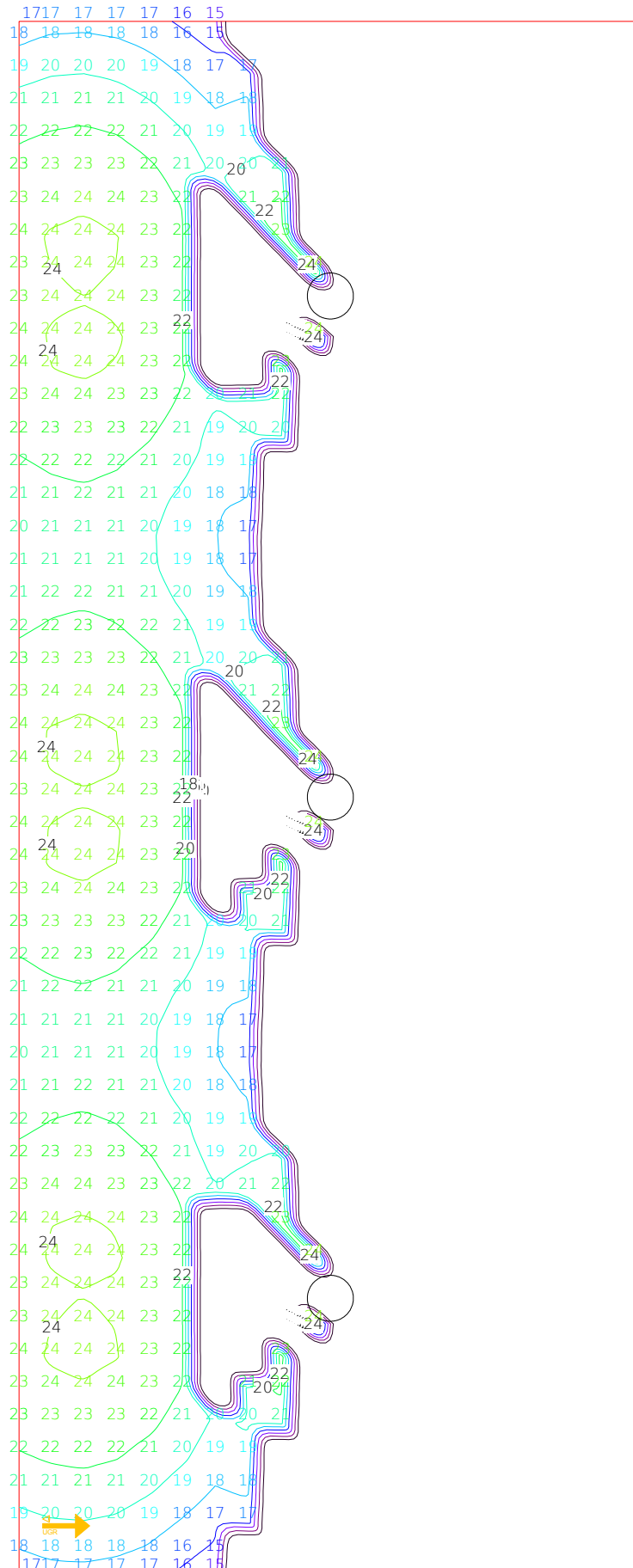
Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:





Dado que el recinto tiene una superficie de 109,25 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 399 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 182 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,0 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.



### 1.4.3.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
3	Normalux-D-400L-9W	D-400L	Normalux	D-400L	80	400	9

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-400L-9W	0,16	2,74	2,50	0	0	90
2	Normalux-D-400L-9W	3,27	6,31	3,94	0	0	0
3	Normalux-D-400L-9W	3,30	11,91	3,94	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

0



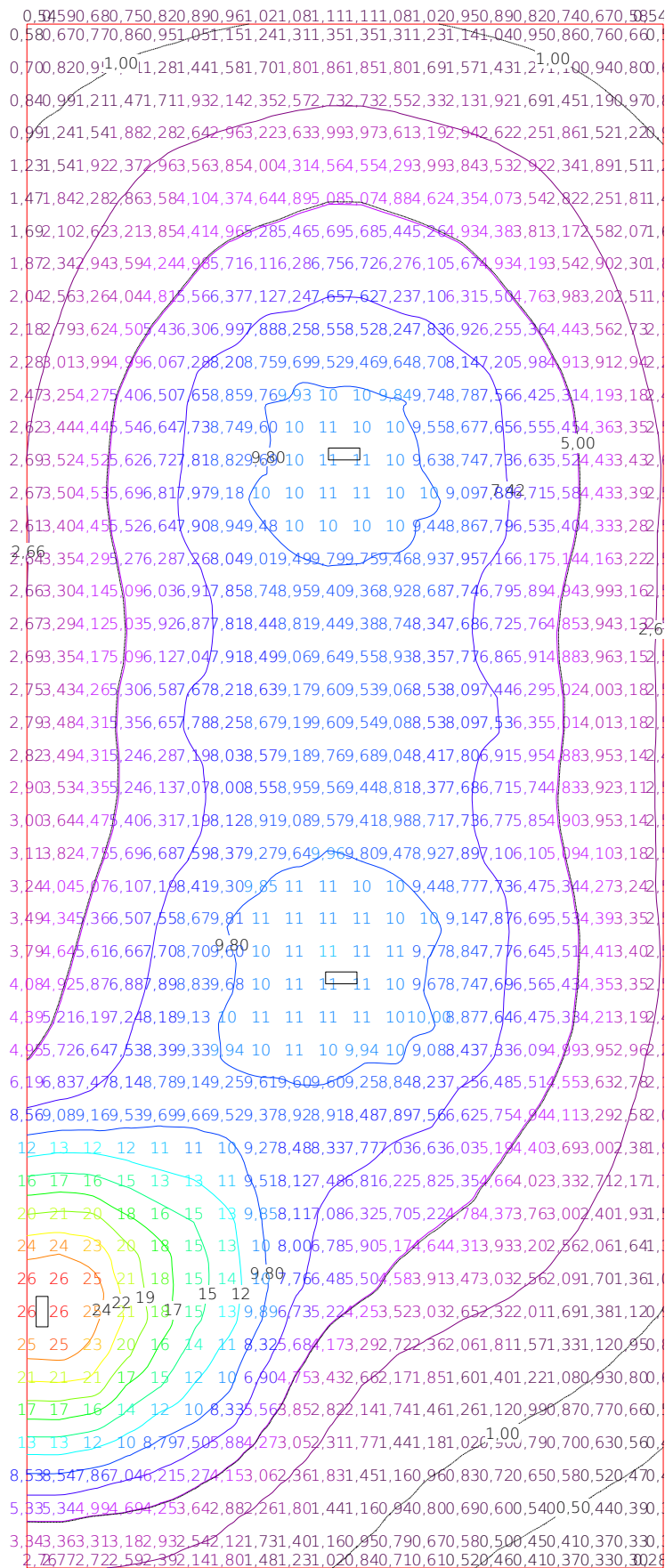
$\square^1$

$\square^2$

$\square^3$

Según cálculos realizados para una malla de 980 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 5,84 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,28 lux y una iluminancia máxima de 26 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

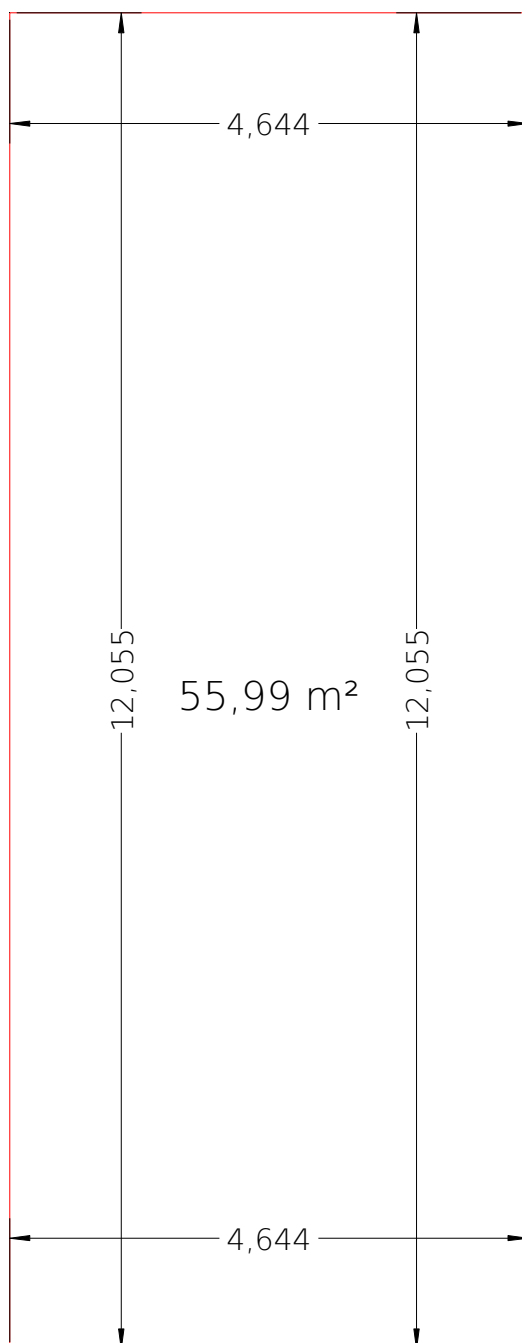


#### 1.4.4. CABINA DE PINTURA

Local destinado a pintura, cámara, pulverización.

##### 1.4.4.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 55,99 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 33,40 m, y una altura entre suelo y techo de 3,50 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 12,06 m de ancho por 4,64 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,50 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,15 m, obtenemos un índice del local **K** de 1,56. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 9 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 540 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (55,99 m<sup>2</sup>), 50 % para las paredes (116,90 m<sup>2</sup>), y 20 % para el suelo (55,99 m<sup>2</sup>).



#### 1.4.4.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a pintura, cámara, pulverización, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 750 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 22. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,70.

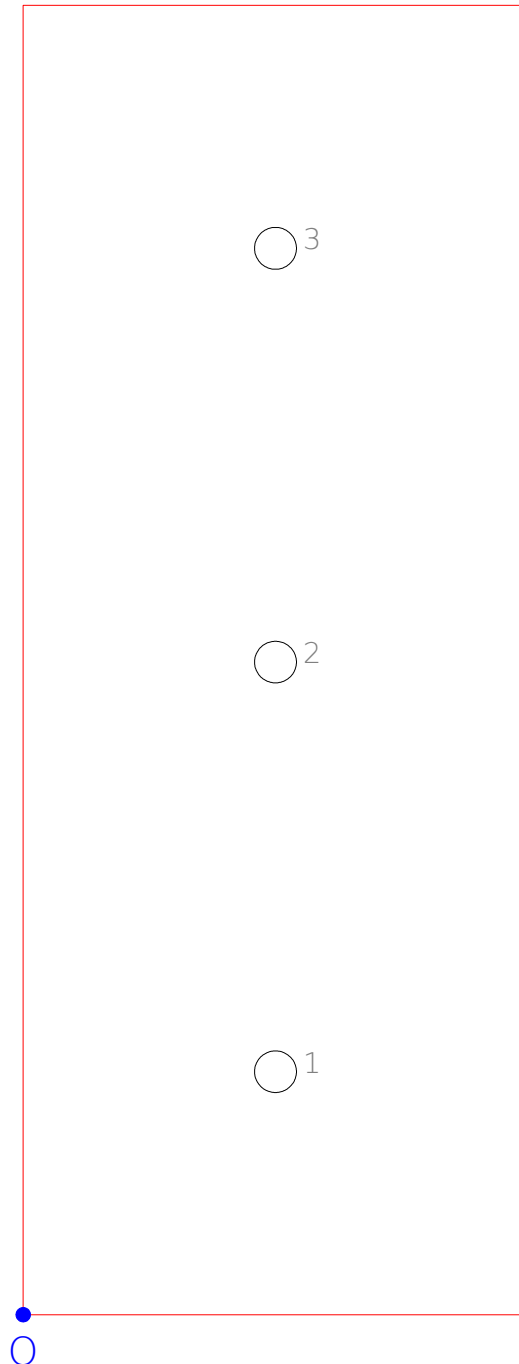
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
3	Cortem-EWL-1001-177W	EWL-100, OPTY,XPL,RIFL,78,177W	Cortem	1006B/CL307/14-14L	80	23.010	177

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Cortem-EWL-1001-177W	2,32	2,24	3,00	0	0	0
2	Cortem-EWL-1001-177W	2,32	6,01	3,00	0	0	0
3	Cortem-EWL-1001-177W	2,32	9,82	3,00	0	0	0

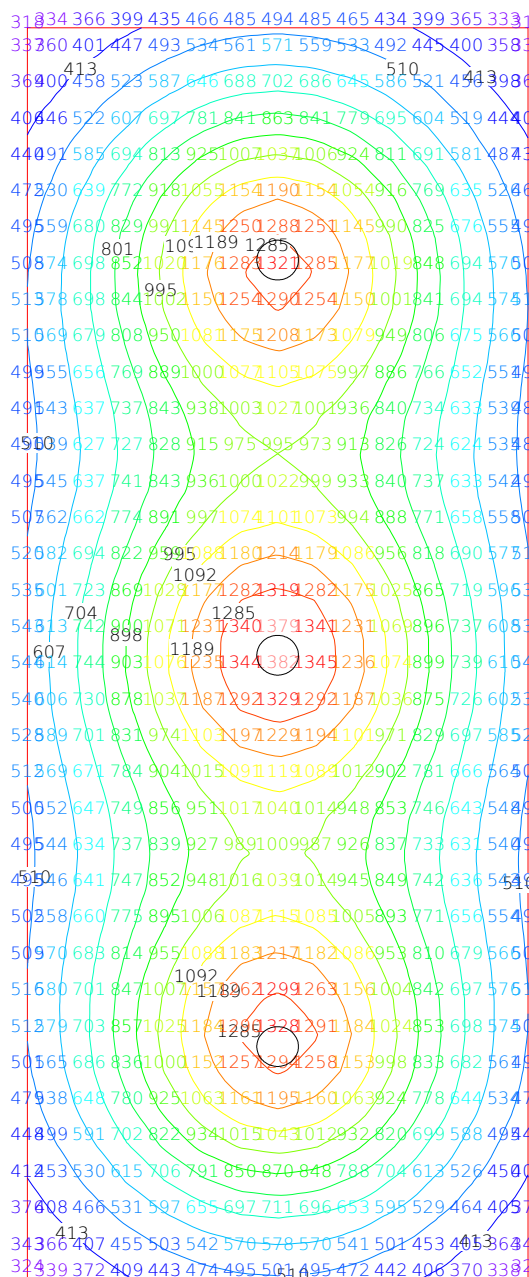
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 540 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 764 lux (Suficientes para los 750 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

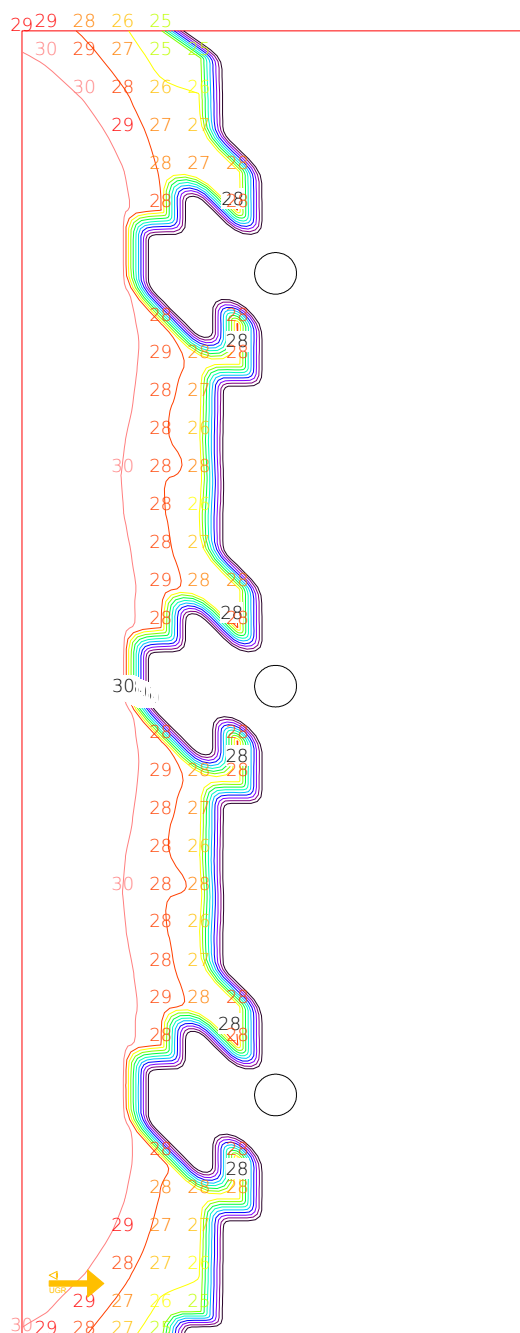
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 316 lux y una iluminancia máxima de 1.382 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,41, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,23.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 55,99 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 531 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 764 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,2 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 22 aconsejado.



#### 1.4.4.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

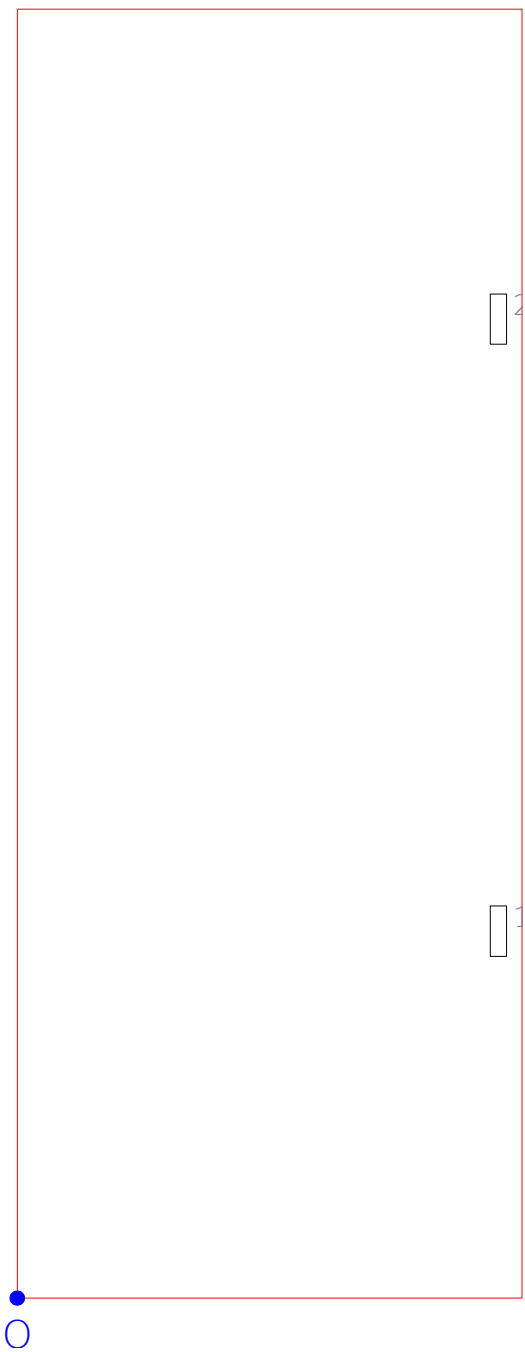
Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
2	Normalux-EX-400-9W	EX-400	Normalux	EX-400	82	400	9

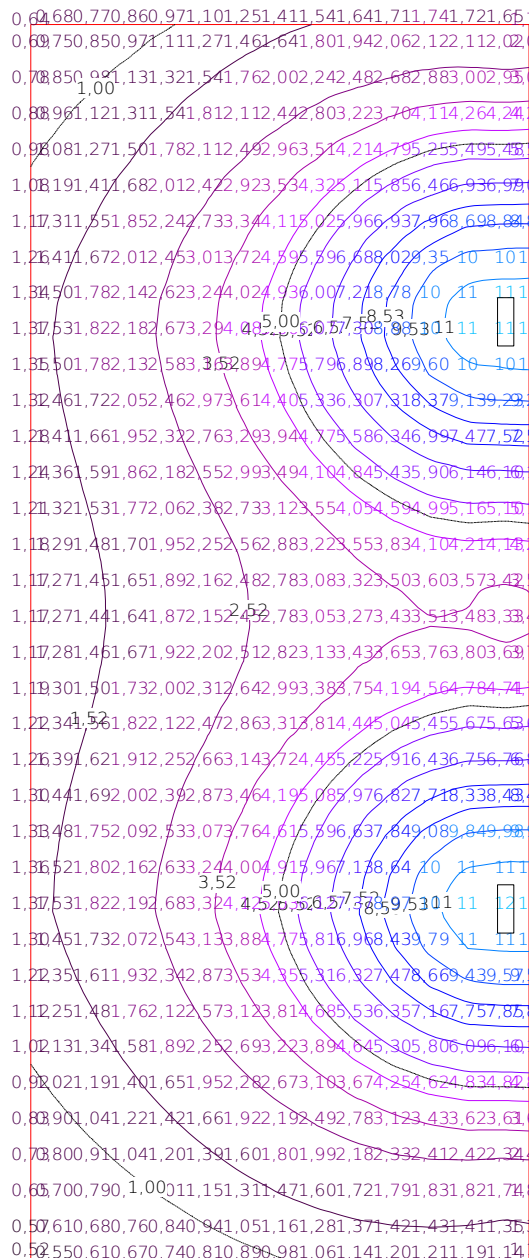
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-EX-400-9W	4,43	3,43	2,50	0	0	0

2	Normalux-EX-400-9W	4,43	9,16	2,50	0	0	0
---	--------------------	------	------	------	---	---	---

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 540 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 3,60 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,52 lux y una iluminancia máxima de 12 lux. Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

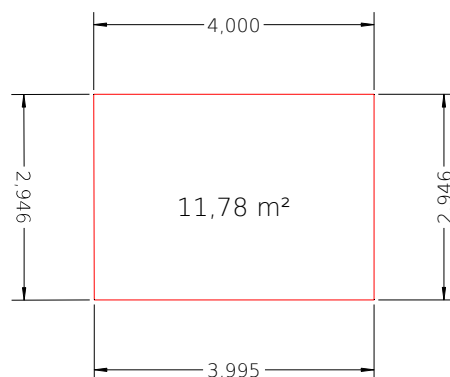


#### 1.4.5. SALA COMPRESOR

Local destinado a sala de maquinas instalaciones climatización.

##### 1.4.5.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 11,78 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 13,89 m, y una altura entre suelo y techo de 4,00 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 2,95 m de ancho por 4,00 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,11 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 3,04 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,56. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 130 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (11,78 m²), 50 % para las paredes (55,55 m²), y 20 % para el suelo (11,78 m²).

#### 1.4.5.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a sala de maquinas instalaciones climatización, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 200 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 25. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 60.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

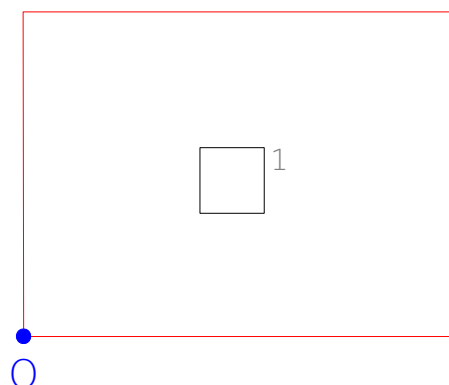
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	2802_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 595 GK 8800 840 LOW UGR	Lug light factory	LUGCLASSIC SQUARE LED 84	80	7.100	68

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-060281.5L10.522-68W	1,93	1,42	3,89	0	0	0

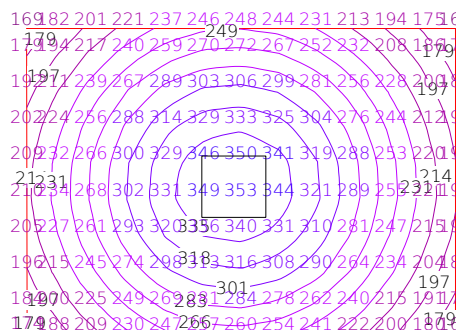
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 130 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 250 lux (Suficientes para los 200 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

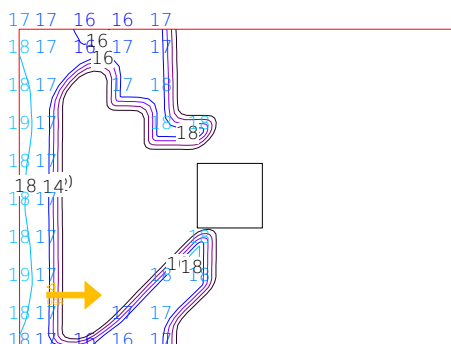
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 162 lux y una iluminancia máxima de 353 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,65, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,46.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 11,78 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 68 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 250 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 2,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 25 aconsejado.

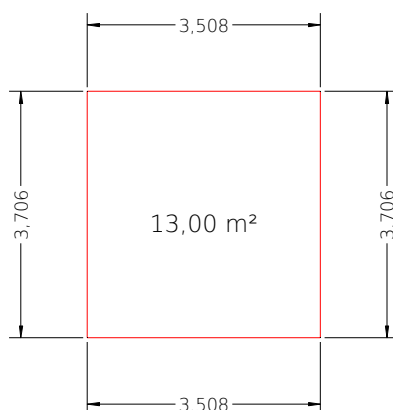


#### 1.4.6. VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA

Local destinado a vestíbulo de independencia.

##### 1.4.6.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 13,00 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 14,43 m, y una altura entre suelo y techo de 3,00 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 3,71 m de ancho por 3,51 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.





Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 0,11 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 2,04 m, obtenemos un índice del local **K** de 0,88. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 4 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 144 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (13,00 m²), 50 % para las paredes (43,28 m²), y 20 % para el suelo (13,00 m²).

#### 1.4.6.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a vestíbulo de independencia, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 100 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 28. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 40.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,85.

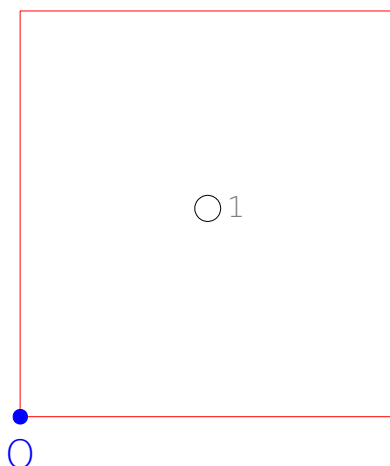
Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Lug light factory-300031.00040-26W	3459_1 LUGSTAR LB LED 3000 840 DALI IP44	Lug light factory	ML1401620W840.01C	80	2.700	26

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Lug light factory-300031.00040-26W	1,75	1,90	2,89	0	0	0

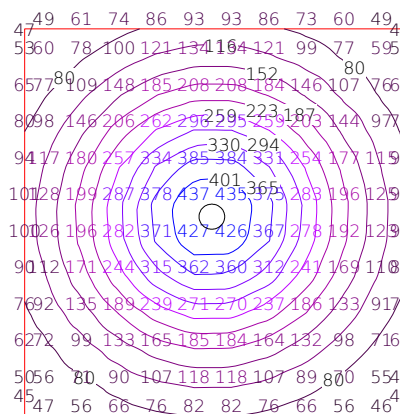
El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 144 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 154 lux (Suficientes para los 100 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

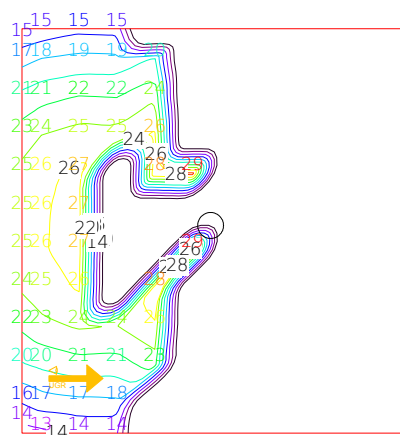
Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 45 lux y una iluminancia máxima de 437 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,29, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,10.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:



Dado que el recinto tiene una superficie de 13,00 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 26 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 154 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,3 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 28 aconsejado.



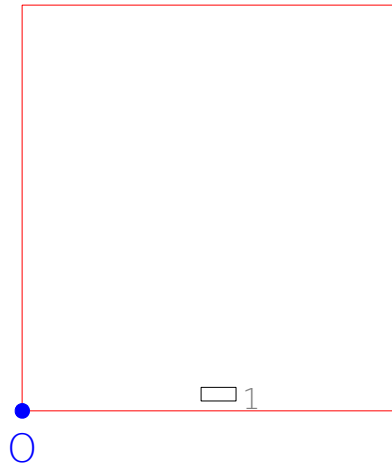
### 1.4.6.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
1	Normalux-D-200L-9W	D-200L	Normalux	D-200L	80	200	9

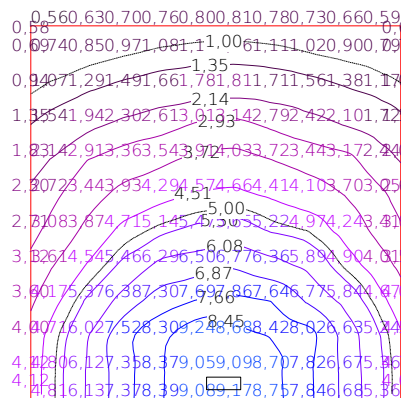
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-D-200L-9W	1,83	0,15	2,94	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 144 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 3,98 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,56 lux y una iluminancia máxima de 9,24 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

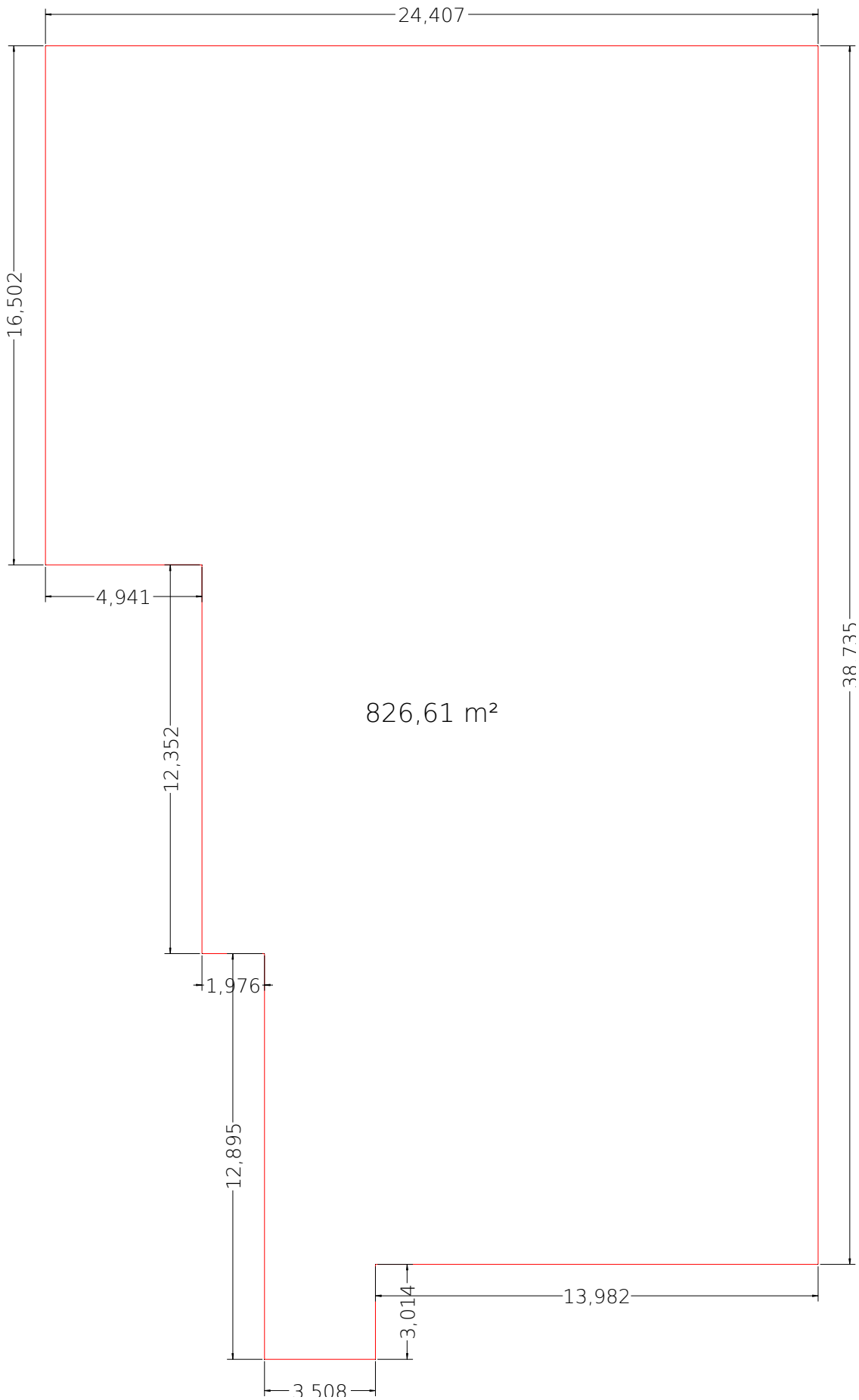


#### 1.4.7. ZONA DE PRODUCCIÓN

Local destinado a trabajo en máquinas: torneado.

##### 1.4.7.1. GEOMETRÍA

Se trata de un local de 826,61 m<sup>2</sup> de superficie, una longitud de todos sus cerramientos de 132,31 m, y una altura entre suelo y techo de 7,00 m. Sus dimensiones se encierran en un rectángulo de 41,75 m de ancho por 24,41 m de largo. Según la actividad a desempeñar, consideramos el plano de trabajo a una altura de 0,85 m sobre el suelo.



Partiendo de estos datos, y tomando una altura media de suspensión de las luminarias de 1,00 m, y por consiguiente, una altura entre el plano de trabajo y éstas de 5,15 m, obtenemos un índice del local **K** de 2,43. Según apéndice A del documento HE3 del Código Técnico de la Edificación, para este índice del local corresponderán un mínimo de 16 puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media. No obstante, para conseguir una mayor precisión en los cálculos, hemos considerado 7078 puntos para realizar dichos cálculos.

Según materiales y terminación de las superficies de local, se ha estimado para los cálculos unos grados de reflexión de 70 % para el techo (826,61 m²), 50 % para las paredes (926,19 m²), y 20 % para el suelo (826,61 m²).

#### 1.4.7.2. ILUMINACIÓN NORMAL

Según normativa aplicable, al tratarse de un local destinado a trabajo en máquinas: torneado, se requiere en el plano de trabajo una iluminancia media mantenida de 500 lux, y un índice de deslumbramiento unificado (UGR) inferior a 19. Así mismo, se demanda un índice de rendimiento de colores mínimo de 80.

A efectos de cumplir lo establecido en el apartado 2.1 del Documento Básico HE3 del Código Técnico de la Edificación, se establece que el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para este recinto debe ser inferior a 4,0.

La conservación de la instalación, posición y depreciación de las lámparas, temperatura y equipos de encendido, influyen notablemente en los niveles de iluminación a lo largo del tiempo. Para tener en cuenta estas variables, se define el factor de mantenimiento, que para este local, y según la actividad a realizar, se ha establecido en 0,70.

Para satisfacer los requisitos de iluminación normal, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

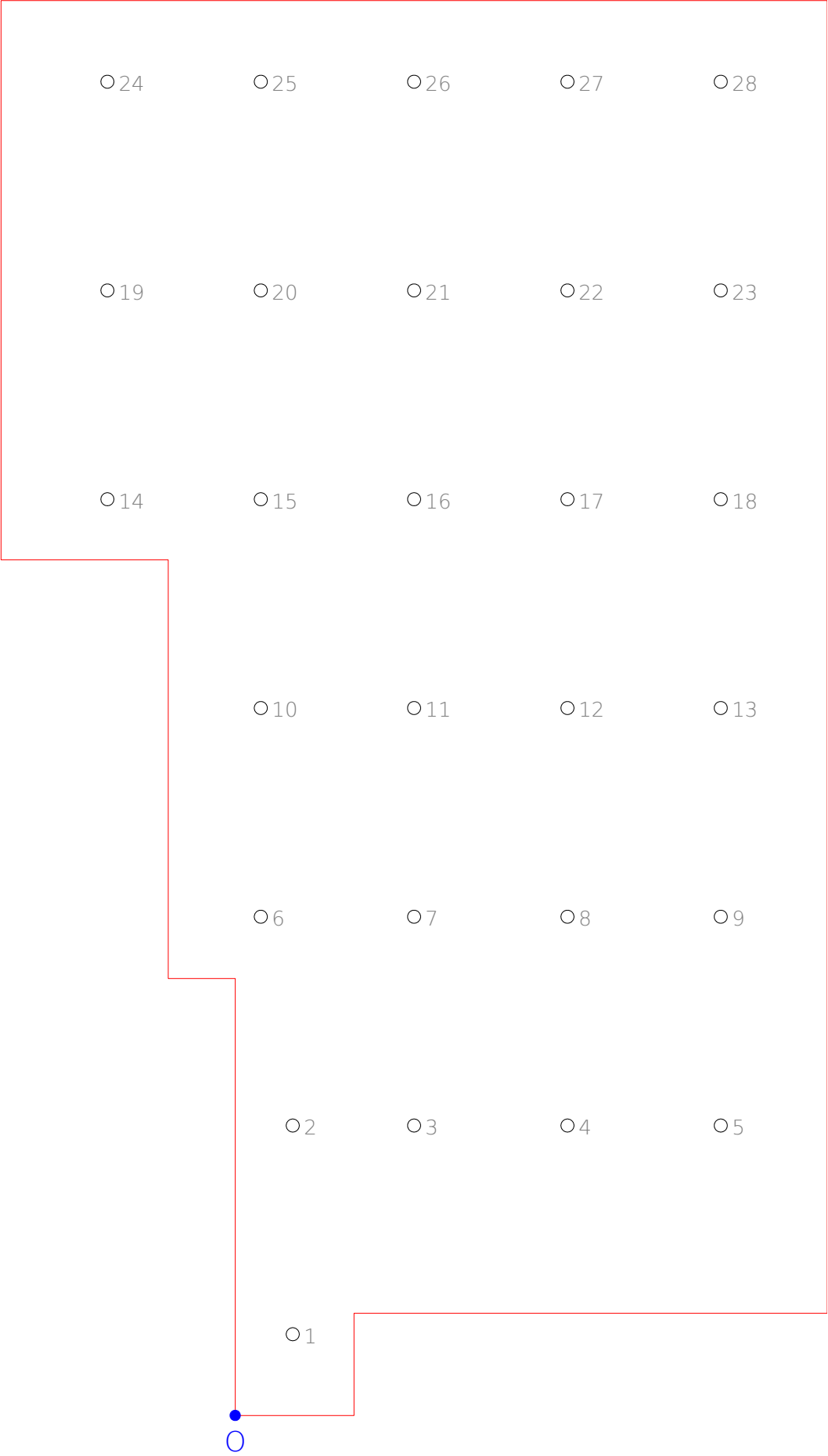
Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
28	Cortem-EWL-1001-177W	EWL-100, OPTY,XPL,RIFL,78,177W	Cortem	1006B/CL307/14-14L	80	23.010	177

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Cortem-EWL-1001-177W	1,70	2,39	6,00	0	0	0
2	Cortem-EWL-1001-177W	1,70	8,55	6,00	0	0	0
3	Cortem-EWL-1001-177W	5,29	8,55	6,00	0	0	0
4	Cortem-EWL-1001-177W	9,82	8,55	6,00	0	0	0
5	Cortem-EWL-1001-177W	14,35	8,55	6,00	0	0	0
6	Cortem-EWL-1001-177W	0,76	14,71	6,00	0	0	0
7	Cortem-EWL-1001-177W	5,29	14,71	6,00	0	0	0
8	Cortem-EWL-1001-177W	9,82	14,71	6,00	0	0	0
9	Cortem-EWL-1001-177W	14,35	14,71	6,00	0	0	0
10	Cortem-EWL-1001-177W	0,76	20,87	6,00	0	0	0
11	Cortem-EWL-1001-177W	5,29	20,87	6,00	0	0	0
12	Cortem-EWL-1001-177W	9,82	20,87	6,00	0	0	0
13	Cortem-EWL-1001-177W	14,35	20,87	6,00	0	0	0
14	Cortem-EWL-1001-177W	-3,77	27,03	6,00	0	0	0
15	Cortem-EWL-1001-177W	0,76	27,03	6,00	0	0	0
16	Cortem-EWL-1001-177W	5,29	27,03	6,00	0	0	0

17	Cortem-EWL-1001-177W	9,82	27,03	6,00	0	0	0
18	Cortem-EWL-1001-177W	14,35	27,03	6,00	0	0	0
19	Cortem-EWL-1001-177W	-3,77	33,19	6,00	0	0	0
20	Cortem-EWL-1001-177W	0,76	33,19	6,00	0	0	0
21	Cortem-EWL-1001-177W	5,29	33,19	6,00	0	0	0
22	Cortem-EWL-1001-177W	9,82	33,19	6,00	0	0	0
23	Cortem-EWL-1001-177W	14,35	33,19	6,00	0	0	0
24	Cortem-EWL-1001-177W	-3,77	39,35	6,00	0	0	0
25	Cortem-EWL-1001-177W	0,76	39,35	6,00	0	0	0
26	Cortem-EWL-1001-177W	5,29	39,35	6,00	0	0	0
27	Cortem-EWL-1001-177W	9,82	39,35	6,00	0	0	0
28	Cortem-EWL-1001-177W	14,35	39,35	6,00	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:

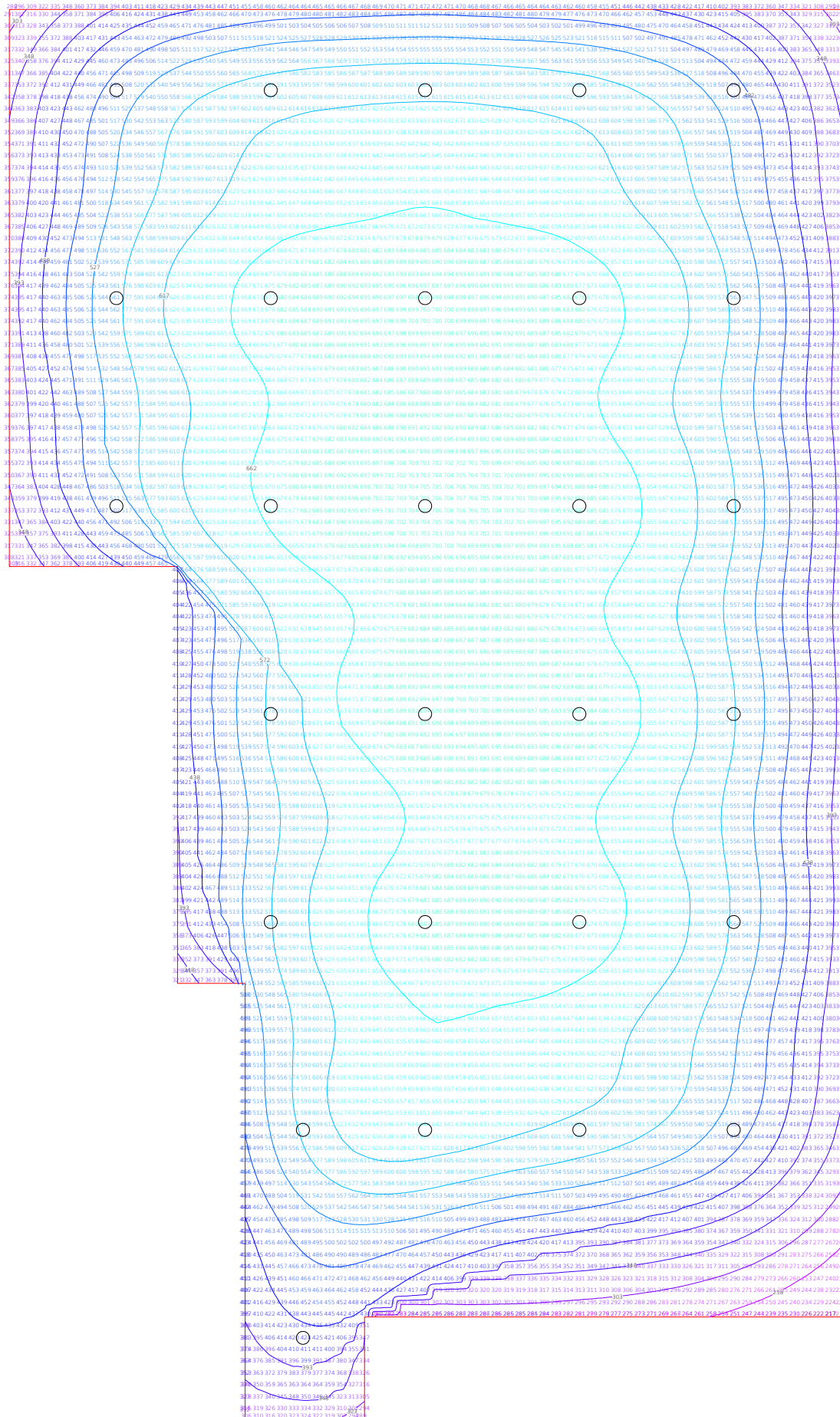


Según cálculos realizados para una malla de 7078 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 559 lux (Suficientes para los 500 lux requeridos para la actividad a realizar en el local).

Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 214 lux y una iluminancia máxima de 707 lux. La uniformidad media ( $E_{\min}/E_m$ ) queda establecida en 0,38, y la extrema ( $E_{\min}/E_{\max}$ ) en 0,30.

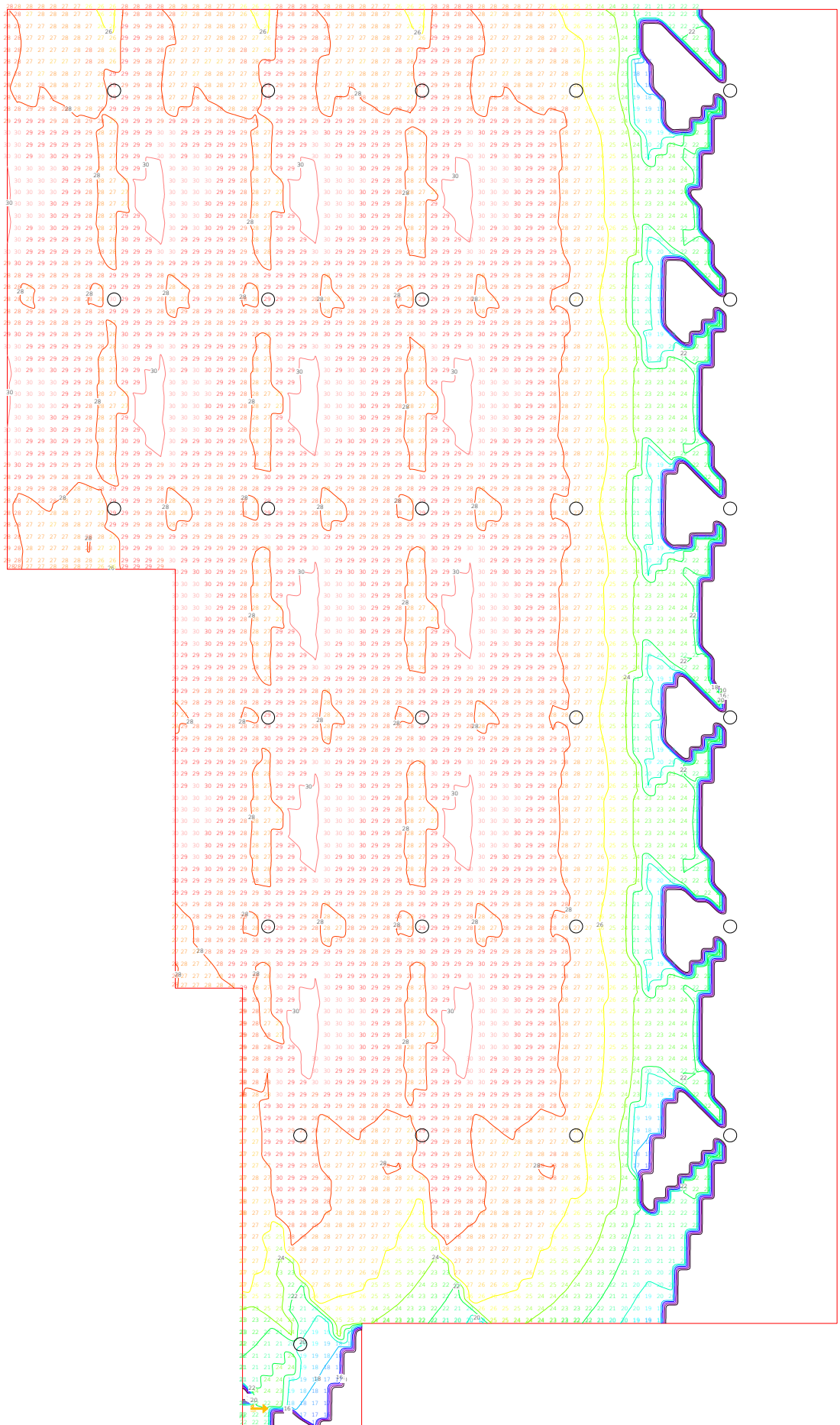
Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:





Dado que el recinto tiene una superficie de 826,61 m<sup>2</sup>, el conjunto de luminarias utilizadas suman un consumo de 4956 W, y se consigue una iluminancia media mantenida en el plano de trabajo de 559 lux, podemos decir que la instalación de iluminación de este local tiene un valor de eficiencia energética (VEEI) de 1,1 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux. (Por debajo del límite de 4,0 requerido por el Código Técnico para la actividad a realizar en el local).

Por último, se han estudiado los límites de deslumbramiento unificado a lo largo y ancho de un plano situado a una altura de 1,2 m respecto al suelo, y la dirección del observador formando un ángulo de 0,0° respecto al eje OX, condiciones habituales para la actividad a realizar en el local. La siguiente gráfica muestra la distribución de niveles alcanzados, dando una indicación de los lugares adecuados dentro del local para no sobrepasar el nivel máximo de 19 aconsejado.



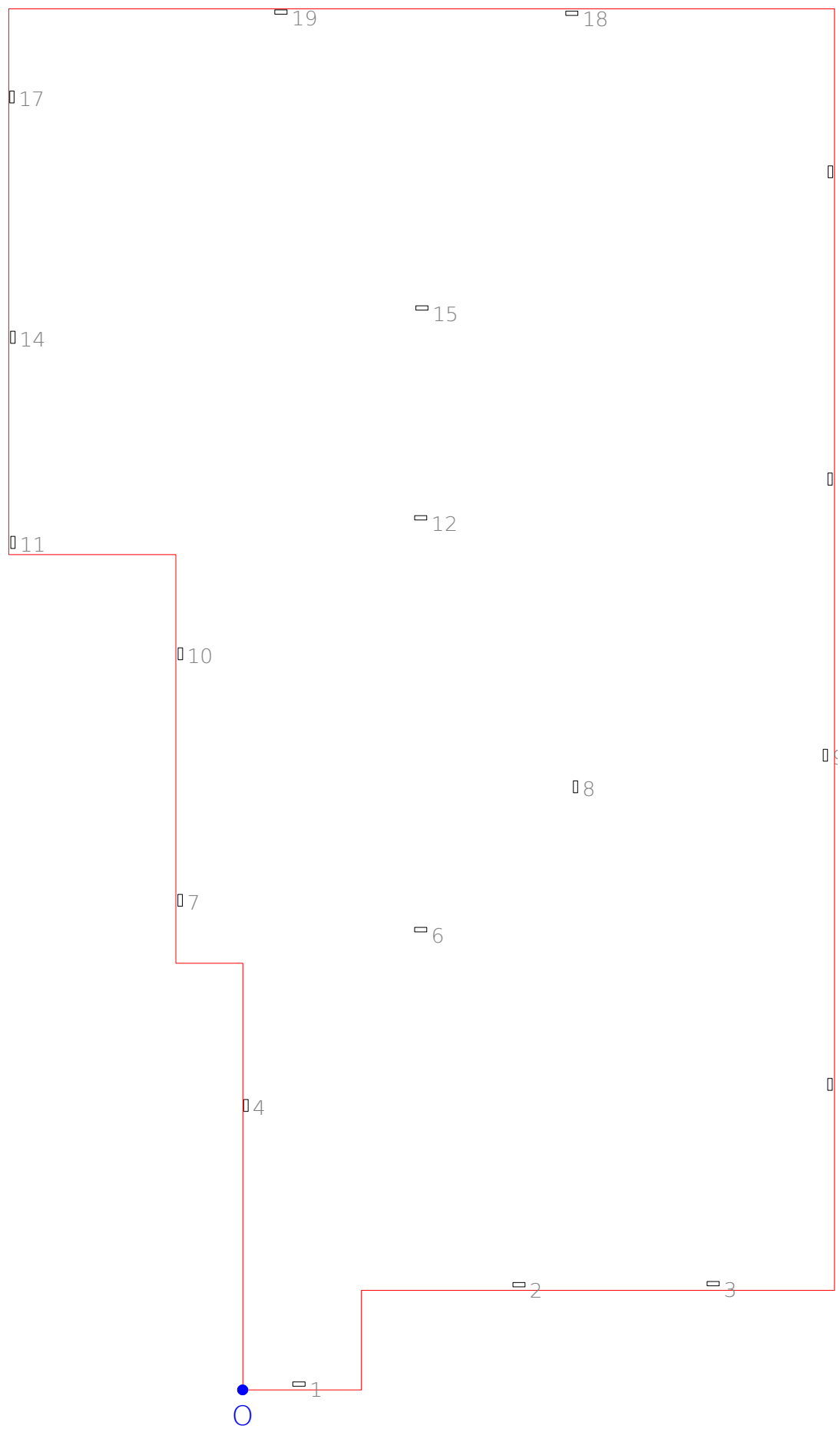
### 1.4.7.3. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para alcanzar los requisitos de alumbrado de emergencia, se han utilizado las siguientes luminarias:

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	Flujo (lm)	Potencia (W)
19	Normalux-DE-500LEX-2W	DE-500LEX	Normalux	DE-500LEX	80	500	2

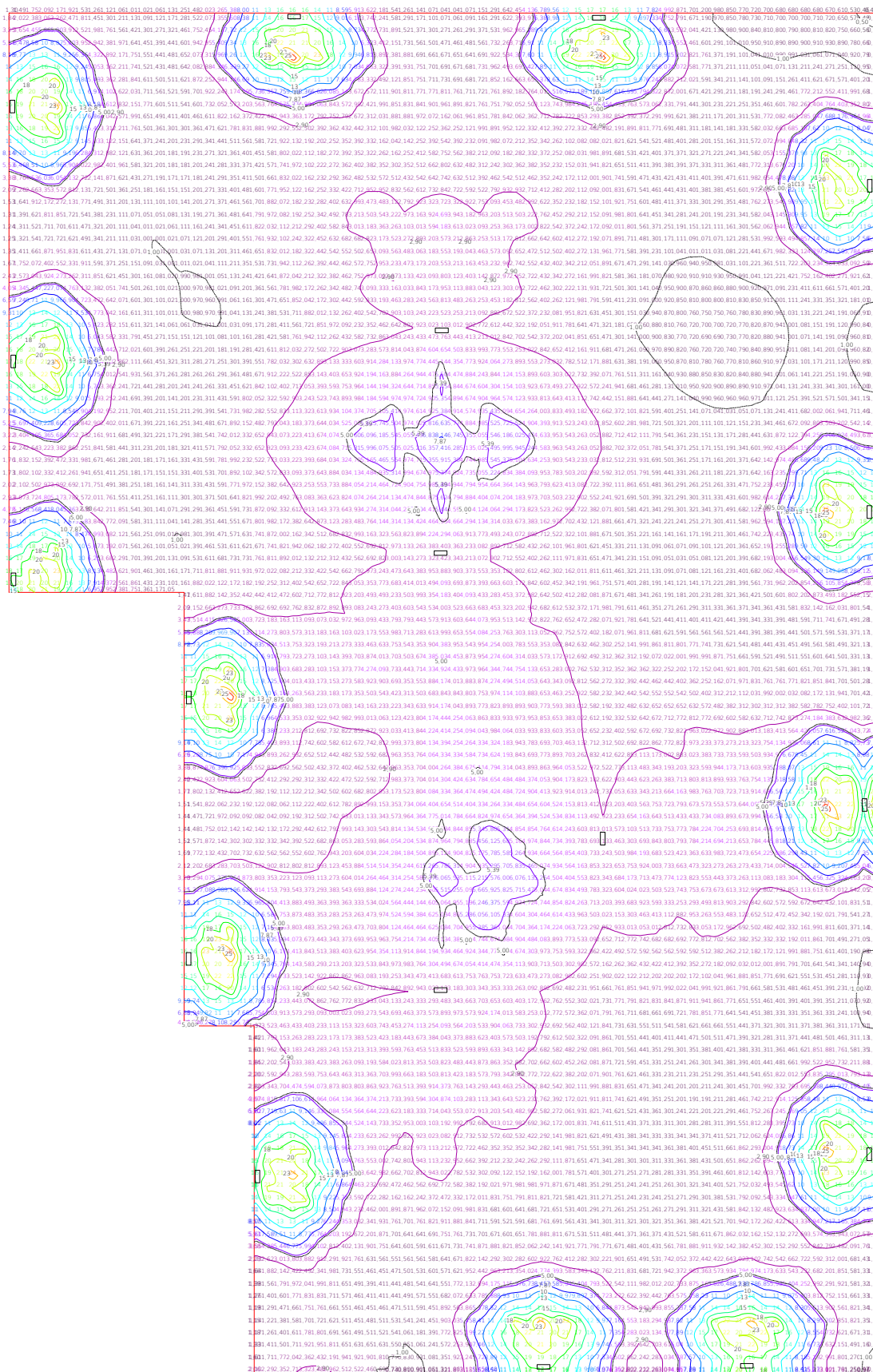
Luminaria		Posición (m)			Rotación (°)		
Id.	Referencia	X	Y	Z	X	Y	Z
1	Normalux-DE-500LEX-2W	1,66	0,18	2,50	0	0	0
2	Normalux-DE-500LEX-2W	8,16	3,18	2,50	0	0	0
3	Normalux-DE-500LEX-2W	13,90	3,21	2,50	0	0	0
4	Normalux-DE-500LEX-2W	0,10	8,60	2,50	0	0	-90
5	Normalux-DE-500LEX-2W	17,36	9,24	2,50	0	0	-90
6	Normalux-DE-500LEX-2W	5,26	13,91	6,91	0	0	-180
7	Normalux-DE-500LEX-2W	-1,85	14,80	2,50	0	0	-90
8	Normalux-DE-500LEX-2W	9,84	18,23	6,91	0	0	90
9	Normalux-DE-500LEX-2W	17,22	19,19	2,50	0	0	-90
10	Normalux-DE-500LEX-2W	-1,84	22,25	2,50	0	0	-90
11	Normalux-DE-500LEX-2W	-6,79	25,62	2,50	0	0	-90
12	Normalux-DE-500LEX-2W	5,26	26,36	6,91	0	0	-180
13	Normalux-DE-500LEX-2W	17,36	27,54	2,50	0	0	-90
14	Normalux-DE-500LEX-2W	-6,80	31,82	2,50	0	0	-90
15	Normalux-DE-500LEX-2W	5,29	32,71	6,91	0	0	-180
16	Normalux-DE-500LEX-2W	17,37	36,83	2,50	0	0	-90
17	Normalux-DE-500LEX-2W	-6,82	39,09	2,50	0	0	-90
18	Normalux-DE-500LEX-2W	9,73	41,62	2,50	0	0	0
19	Normalux-DE-500LEX-2W	1,13	41,65	2,50	0	0	0

El siguiente gráfico muestra su distribución dentro del local:



Según cálculos realizados para una malla de 7078 puntos separados una distancia de 35 cm, se consigue una iluminancia media mantenida en el suelo de 4,45 lux. Así mismo, se consigue una iluminancia mínima de 0,42 lux y una iluminancia máxima de 28 lux.

Estos niveles de iluminación quedan distribuidos según refleja el siguiente gráfico de curvas isolux:

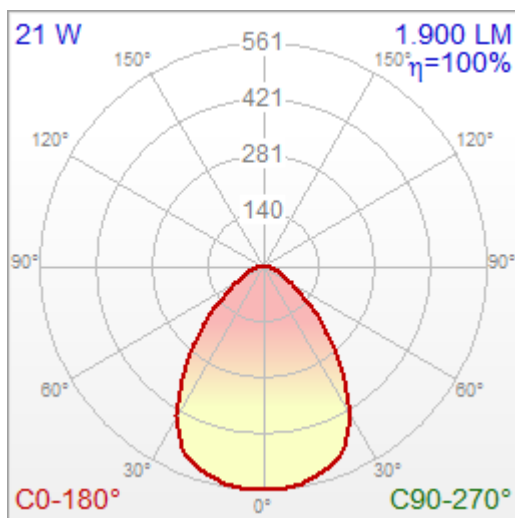


## 2. LUMINARIAS UTILIZADAS

Este capítulo enumera todas las luminarias empleadas en la instalación, destacando sus parámetros más significativos.

### 2.1. ILUMINACIÓN NORMAL

#### 2.1.1. 4421\_2 LUGSTAR SPOT LB LED PT 2600 830 IP44



Fabricante: Lug light factory.

Gama: Lug light factory.

Referencia: Lug light factory-300031.00104-21W.

Modelo: 4421\_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44.

Descripción: Importado desde "300031.00104.ltd" el 29/06/2017  
Fabricante: Lug light factory  
Número de informe: 4421  
Nombre de luminaria: 4421\_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 2600 830 IP44  
Código de luminaria: 300031.00104.

Dimensiones: Ø 170 x 90 mm.

Dimensiones del área luminosa: Ø 100 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: LED 3000K.

Número de unidades: 1.

Modelo: LED 3000K-21W-1900LM-3000K-RA80.

Índice de rendimiento de color: 80.

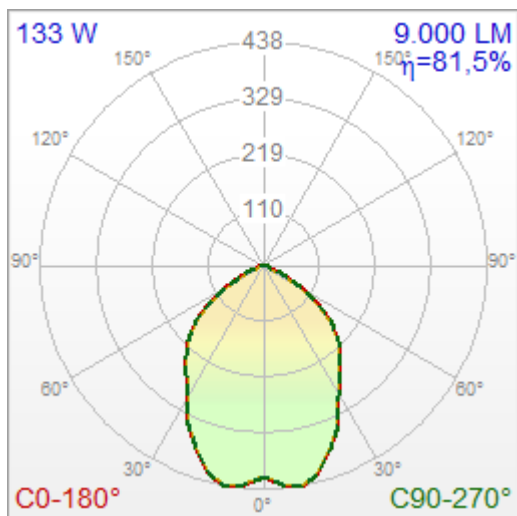
Temperatura de color: 3000 °K.

Potencia del conjunto: 21 W.

Flujo del conjunto: 1.900 lm.



### 2.1.2. **PENDULAR PL-H 120W ALUMINIO**



Fabricante: Industriales.

Gama: Pendulares.

Referencia: IND-PEND-PLH120.

Modelo: PENDULAR PL-H 120W ALUMINIO.

Descripción: .

Dimensiones: Ø 490 x 480 mm.

Dimensiones del área luminosa: Ø 490 mm.

Rendimiento de la luminaria: 81,50 %.

Conjunto de lámparas: PL-H 120W.

Número de unidades: 1.

Modelo: MASTER PL-H 120W.

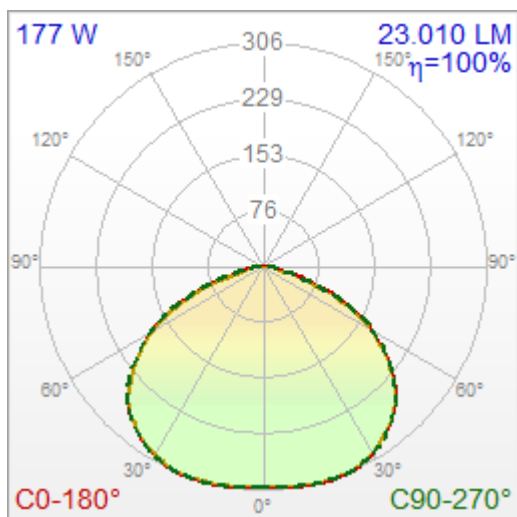
Índice de rendimiento de color: 82.

Temperatura de color: 4000 °K.

Potencia del conjunto: 133 W.

Flujo del conjunto: 9.000 lm.

### 2.1.3. **EWL-100, OPTY,XPL,RIFL,78,177W**



Fabricante: Cortem.

Gama: Cortem.

Referencia: Cortem-EWL-1001-177W.

Modelo: EWL-100, OPTY,XPL,RIFL,78,177W.

Descripción: Importado desde "EWL-1001\_0.ltd" el 01/07/2017  
Fabricante: Cortem  
Número de informe: CL307/14-14  
Nombre de luminaria: EWL-100, OPTY,XPL,RIFL,78,177W  
Código de luminaria: EWL-1001.

Dimensiones: Ø 385 x 390 mm.

Dimensiones del área luminosa: Ø 295 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: 1006B/CL307/14-14L.

Número de unidades: 1.

Modelo: 1006B/CL307/14-14L.

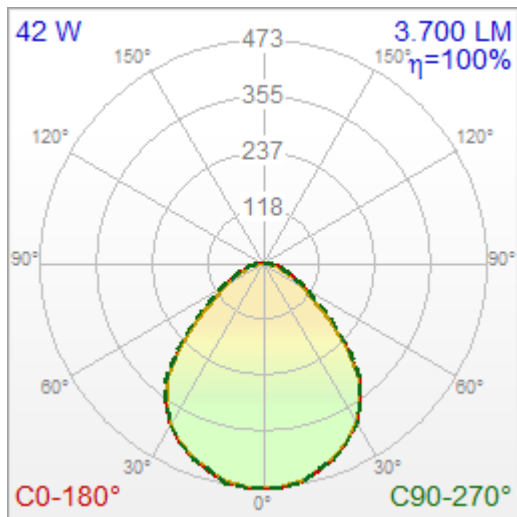
Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 3300 °K.

Potencia del conjunto: 177 W.

Flujo del conjunto: 23.010 lm.

#### 2.1.4. 2792\_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR



Fabricante: Lug light factory.

Gama: Lug light factory.

Referencia: Lug light factory-060281.5L06.512-42W.

Modelo: 2792\_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR.

Descripción: Importado desde "060281.5L06.512.ltd" el 29/06/2017  
Fabricante: Lug light factory  
Número de informe: 2792  
Nombre de luminaria: 2792\_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 350 GK 4900 840 LOW UGR  
Código de luminaria: 060281.5L06.512.

Dimensiones: 350 x 350 x 110 mm.

Dimensiones del área luminosa: 280 x 280 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: LUGCLASSIC SQUARE LED 84.

Número de unidades: 1.

Modelo: LUGCLASSIC SQUARE LED 84-42W-3700LM-4000K-RA80.

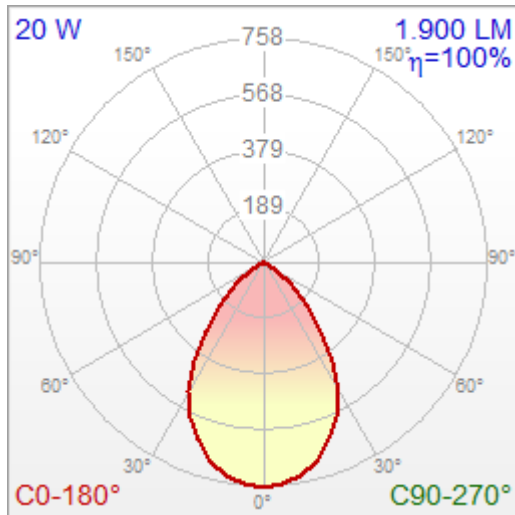
Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 4000 °K.

Potencia del conjunto: 42 W.

Flujo del conjunto: 3.700 lm.

### 2.1.5. 3460\_2 LUGSTAR LB LED 2300 830 DALI



Fabricante: Lug light factory.

Gama: Lug light factory.

Referencia: Lug light factory-300031.00033-20W.

Modelo: 3460\_2 LUGSTAR LB LED 2300 830 DALI.

Descripción: Importado desde "300031.00033.ltd" el 29/06/2017  
Fabricante: Lug light factory  
Número de informe: 3460  
Nombre de luminaria: 3460\_2 LUGSTAR LB LED 2300 830 DALI  
Código de luminaria: 300031.00033.

Dimensiones: Ø 240 x 110 mm.

Dimensiones del área luminosa: Ø 190 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: ML1401520W830.01C.

Número de unidades: 1.

Modelo: ML1401520W830.01C.

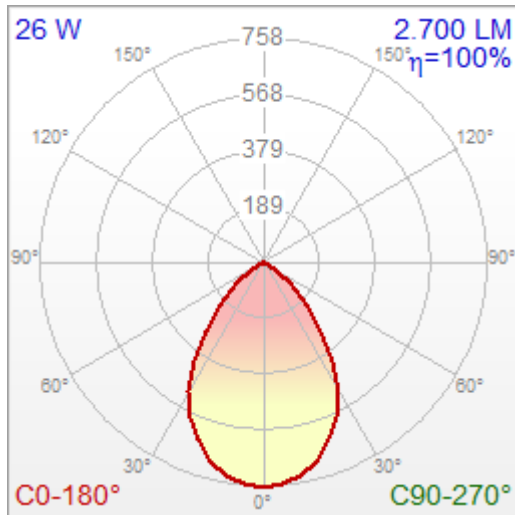
Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 3000 °K.

Potencia del conjunto: 20 W.

Flujo del conjunto: 1.900 lm.

### 2.1.6. 3459\_1 LUGSTAR LB LED 3000 840 DALI IP44



Fabricante: Lug light factory.

Gama: Lug light factory.

Referencia: Lug light factory-300031.00040-26W.

Modelo: 3459\_1 LUGSTAR LB LED 3000 840 DALI IP44.

Descripción: Importado desde "300031.00040.ltd" el 29/06/2017  
Fabricante: Lug light factory  
Número de informe: 3459  
Nombre de luminaria: 3459\_1 LUGSTAR LB LED 3000 840 DALI IP44  
Código de luminaria: 300031.00040.

Dimensiones: Ø 240 x 110 mm.

Dimensiones del área luminosa: Ø 190 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: ML1401620W840.01C.

Número de unidades: 1.

Modelo: ML1401620W840.01C.

Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 4000 °K.

Potencia del conjunto: 26 W.

Flujo del conjunto: 2.700 lm.

### 2.1.7. 2802\_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 595 GK 8800 840 LOW UGR

Fabricante: Lug light factory.

Gama: Lug light factory.

Referencia: Lug light factory-060281.5L10.522-68W.

Modelo: 2802\_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 595 GK 8800 840 LOW UGR.

Descripción: Importado desde "060281.5L10.522.ltd" el 29/06/2017  
Fabricante: Lug light factory  
Número de informe: 2802  
Nombre de luminaria: 2802\_1 LUGCLASSIC SQUARE LED 595 GK 8800 840 LOW UGR  
Código de luminaria: 060281.5L10.522.

Dimensiones: 595 x 595 x 110 mm.

Dimensiones del área luminosa: 525 x 525 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: LUGCLASSIC SQUARE LED 84.

Número de unidades: 1.

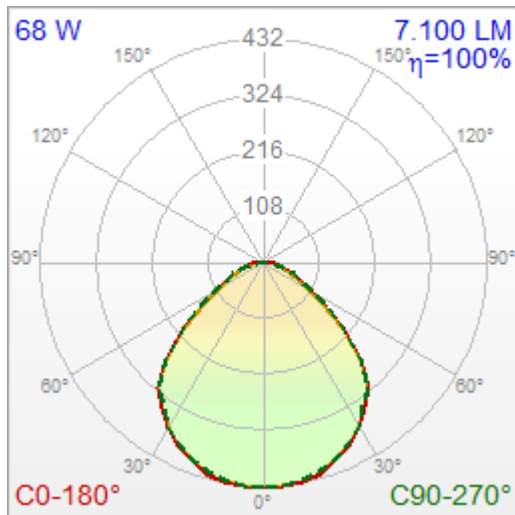
Modelo: LUGCLASSIC SQUARE LED 84-68W-7100LM-4000K-RA80.

Índice de rendimiento de color: 80.

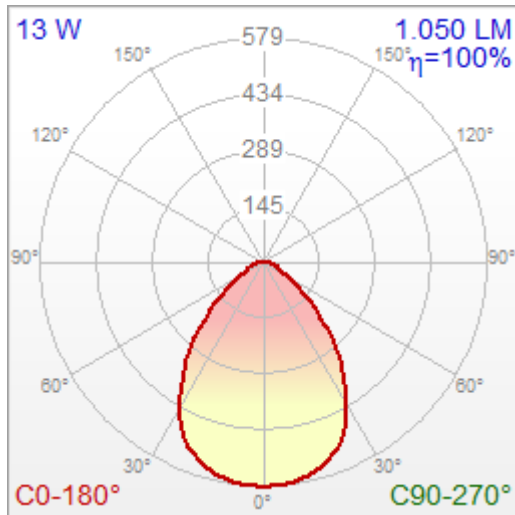
Temperatura de color: 4000 °K.

Potencia del conjunto: 68 W.

Flujo del conjunto: 7.100 lm.



### 2.1.8. 4423\_2 LUGSTAR SPOT LB LED PT 1400 830 IP44



Fabricante: Lug light factory.

Gama: Lug light factory.

Referencia: Lug light factory-300031.00102-13W.

Modelo: 4423\_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 1400 830 IP44.

Descripción: Importado desde "300031.00102.ltd" el 29/06/2017  
Fabricante: Lug light factory  
Número de informe: 4423  
Nombre de luminaria: 4423\_2 LUGSTAR SPOT LB LED pt 1400 830 IP44  
Código de luminaria: 300031.00102.

Dimensiones: Ø 170 x 90 mm.

Dimensiones del área luminosa: Ø 100 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: LED 3000K.

Número de unidades: 1.

Modelo: LED 3000K.

Índice de rendimiento de color: 80.

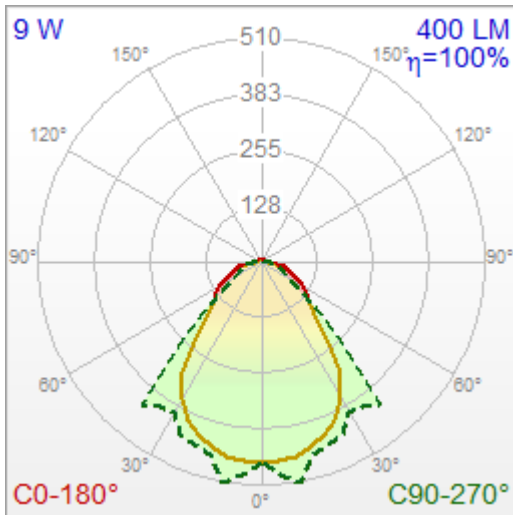
Temperatura de color: 3000 °K.

Potencia del conjunto: 13 W.

Flujo del conjunto: 1.050 lm.

## 2.2. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

### 2.2.1. D-400L



Fabricante: Normalux.

Gama: Normalux.

Referencia: Normalux-D-400L-9W.

Modelo: D-400L.

Descripción: Importado desde "D-400L.ldt" el 30/06/2017  
Fabricante: Normalux  
Número de informe: D-400L  
Nombre de luminaria: D-400L  
Código de luminaria: D-400L.

Dimensiones: 325 x 125 x 58 mm.

Dimensiones del área luminosa: 300 x 100 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: D-400L.

Número de unidades: 1.

Modelo: D-400L.

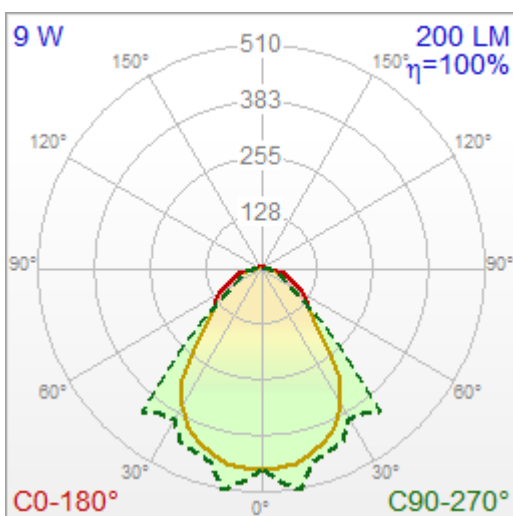
Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 3300 °K.

Potencia del conjunto: 9 W.

Flujo del conjunto: 400 lm.

### 2.2.2. D-200L



Fabricante: Normalux.

Gama: Normalux.

Referencia: Normalux-D-200L-9W.

Modelo: D-200L.

Descripción: Importado desde "D-200L.ldt" el 30/06/2017  
Fabricante: Normalux  
Número de informe: D-200L  
Nombre de luminaria: D-200L  
Código de luminaria: D-200L.

Dimensiones: 325 x 125 x 58 mm.

Dimensiones del área luminosa: 300 x 100 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: D-200L.

Número de unidades: 1.

Modelo: D-200L.

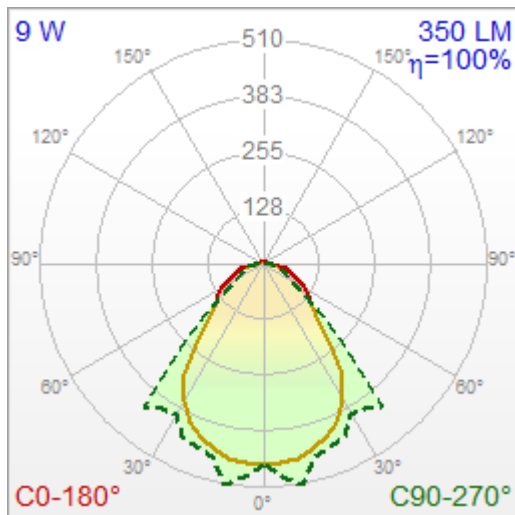
Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 3300 °K.

Potencia del conjunto: 9 W.

Flujo del conjunto: 200 lm.

### 2.2.3. D-300L



Fabricante: Normalux.

Gama: Normalux.

Referencia: Normalux-D-300L-9W.

Modelo: D-300L.

Descripción: Importado desde "D-300L.ltd" el 30/06/2017  
Fabricante: Normalux  
Número de informe: D-300L  
Nombre de luminaria: D-300L  
Código de luminaria: D-300L.

Dimensiones: 325 x 125 x 58 mm.

Dimensiones del área luminosa: 300 x 100 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: D-300L.

Número de unidades: 1.

Modelo: D-300L.

Índice de rendimiento de color: 80.

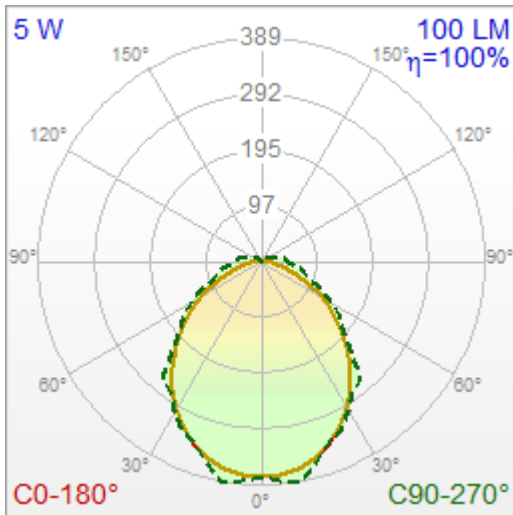
Temperatura de color: 3300 °K.

Potencia del conjunto: 9 W.

Flujo del conjunto: 350 lm.



#### 2.2.4. DL-60



Fabricante: Normalux.

Gama: Normalux.

Referencia: Normalux-DL-60-5W.

Modelo: DL-60.

Descripción: Importado desde "DL-60.ltd" el 30/06/2017  
Fabricante: Normalux  
Número de informe: DL-60  
Nombre de luminaria: DL-60  
Código de luminaria: DL-60.

Dimensiones: 325 x 122 x 70 mm.

Dimensiones del área luminosa: 325 x 122 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: DL-60.

Número de unidades: 1.

Modelo: DL-60.

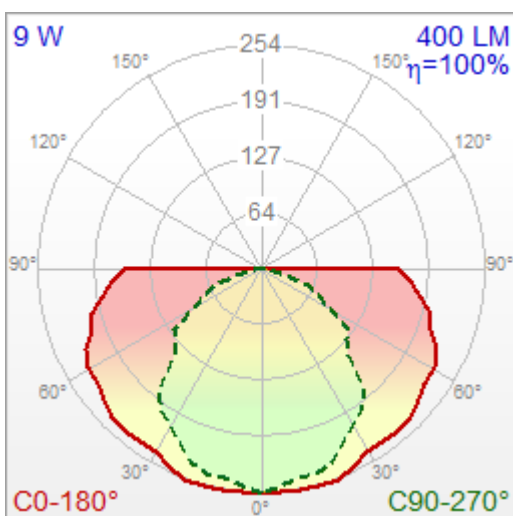
Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 3300 °K.

Potencia del conjunto: 5 W.

Flujo del conjunto: 100 lm.

#### 2.2.5. EX-400



Fabricante: Normalux.

Gama: Normalux.

Referencia: Normalux-EX-400-9W.

Modelo: EX-400.

Descripción: Importado desde "EX-400.ltd" el 01/07/2017  
Fabricante: Normalux  
Número de informe: EX-400  
Nombre de luminaria: EX-400  
Código de luminaria: EX-400.

Dimensiones: 150 x 470 x 110 mm.

Dimensiones del área luminosa: 125 x 315 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: EX-400.

Número de unidades: 1.

Modelo: EX-400.

Índice de rendimiento de color: 82.

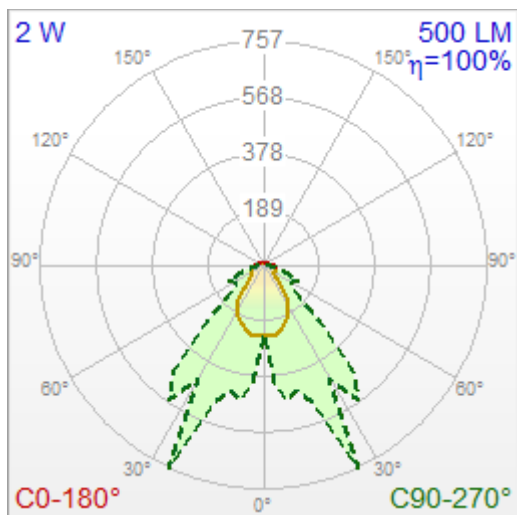
Temperatura de color: 3000 °K.

Potencia del conjunto: 9 W.

Flujo del conjunto: 400 lm.



### 2.2.7. DE-500LEX



Fabricante: Normalux.

Gama: Normalux.

Referencia: Normalux-DE-500LEX-2W.

Modelo: DE-500LEX.

Descripción: Importado desde "DE-500LEX.ldt" el 01/07/2017  
Fabricante: Normalux  
Número de informe: DE-500LEX  
Nombre de luminaria: DE-500LEX  
Código de luminaria: DE-500LEX.

Dimensiones: 360 x 130 x 90 mm.

Dimensiones del área luminosa: 360 x 130 mm.

Rendimiento de la luminaria: 100,00 %.

Conjunto de lámparas: DE-500LEX.

Número de unidades: 1.

Modelo: DE-500LEX.

Índice de rendimiento de color: 80.

Temperatura de color: 3300 °K.

Potencia del conjunto: 2 W.

Flujo del conjunto: 500 lm.

## 3. MÉTODO DEL RENDIMIENTO DEL LOCAL

Este método permite estimar el número de luminarias a utilizar en un local para conseguir el nivel de iluminación deseado. Se parte de dos datos fundamentales:

- Tipo de actividad a desarrollar.
- Dimensiones y características del local a iluminar.

Con estos datos se efectúa el cálculo para hallar el flujo luminoso necesario, la potencia de las lámparas, el número de puntos de luz y su distribución.

El flujo total luminoso se obtiene a partir de la expresión:

$$\phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

- $E_m$  = Iluminancia media mantenida requerida (lx).
- $S$  = Superficie del local (m<sup>2</sup>).
- $\eta$  = Rendimiento de la iluminación (factor de utilización).
- $f_m$  = Factor de mantenimiento.

La Iluminancia media mantenida en el plano de trabajo ( $E_m$ ) se obtiene de acuerdo con la actividad a desarrollar, aplicándose como normativa de referencia para seleccionar los valores adecuados la norma UNE-EN 12464-1: 2003. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores.

El factor de mantenimiento es el cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de alumbrado y la iluminancia media obtenida bajo la misma condición para la instalación considerada como nueva.

Depende pues de factores como la actividad a desarrollar, la limpieza del local, los periodos de mantenimiento, la depreciación de las lámparas, etc.

El rendimiento de la iluminación ( $\eta$ ) o factor de utilización, depende de dos factores fundamentales:

- El rendimiento del local:  $\eta_R$
- El rendimiento de la luminaria:  $\eta_L$

Existiendo entre ellos la siguiente relación:

$$\eta = \eta_R \cdot \eta_L$$

El rendimiento del local ( $\eta_R$ ) depende de las dimensiones de éste (reflejadas en el índice del local), de los factores de reflexión del techo, paredes y suelo, y de la forma de distribución de la luz (curva fotométrica). Se obtiene a través de tablas facilitadas por los fabricantes que relacionan estos parámetros.

El índice del local K, se calcula según las siguientes expresiones, dependiendo del tipo de luminarias a utilizar:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \text{ (Iluminación directa)}$$

$$K = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot h \cdot (a + b)} \text{ (Iluminación indirecta)}$$

Donde:

- a = Ancho del local (m).
- b = Largo del local (m).
- h = Altura entre el plano de trabajo y las luminarias (m).

El rendimiento de la luminaria ( $\eta_L$ ) depende de sus características constructivas, y es un valor facilitado por el fabricante.

El número de puntos de luz (N), se calcula dividiendo el valor del flujo total necesario ( $\phi_T$ ) por el flujo nominal de cada punto de luz o luminaria ( $\phi_L$ ). Este último será el flujo nominal de cada lámpara por el número de lámparas de cada luminaria.

$$N = \frac{\phi_T}{\phi_L}$$

Donde:

- $\phi_T$  = Flujo total necesario (lm).
- $\phi_L$  = Flujo total de la luminaria seleccionada (lm).

## 4. MÉTODO PUNTO POR PUNTO

Este método permite, una vez conocidas las luminarias a instalar, determinar el nivel de iluminación y su distribución a lo largo del plano de trabajo. Para ello, se divide el plano de trabajo en una malla de puntos. Cuanto más densa es la malla, mayor precisión se alcanza en los cálculos. Para cada punto de la malla se determina el nivel de iluminación que aportan todas las luminarias, que será la suma de dos fuentes, una componente directa, producida por la luz que llega al punto directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.

A partir del valor de iluminancia calculado para cada punto, se pueden obtener los siguientes valores:

- Iluminancia media ( $E_{med}$ ): El valor medio de todos los puntos ( $E / n$ ).
- Iluminancia mínima ( $E_{min}$ ): El valor mínimo de entre todos los puntos.
- Iluminancia máxima ( $E_{max}$ ): El valor máximo de entre todos los puntos.
- Uniformidad media ( $U_{med}$ ):  $E_{min} / E_{med}$ .
- Uniformidad extrema ( $U_{ext}$ ):  $E_{min} / E_{max}$ .

#### 4.1. COMPONENTE DIRECTA

Se obtiene calculando la aportación luminosa a cada punto de todas las luminarias. La iluminancia en un punto P provocada por una luminaria L será la determinada por las siguientes expresiones:

$$E_h = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \varphi}{h^2} ; E_v = \frac{I_\alpha \cdot \cos^2 \varphi \cdot \sin \varphi}{h^2}$$

Donde:

- $E_h$  = Componente horizontal de la iluminancia en el punto de cálculo (lx).
- $E_v$  = Componente vertical de la iluminancia en el punto de cálculo (lx).
- $I_\alpha$  = Intensidad luminosa (cd) de la luminaria para el ángulo  $\alpha$  y la curva .
- $h$  = Altura o diferencia de cotas entre la fuente luminosa y el punto de cálculo (m).
- $\varphi$  = Ángulo que forman la dirección vertical desde la luminaria hasta el plano de trabajo y el rayo que une la fuente luminosa con el punto de cálculo.

Para una posición normal de la luminaria, el ángulo  $\alpha$  para obtener el valor de intensidad de la curva coincide con el ángulo de incidencia del rayo en la superficie de cálculo.

La intensidad luminosa ( $I_\alpha$ ) se obtiene de las curvas de distribución fotométrica de la luminaria, y del flujo total de las lámparas a instalar, según la siguiente fórmula:

$$I_\alpha = \frac{I_m \cdot \Phi_L}{1000}$$

Donde:

- $I_m$  = Intensidad luminosa de la luminaria para el ángulo  $\alpha$  y la curva referida a un flujo luminoso emitido de 1.000 lm. (cd / klm).
- $\Phi_L$  = Flujo del conjunto de lámparas instaladas en la luminaria (lm).

#### 4.2. COMPONENTE INDIRECTA

La componente indirecta adquiere el mismo valor para toda la superficie, y depende del grado de reflexión y superficie de los cerramientos del local. Para determinar la iluminancia indirecta en cada punto de cálculo, se utilizan las siguientes expresiones:

$$E_{ind} = \frac{\Phi_L \cdot \rho_{med} \cdot f_m}{\sum F_n \cdot (1 - \rho_{med})} ; \rho_{med} = \frac{\sum \rho_n \cdot F_n}{\sum F_n}$$

Donde:

- $\Phi_L$  = Flujo luminoso total de todas las luminarias (Cd).
- $\sum F_n$  = Área total de las superficies (m<sup>2</sup>).
- $\rho_{med}$  = Reflectancia media de las superficies.
- $\rho_n$  = Reflectancia de la superficie n.
- $F_n$  = área de la superficie n (m<sup>2</sup>).
- $f_m$  = Factor de mantenimiento.

### 5. ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR)

Se trata de un sistema de evaluación para el deslumbramiento psicológico en la iluminación interior. Su valor puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$UGR = 8 \cdot \log \left[ \frac{0,25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \cdot w}{p^2} \right]$$

Donde:

- $L_b$  = Luminancia de fondo (cd/m<sup>2</sup>).

- L = Luminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador (cd/m²).
- = Ángulo sólido trazado por las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador (estereorradián).
- P = Índice de posición para cada luminaria, que se relaciona con el desplazamiento de la zona de visión (índice de posición Guth para cada luminaria).

La norma UNE-EN 12464-1: 2003 fija unos valores límite de UGR según la actividad a realizar en el local.

## 6. VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

- P = Potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W).
- S = Superficie iluminada (m²).
- E<sub>m</sub> = Iluminancia media horizontal mantenida (lx).

Los valores obtenidos para cada local serán inferiores a los límites impuestos por la tabla 2.1 del documento básico HE3 del Código Técnico de la Edificación.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

El proyecto consta de los siguientes sectores:

### 1.1. SECTOR

#### 1.1.1. RESULTADOS LUMINOTÉCNICOS

En primer lugar, se enumeran de forma resumida todas las áreas y viales, indicando los datos más significativos de cada uno de ellos:

##### ILUMINANCIAS

Área	$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)	$E_{max}$ (lux)	$U_m$	$U_g$	SR
Área de comprobación	32,8	14	58	0,423	0,241	

##### LUMINANCIAS

Área	$L_m$ (cd/m <sup>2</sup> )	$L_{min}$ (cd/m <sup>2</sup> )	$L_{max}$ (cd/m <sup>2</sup> )	$U_o$	$U_l$
Área de comprobación	3,13	1,32	5,50	0,423	-

##### DESLUMBRAMIENTO

Área	X (m)	Y (m)	Z (m)	Ang (°)	$L_v$ (cd/m <sup>2</sup> )	$L_{ve}$ (cd/m <sup>2</sup> )	GR
Área de comprobación	4,56	24,90	1,50	15	0,43	0,14	36,81

##### SUPERFICIES Y CONSUMOS

Área	S (m <sup>2</sup> )	$E_m$ (lux)	P (W)
Área de comprobación	2274,92	32,8	1.498

#### 1.1.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA


La eficiencia energética se calcula en función de la superficie iluminada, la potencia utilizada en lámparas y equipos auxiliares, y el nivel de iluminación conseguido. La siguiente tabla muestra todos los parámetros calculados:

##### EFICIENCIA ENERGÉTICA

Parámetro	Valor
Superficie (S):	2274,92 m <sup>2</sup>
Iluminancia media ( $E_m$ ):	33 lux
Potencia total de lámparas y equipos auxiliares (P):	1.498 W
Eficiencia energética de la instalación ( $\square$ ):	49,77 (m <sup>2</sup> ·lux)/W

##### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Parámetro	Valor
Eficiencia energética de referencia ( $\square_R$ ):	13,0 (m <sup>2</sup> ·lux)/W
Índice de eficiencia energética ( $I_E$ ):	3,8
Índice de calificación energética (ICE):	0,26
Calificación energética:	A

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	A
Más eficiente	
	

C	
D	
E	
F	
G	
Menos eficiente	
Instalación: Sector Localidad / Calle: Horario de funcionamiento: Consumo de energía anual (kWh/año): Emisiones de CO2 anual (kgCO2/año): Índice de eficiencia energética (I□): 3,8 Iluminancia media en servicio E <sub>m</sub> : 33 lux Uniformidad: 0,423 %	

### 1.1.3. ÁREA DE COMPROBACIÓN

En función de las características de las luminarias que se han proyectado, de la calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento previstas, y del grado de contaminación de la zona, se ha calculado un factor de mantenimiento de 0,80, según se desarrolla en la siguiente tabla:

#### MANTENIMIENTO

Tipo de lámparas:	Sodio alta presión
Periodo de funcionamiento, en horas:	6000 h
Grado de protección del sistema óptico de las luminarias:	IP 5X
Grado de contaminación de la zona:	Medio
Intervalo de limpieza, en años:	2 años
Factor de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL):	0,97
Factor de supervivencia de las lámparas (FSL):	0,96
Factor de depreciación de las luminarias (FDLU):	0,86
Factor de depreciación de las superficies del recinto (FDSR):	1,00
Factor de mantenimiento (F <sub>m</sub> =FDFL·FSL·FDLU·FDSR)	0,80

Atendiendo al Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, la presente instalación se clasifica según la siguiente tabla:

#### CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Tipo:	Alumbrados específicos
Tipo de alumbrado específico:	Aparcamiento de vehículos al aire libre

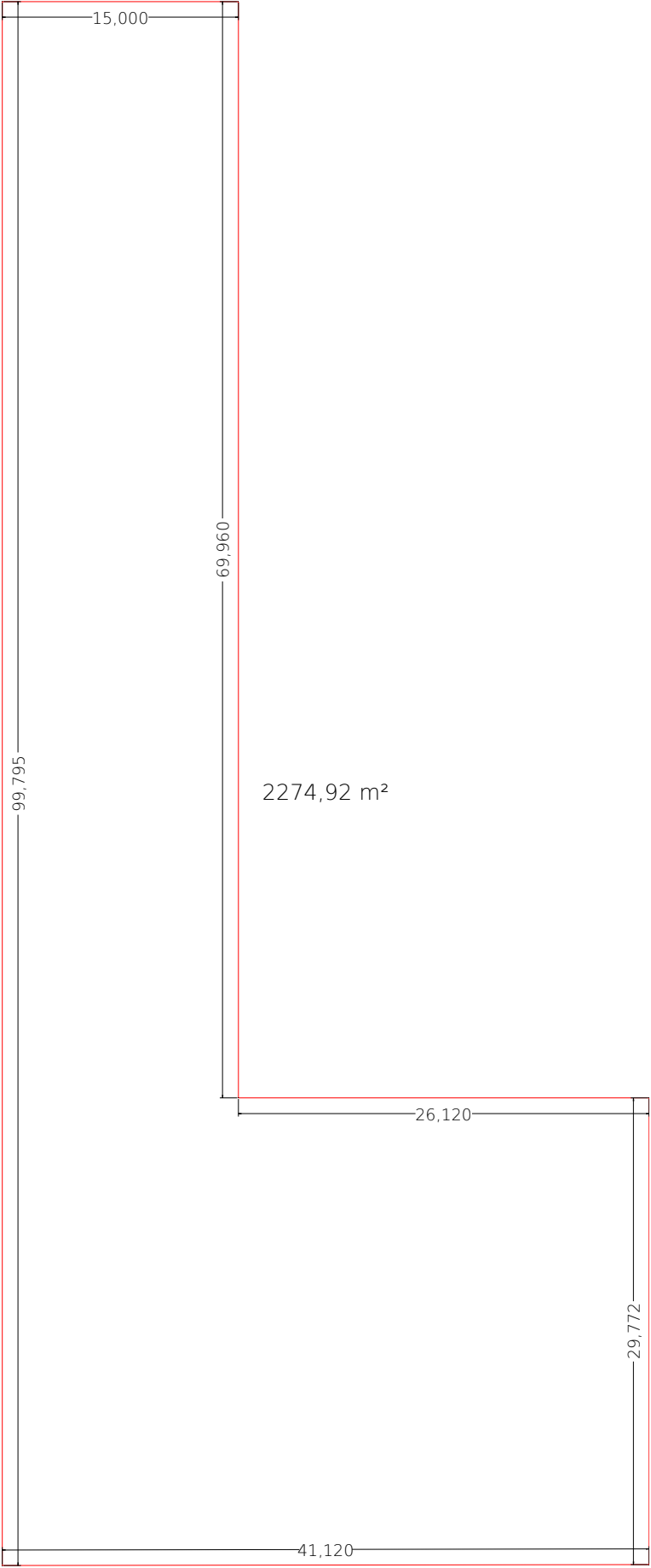
Esta clasificación permite establecer los siguientes requisitos de iluminación que serán justificados en apartados posteriores:

#### REQUISITOS DE ILUMINACIÓN

Parámetro	Condición
Iluminancia media mantenida (E <sub>m</sub> ):	≥ 20 lux
Uniformidad media de iluminancias (U <sub>m</sub> ):	≥ 0,4

El área a comprobar tiene una superficie de 2274,92 m<sup>2</sup>, y su geometría responde al siguiente esquema:





### 1.1.3.1. LUMINARIAS

Para satisfacer los requisitos de alumbrado, se ha optado por utilizar las siguientes luminarias:

#### MODELOS DE LUMINARIAS EMPLEADOS

Uds	Referencia	Modelo	Fabricante	Lámparas	Ra	$\Phi_{Lámp}$ (lm)	P <sub>Tot</sub> (W)	$\Phi_{Lámp}$ (lm/W)	$\eta$ (%)
14	Lug light factory- 130222.5L461.081-107W	4682 URBINO 48 LED 730 O8	Lug light factory	LED 730	70	10.700	107	100,00	100

Donde:

Ra = Índice de rendimiento cromático de las lámparas.

$\Phi_{Lámp}$  = Flujo total del conjunto de lámparas instaladas (lm).

P<sub>Tot</sub> = Potencial total del conjunto de lámparas y equipos auxiliares (W).

$\Phi_{Lámp}$  = Eficacia de las lámparas y equipos auxiliares (lm/W).

$\eta$  = Rendimiento de la luminaria (%).

Estas luminarias se instalarán en las posiciones indicadas en la tabla siguiente:

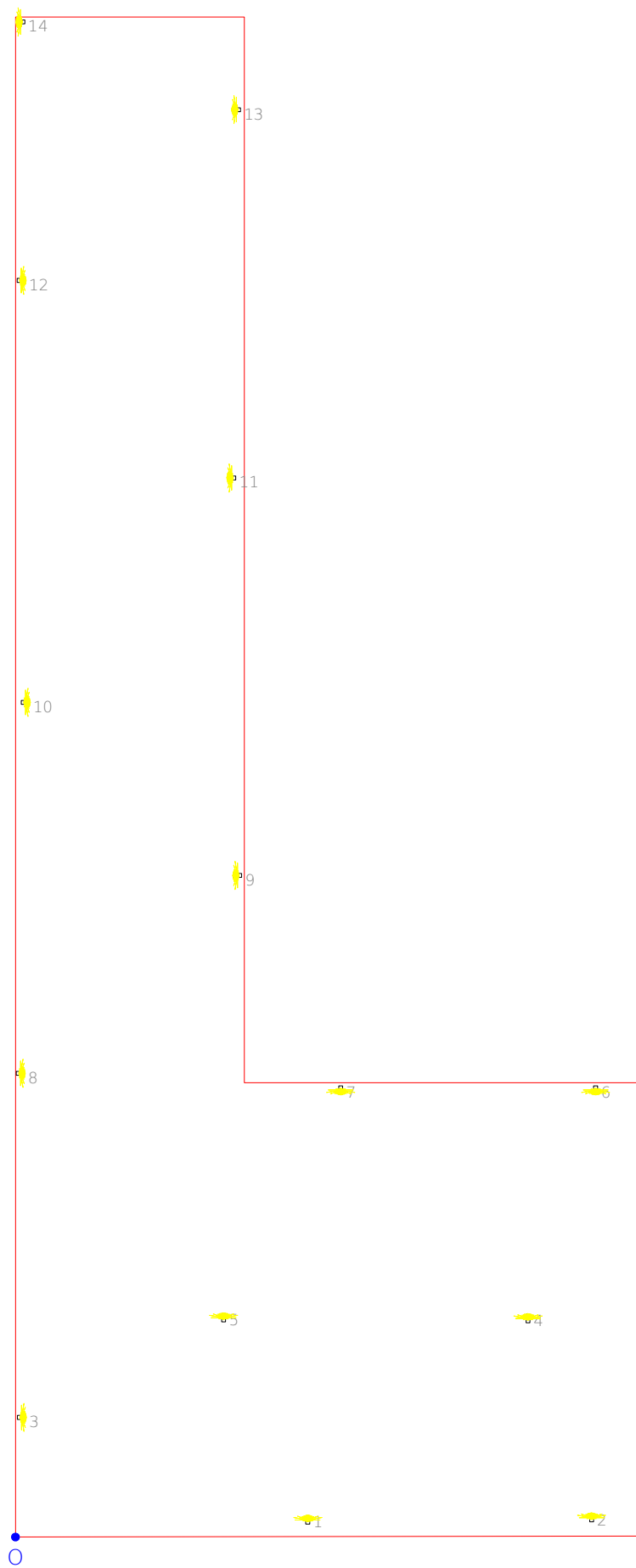
#### UNIDADES INSTALADAS

Id.	Modelo	Posición (m)			Rotación (°)			FHS <sub>inst</sub> (%)	Intensidades máximas (cd/klm)				Clase de Intensidad
		X	Y	Z	X	Y	Z		70≤ $\Phi$ <80	80	$\Phi$ <90	$\Phi$ ≥90	
1	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	19,16	1,12	8,00	0	0	0	0	584,1		29,5	0	G3
2	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	37,76	1,27	8,00	0	0	0	0	584,1		29,5	0	G3
3	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	0,40	7,86	8,00	0	0	-90	0	584,1		29,5	0	G3
4	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	33,59	14,35	8,00	0	0	0	0	584,1		29,5	0	G3
5	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	13,64	14,40	8,00	0	0	0	0	584,1		29,5	0	G3
6	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	38,03	29,35	8,00	0	0	-180	0	584,1		29,5	0	G3
7	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	21,32	29,35	8,00	0	0	-180	0	584,1		29,5	0	G3
8	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	0,32	30,45	8,00	0	0	-90	0	584,1		29,5	0	G3
9	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	14,55	43,44	8,00	0	0	90	0	584,1		29,5	0	G3
10	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	0,65	54,80	8,00	0	0	-90	0	584,1		29,5	0	G3
11	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	14,16	69,53	8,00	0	0	90	0	584,1		29,5	0	G3
12	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	0,38	82,50	8,00	0	0	-90	0	584,1		29,5	0	G3
13	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	14,47	93,71	8,00	0	0	90	0	584,1		29,5	0	G3
14	Lug light factory- 130222.5L461.081- 107W	0,33	99,47	8,00	0	0	90	0	584,1		29,5	0	G3

Donde:

$FHS_{inst}$  = Flujo hemisférico superior instalado de la luminaria.

El siguiente esquema muestra la distribución de las luminarias:



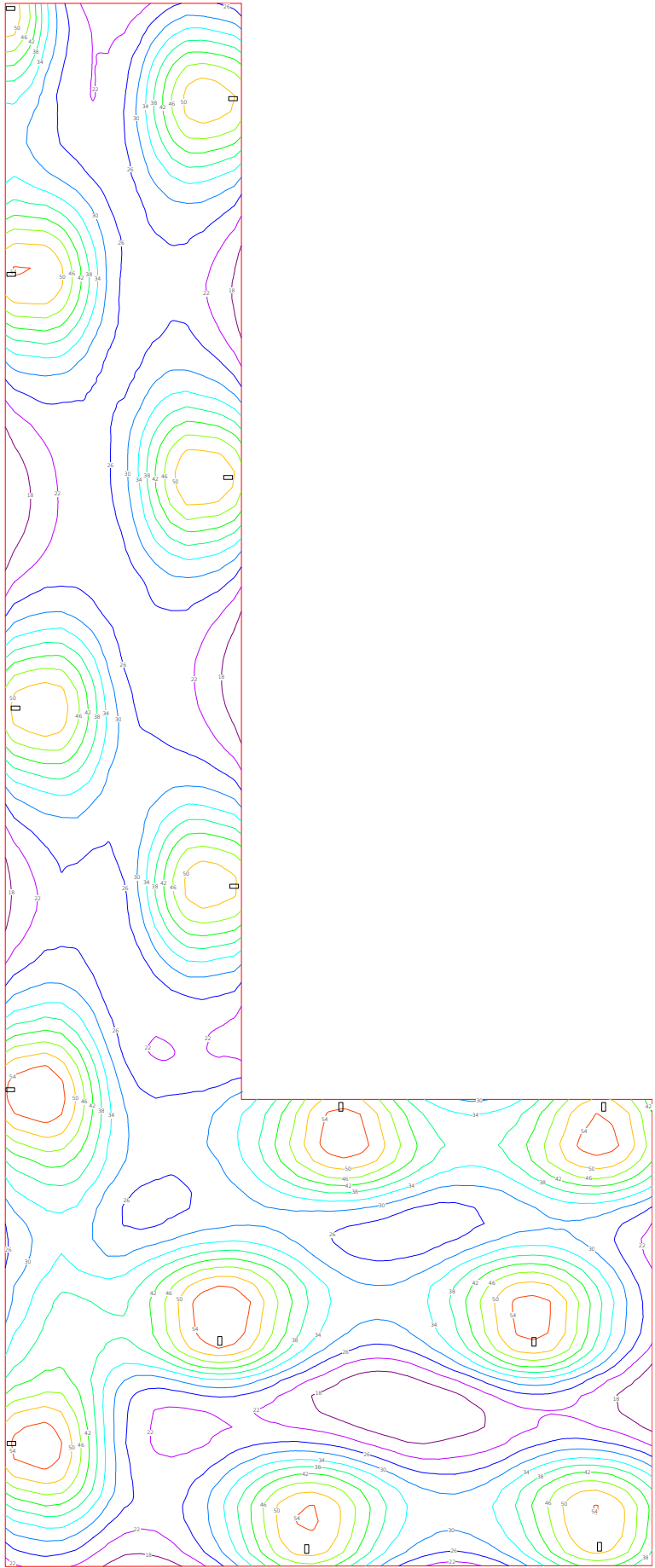
### 1.1.3.2. ILUMINANCIAS

Para el cálculo de los niveles de iluminación se ha dividido la superficie de comprobación en una nube de 2523 puntos separados una distancia de 100 cm, resultando los valores indicados en la siguiente tabla:

#### ILUMINANCIAS

Parámetro	Valor
Iluminancia media mantenida (Em):	32,77 lux Cumple: (> 20 lux)
Iluminancia mínima (Emín):	13,87 lux
Iluminancia máxima (Emáx):	57,57 lux
Uniformidad media de iluminancias (Um):	0,42 Cumple: (> 0,4)
Uniformidad general de iluminancias (Ug):	0,24

La siguiente gráfica muestra las curvas de isovalores de iluminancias con la distribución conseguida:



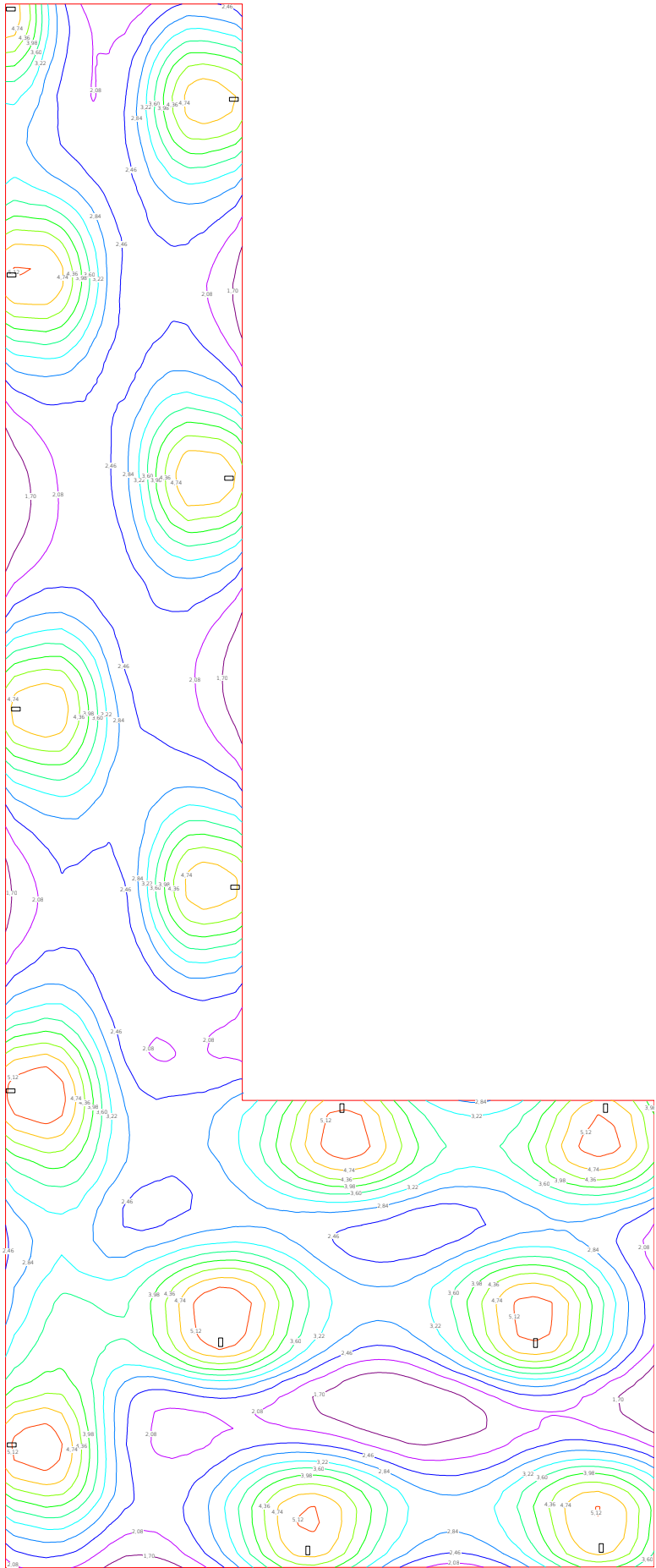
### 1.1.3.3. LUMINANCIAS

La siguiente tabla muestra los valores de luminancias calculados.

#### LUMINANCIAS

Parámetro	Valor
Coefficiente de reflexión medio del área:	0,30
Luminancia media (Lm):	3,13 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia mínima (Lmín):	1,32 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima (Lmáx):	5,5 cd/m <sup>2</sup>
Uniformidad global de luminancias (Uo):	0,42

La siguiente gráfica muestra las curvas isolíneas con la distribución de las luminancias:





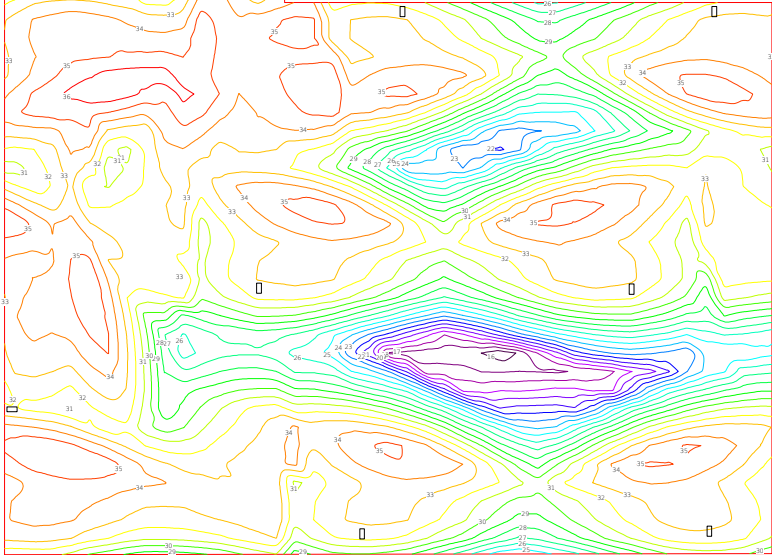
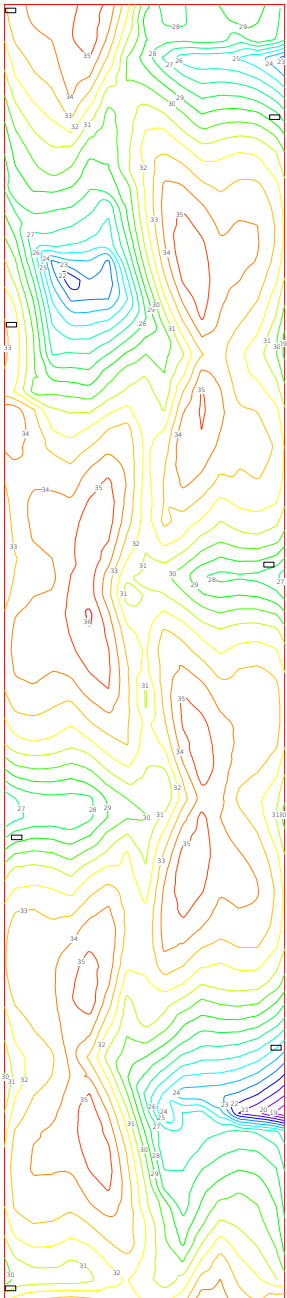
#### 1.1.3.4. DESLUMBRAMIENTO

Se analiza el deslumbramiento en base al índice de deslumbramiento GR. Se realiza el cálculo analizando distintas posiciones del observador a lo largo y ancho de la superficie de comprobación. Se enumeran a continuación los resultados correspondientes a la posición más desfavorable calculada, verificando en su caso que está dentro de los límites establecidos.

##### DESLUMBRAMIENTO GR

Parámetro	Valor
Posición del observador, X:	4,56 m
Posición del observador, Y:	24,90 m
Altura de observación:	1,50 m
Ángulo de inclinación:	-2,0°
Dirección de mirada:	15,0°
Luminancia de velo:	0,43 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia de velo equivalente:	0,14 cd/m <sup>2</sup>
Índice de deslumbramiento (GR):	36,81

La siguiente gráfica muestra las curvas de isovalores de deslumbramiento a través del área de comprobación:



## 2. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

A efectos de establecer los límites a cumplir, se ha considerado la siguiente clasificación de zona de protección contra la contaminación luminosa:

### CLASIFICACIÓN DESCRIPCIÓN

E3	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
----	--

Atendiendo a esta clasificación, todas las luminarias de la instalación tendrán un flujo hemisférico superior instalado ( $FHS_{inst}$ ) inferior al 15,00 % del flujo total emitido por cada una. La siguiente tabla muestra una relación de las luminarias instaladas y el flujo hemisférico superior instalado:

### FLUJO HEMOSFÉRICO SUPERIOR INSTALADO

Id.	Modelo	Zona	Orientación (°)			$FHS_{inst}$ (%)
			X	Y	Z	
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	0	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	0	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	-90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	0	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	0	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	-180	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	-180	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	-90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	-90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	-90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	90	0,00
	Lug light factory-130222.5L461.081-107W	Área de comprobación	0	0	90	0,00

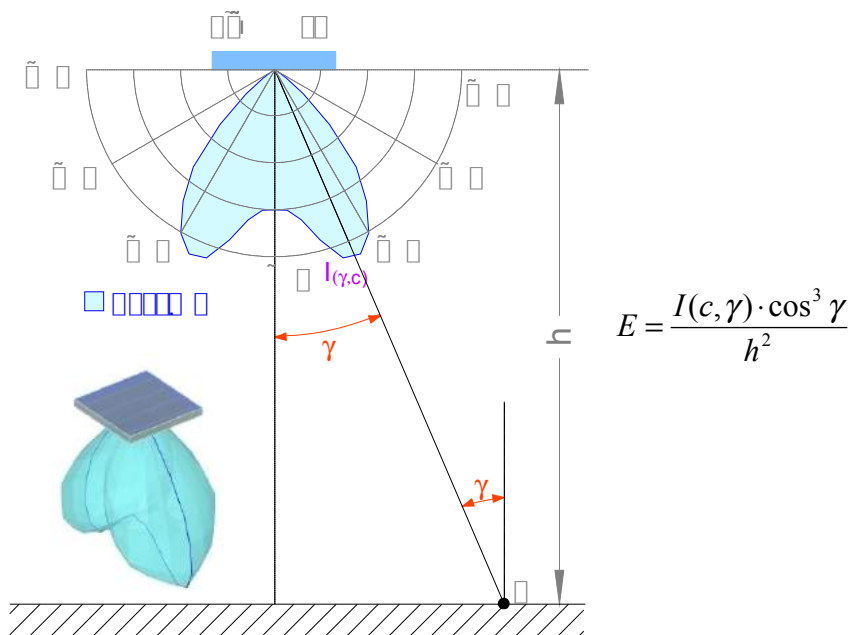
Además de esta limitación, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias cumple los siguientes requisitos:

- Se ilumina solo la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no superara los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfacen los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

## 3. LUMINARIAS

Este capítulo enumera todas las luminarias empleadas en la instalación, destacando sus parámetros más significativos.

La iluminancia horizontal en un punto P de una superficie mide la cantidad de luz que incide en dicho punto, y se calcula como el cociente entre el flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto y el área de ese elemento. Su símbolo es E y su unidad el lux ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ). Se calcula mediante la siguiente expresión:



Donde:

- $E$  = Componente horizontal de la iluminancia en el punto de cálculo (lux).  
 $I$  = Intensidad luminosa de la luminaria para la curva  $c$  y el ángulo  $\gamma$  en dirección al punto de cálculo (cd).  
 $h$  = Altura o diferencia de cotas entre la fuente luminosa y el punto de cálculo (m).  
 $\gamma$  = Ángulo que forman la dirección vertical desde la luminaria hasta el plano de cálculo y el rayo que une la fuente luminosa con el punto de cálculo.

La intensidad luminosa ( $I$ ) se obtiene de las curvas de distribución fotométrica de la luminaria, y del flujo total de las lámparas a instalar, según la siguiente fórmula:

$$I = \frac{I_m \cdot \Phi_L}{1000}$$

Donde:

- $I_m$  = Intensidad luminosa de la luminaria para el ángulo y la curva  $c$  referida a un flujo luminoso emitido de 1.000 lm. (cd / klm).  
 $\Phi_L$  = Flujo del conjunto de lámparas instaladas en la luminaria (cd).

## 5.2. ILUMINANCIA MEDIA HORIZONTAL

Es el valor medio de la iluminancia horizontal en la superficie considerada. Su símbolo es  $E_m$ , y se expresa en lux.

El proceso de cálculo consiste en dividir la superficie de cálculo en una nube de puntos separados una distancia homogénea, y realizar el cálculo de la iluminancia horizontal en cada uno de ellos provocada por todas las luminarias instaladas. La iluminancia media se calculará como el valor medio de todos los valores obtenidos:

$$E_m = \frac{\sum_{i=0}^n E_i}{n}$$

Donde:

- $E_m$  = Iluminancia media horizontal.  
 $E_i$  = Iluminancia horizontal calculada en el punto  $i$ .  
 $n$  = Número de puntos calculados.

### 5.3. UNIFORMIDAD MEDIA DE ILUMINANCIAS

Es la relación entre la iluminancia mínima y la media de la superficie. Su símbolo es  $U_m$  y carece de unidades.

$$U_m = \frac{E_{min}}{E_m}$$

### 5.4. UNIFORMIDAD GENERAL DE ILUMINANCIAS

Es la relación entre la iluminancia mínima y la máxima de la superficie. Su símbolo es  $U_g$  y carece de unidades.

$$U_g = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

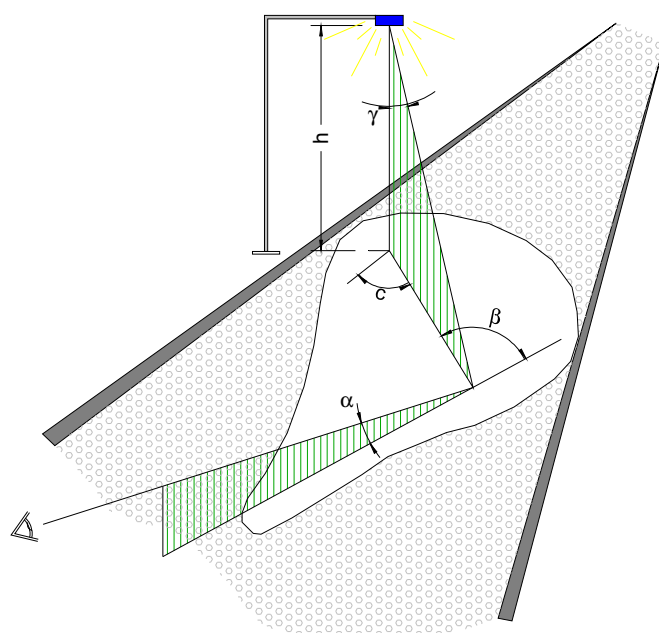
### 5.5. RELACIÓN DE ENTORNO SR

Es la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambos lados de los bordes de la misma. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones entorno calculadas. La anchura de las dos zonas de cálculo para cada relación de entorno se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.

## 6. LUMINANCIAS (L)

### 6.1. LUMINANCIA EN UN PUNTO DE UNA SUPERFICIE

Es la intensidad luminosa por unidad de superficie reflejada por la misma superficie en la dirección del ojo del observador. La expresión de la luminancia en un punto P, en función de la intensidad luminosa que incide en dicho punto, de la altura h de montaje de la luminaria y de las características de reflexión del pavimento  $r(\alpha, \text{tg } \alpha)$ , es la siguiente:



$$L = \frac{I(c, \gamma) \cdot r(\beta, \text{tg } \alpha)}{h^2}$$

Donde:

$L$  = Luminancia en un punto P de una superficie, en  $\text{cd/m}^2$ .

$I(c, \alpha)$  = Intensidad luminosa que incide en el punto de cálculo, en candelas, en función de la curva c y el ángulo  $\alpha$  de incidencia en el punto de cálculo.

$r(\alpha, \text{tg } \alpha)$  = Coeficiente de reflexión del pavimento para el ángulo de incidencia  $\alpha$  y el ángulo  $\alpha$  que marca la posición del observador respecto al punto de cálculo y la luminaria. Este factor se calcula por doble interpolación en las tablas r correspondientes al tipo de pavimento empleado.

$h$  = Altura de instalación del punto de luz, en m.

En el caso de cálculo de áreas exteriores, la luminancia se calcula suponiendo que la reflexión de la superficie es totalmente difusa, en cuyo caso, la luminancia es directamente proporcional a la iluminancia, y no depende de la posición del observador, calculándose según la siguiente expresión:

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi}$$

Donde:

- L = Luminancia en el punto P.  
 E = Iluminancia horizontal en el punto P.  
 $\rho$  = Coeficiente de reflexión medio del área.

## 6.2. LUMINANCIA MEDIA DE UNA SUPERFICIE

Es el valor medio de la luminancia de la superficie considerada. Su símbolo es  $L_m$  y se expresa en  $\text{cd/m}^2$ .

$$L_m = \frac{\sum_{i=0}^n L_i}{n}$$

Donde:

- $L_m$  = Luminancia media, en  $\text{cd/m}^2$ .  
 $L_i$  = Luminancia calculada en el punto i, en  $\text{cd/m}^2$ .  
 n = Número de puntos calculados.

## 6.3. UNIFORMIDAD GLOBAL DE LUMINANCIAS

Es la relación entre la luminancia mínima y la media de la superficie de la calzada. Su símbolo es  $U_o$  y carece de unidades.

$$U_o = \frac{E_{min}}{E_m}$$

## 6.4. UNIFORMIDAD LONGITUDINAL DE LUMINANCIAS

Es la relación entre la luminancia mínima y la máxima en el mismo eje longitudinal de los carriles de circulación de la calzada, adoptando el valor menor de todos ellos. Su símbolo es  $U_l$  y carece de unidades.

$$U_l = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

## 6.5. LUMINANCIA DE VELO

Es la luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la facultad que posee el ojo para apreciar los contrastes. Su símbolo es ( $L_v$ ) y se expresa en  $\text{cd/m}^2$ .

Se calcula sumando el aporte de todas las luminarias instaladas según la siguiente expresión:

$$L_v = K \cdot \sum_{i=0}^n \frac{E_g}{\theta^2}$$

Donde:

- K = Constante que depende fundamentalmente de la edad del observador y, aunque es variable, se adopta como valor medio 10 si los ángulos se expresan en grados, y  $3 \times 10^{-3}$  si se expresan en radianes.  
 $E_g$  = Iluminancia en lux sobre la pupila, en un plano perpendicular a la dirección visual y tangente al ojo del observador.

$\Theta$  = Ángulo entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión, es decir, ángulo formado por la dirección visual del observador.

## 6.6. LUMINANCIA DE VELO EQUIVALENTE

Se define considerando que la reflexión del entorno es totalmente difusa, se expresa en  $\text{cd/m}^2$ , y se calcula como:

$$L_{ve} = \frac{0,035 \cdot \rho \cdot E_{hm}}{\pi}$$

Donde:

$L_{ve}$  = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno ( $\text{cd/m}^2$ ).

$\rho$  = Coeficiente de reflexión medio del área.

$E_{hm}$  = Iluminancia horizontal media del área (lux).

## 7. DESLUMBRAMIENTO

### 7.1. DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR (TI)

Deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por el deslumbramiento perturbador, ocasionado por las luminarias de la instalación de alumbrado público, se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste. Su símbolo TI, carece de unidades y su expresión, en función de la luminancia de velo  $L_v$  y la luminancia media de la calzada  $L_m$ .

Cuando  $L_m$  está entre 0,05 y 5  $\text{cd/m}^2$ , se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_m^{0,8}}$$

Cuando  $L_m$  es superior a 5  $\text{cd/m}^2$ , se utiliza esta otra expresión:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_m^{1,05}}$$

Donde:

TI = Incremento de umbral correspondiente al deslumbramiento perturbador.

$L_v$  = Luminancia de velo total en  $\text{cd/m}^2$ .

$L_m$  = Luminancia media de la calzada en  $\text{cd/m}^2$ .

### 7.2. ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO CLASE D

El deslumbramiento en instalaciones de alumbrado vial ambiental se analiza en base al índice de deslumbramiento clase D, determinado por la siguiente expresión:

$$D = I \cdot A^{-0,5}$$

Donde:

D = Índice de deslumbramiento.

I = Valor máximo de la intensidad luminosa (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo de 85° con la vertical.

A = Área aparente ( $\text{m}^2$ ) de las partes luminosas de la luminaria en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad.

### 7.3. ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO (GR)

Es el índice que caracteriza el nivel de deslumbramiento (Glare Rating), mediante la formulación empírica reflejada en la norma CIE 112:94 según la siguiente expresión:



$$GR = 27 + 24 \cdot \log \frac{L_v}{L_{ve}^{0,9}}$$

Donde:

GR = Índice de deslumbramiento.

$L_v$  = Luminancia de velo debida a las luminarias (cd/m<sup>2</sup>).

$L_{ve}$  = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno (cd/m<sup>2</sup>).

El índice de deslumbramiento GR se utiliza para evaluar el deslumbramiento en la iluminación de recintos abiertos, superficies, instalaciones deportivas, áreas de trabajo exteriores, aparcamientos y en general, iluminación a gran altura. Tiene una escala de 0 a 100, y su valor se evalúa según la siguiente tabla:

Evaluación del deslumbramiento mediante el índice GR

Deslumbramiento	Índice GR
Insignificante	10
Ligero	30
Límite admisible	50
Molesto	70
Insoportable	90

## 8. EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 8.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P}$$

Donde

$\square$  = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior (m<sup>2</sup>·lux/W).

S = Superficie iluminada (m<sup>2</sup>).

$E_m$  = Iluminancia media en servicio (considerando el mantenimiento previsto) de la instalación (lux).

P = Potencia activa total instalada, incluyendo potencia de equipos auxiliares (W).

### 8.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se califican en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética ( $I_\varepsilon$ ) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\square$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\square_R$ ). Este último valor se determina a partir de la tabla 3 la de ITC-EA-01 del Reglamento de Eficiencia Energética, en función de la iluminancia media proyectada.

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

Para calificar la eficiencia de la instalación se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

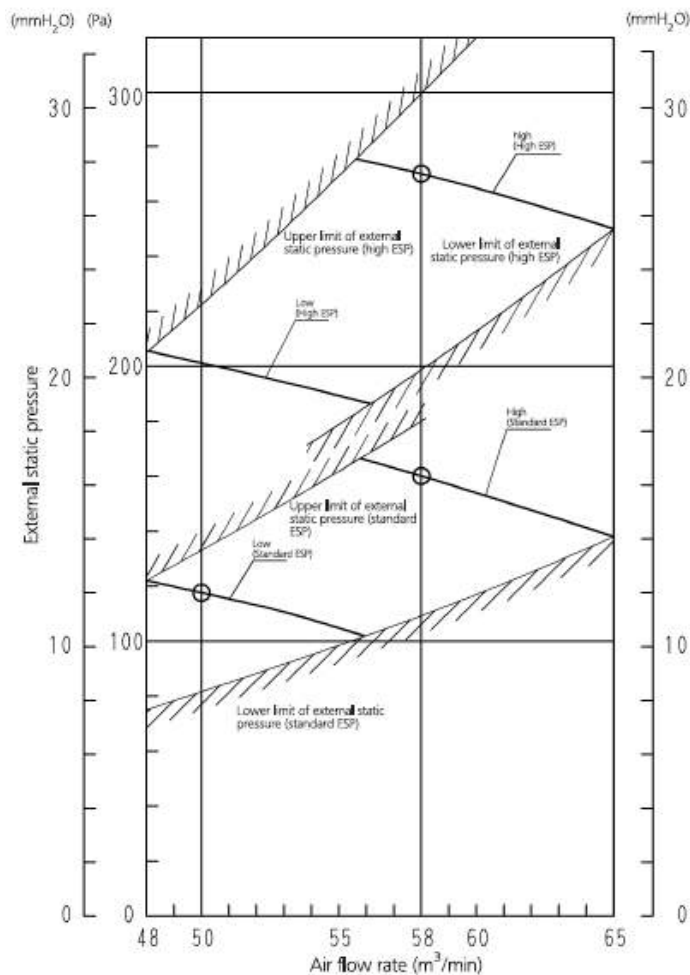
$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon}$$

Según el valor calculado del índice de calificación energética, la tabla 4 de la ITC-EA-01 del Reglamento determina la letra correspondiente a la calificación.

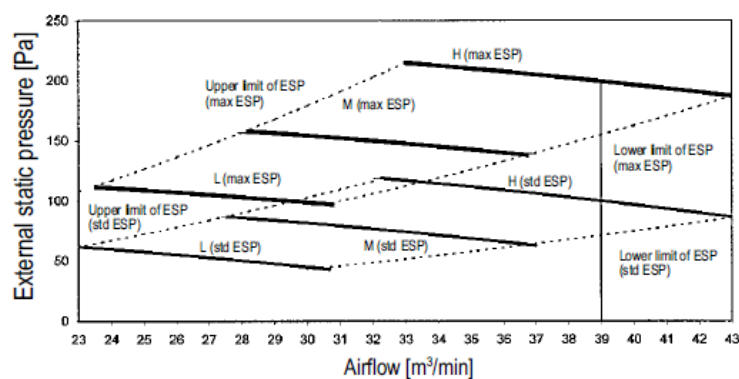
# 11 FICHAS TÉCNICAS

## 11.1 Curvas ventiladores

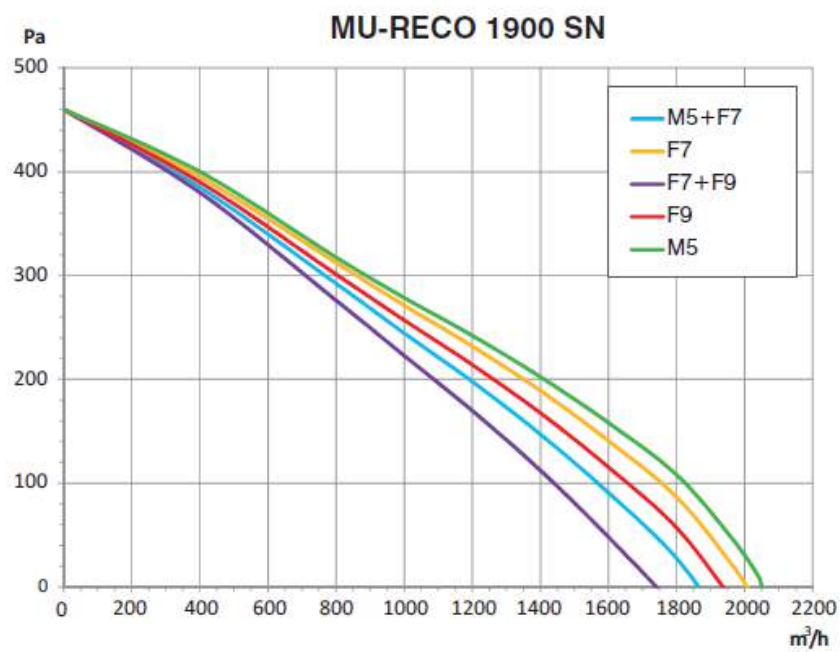
- Ventilador FXMQ200MB



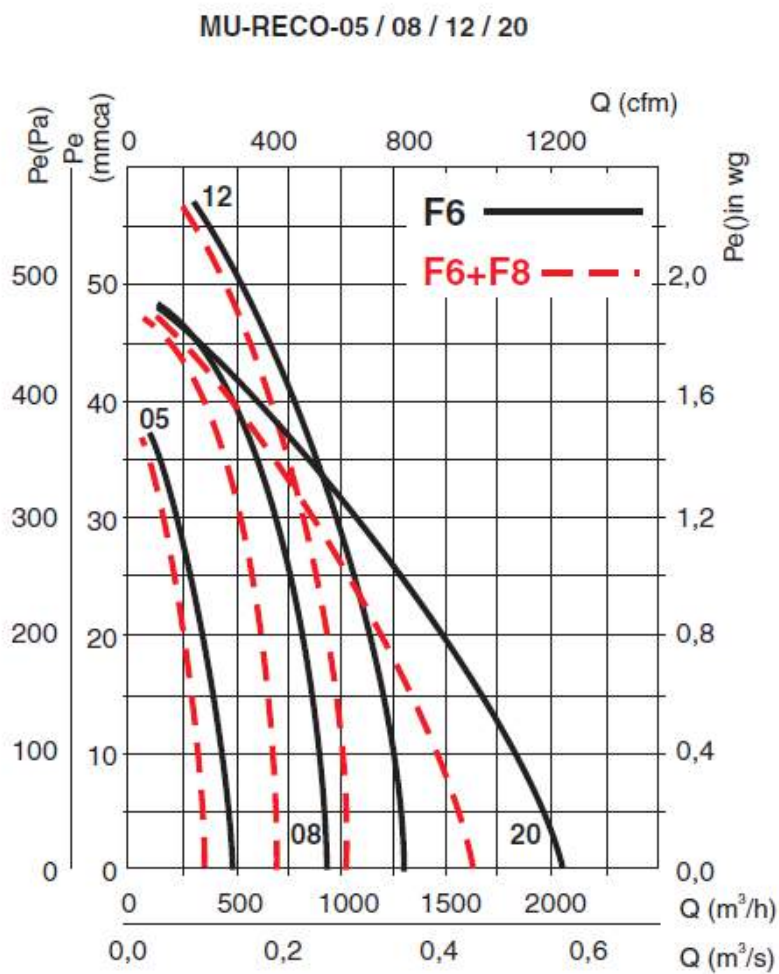
- Ventilador FXMQ125P7



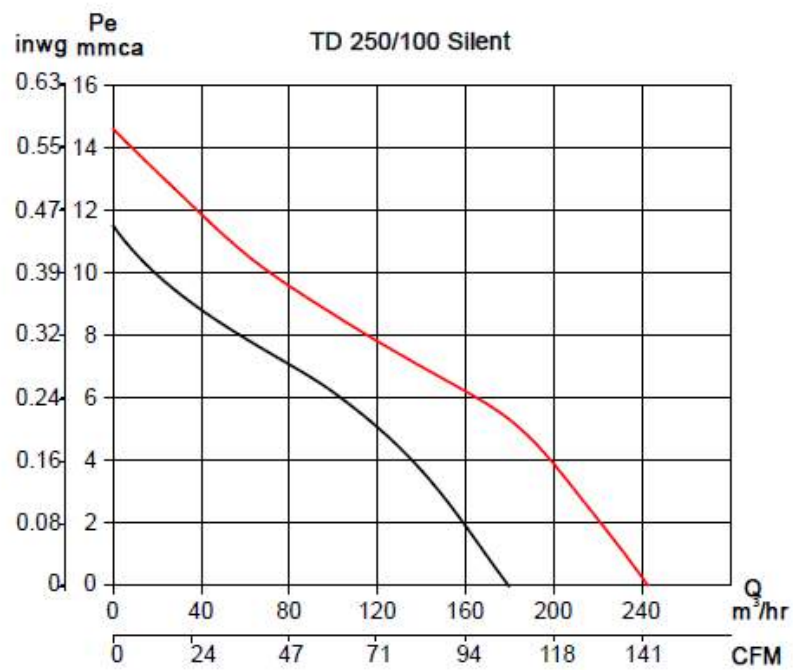
- Recuperador MU-RECO 1900 SN



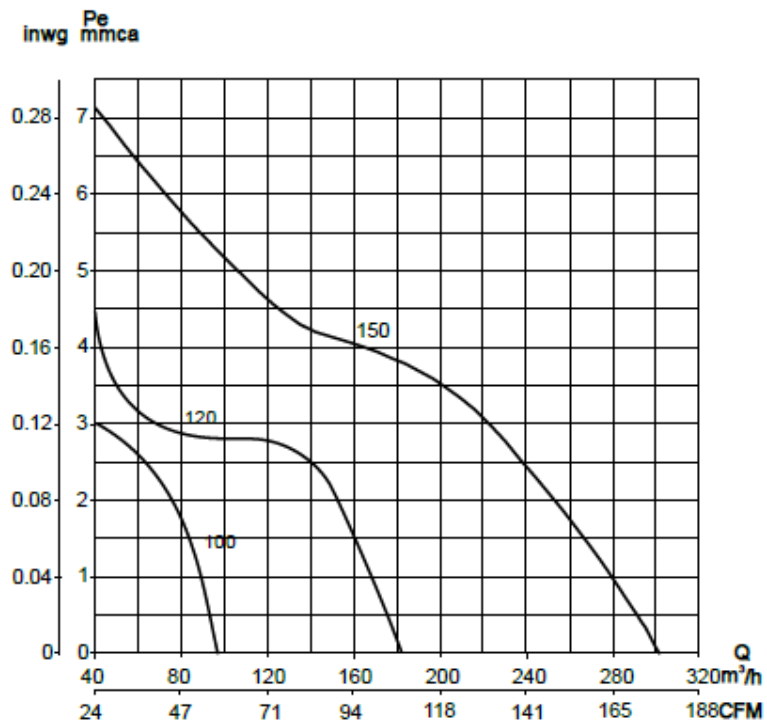
- Recuperador MU-RECO 2000



- Extractor TD 250/100 Silent



- Extractor FUTURE 100



- Extractor de polvo NCF DX 160/25

## Fan diagram

