



PLANTA PILOTO DE ACTIVACIÓN DE CARBÓN

Memoria de cálculos.

INDICE

CAPITULO I:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	2
-----------------------------	---

CAPITULO II: INSTALACIONES SANITARIAS

FONTANERÍA	12
1. AGUA FRÍA ASEOS	12
2. AGUA CALIENTE	16
3. AGUA LABORATORIOS	18
4. ACOMETIDA	19
SANEAMIENTO	20
1. RED VERTICAL DE AGUA RESIDUAL	20
2. RED VERTICAL DE AGUA PLUBIALES	22

CAPITULO III:

INSTALACIONES ENERGIA SOLAR.....	27
----------------------------------	----

CAPITULO IV:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.....	31
1. RIESGO INTRÍNSECO	31
2. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES.....	32

CAPITULO IV: ILUMINACIÓN Y FUERZA.

ILUMINACIÓN	44
FUERZA.....	55

- **CAPITULO I**

DISTRIBUCION EN PLANTA

La capacidad de la Planta será de 1 Tm de Carbón activo al día.



**10 toneladas de madera
(trozos grandes o aserrín)**



Producen

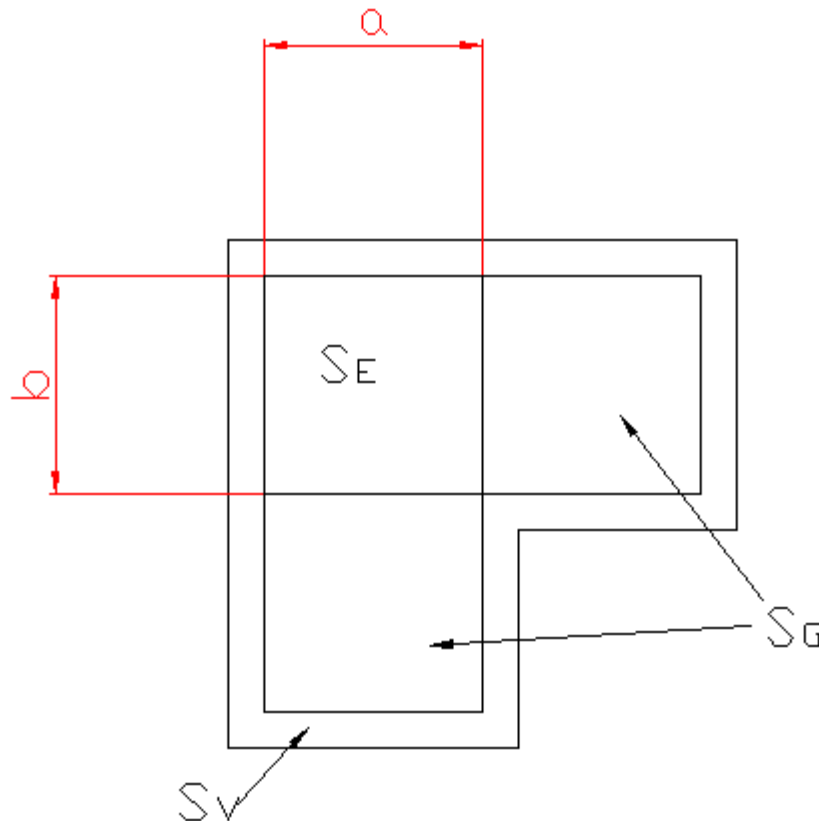


**1 tonelada de carbón
activado**

Se utilizaran 10 toneladas de madera al día para así obtener la tonelada de carbón activo deseada.

Necesidades e identificación de aéreas:

- **Superficie Estática (S_E):** Superficie física de la maquinaria.
- **Superficie Gravitacional (S_G):** Superficie que necesita el operario para realizar la actividad.
- **Superficie Total (S_t):** Superficie total necesaria para el funcionamiento de la fábrica.
- **Número de Unidades (N):** Número de unidades de esa misma máquina.



Superficie estática:

$$S_E = a \cdot b$$

Superficie gravitacional:

$$S_G = S_E \cdot R \quad (R = \text{Nº de lados para operar})$$

Superficie de evolución:

$$S_V = (S_E + S_G) \cdot k \quad (K = \text{Coeficiente en función del tipo de industria; (0.05–3)})$$

Superficie total del puesto

$$S_t = S_V + S_G + S_E$$

1) TRITURADOR

$$SE = 1292 \times 1750 = 2261000$$

$$SG = 2261000 \times 2 = 4522000$$

$$SV = (4522000 + 2261000) \times 1.5 = 10174500$$

$$St = 2261000 + 4522000 + 10174500 = 16957500 \text{ mm}^2 = 16.96 \text{ m}^2$$

2) HORNO DE ACTIVACIÓN

$$SE = 1240 \times 1527 = 1893480$$

$$SG = 1893480 \times 1 = 1893480$$

$$SV = (1893480 + 1893480) \times 1.5 = 5680440$$

$$St = 1840220 + 1893480 + 5680440 = 9414140 \text{ mm}^2 = 9.41 \text{ m}^2$$

3) HORNO DE CARBONIZACIÓN

$$SE = 2000 \times 4000 = 8000000$$

$$SG = 8000000 \times 1 = 8000000$$

$$SV = (8000000 + 8000000) \times 1.5 = 24000000$$

$$St = 8000000 + 8000000 + 24000000 = 40000000 \text{ mm}^2 = 40 \text{ m}^2$$

4) DEPOSITO

$$SE = 3400 \times 2000 = 6800000$$

$$SG = 6800000 \times 1 = 6800000$$

$$SV = (6800000 + 6800000) \times 1.5 = 20400000$$

$$St = 20400000 + 6800000 + 6800000 = 34000000 \text{ mm}^2 = 34 \text{ m}^2$$

Según esto, podemos ver los espacios necesarios en la siguiente tabla:

Maquinaria	Unidades (ud)	Espacio necesario (m ²)
<u>Horno carbonización:</u>	1	40 m ²
<u>Triturador:</u>	1	16.96 m ²
<u>Horno activación:</u>	1	9,4 m ²
<u>Deposito</u>	1	34 m ²
<u>Zona de trabajo</u>	1	12 m ²
	Total.	112,36

Sobredimensionamos la zona taller a los 200m².

Veamos ahora el espacio para otras dependencias:

	Dependencia	Espacio (m2)
1	DESPACHO	20
2	ALMACEN OFICINA	8
3	SERVICIOS	24
4	LABORATORIOS	20
5	ALMACEN PRODUCTO FINAL	60
6	ALMACEN MATERIA PRIMA	60
7	TALLER	150
	Total(m2)	342

Este resultado indica las dimensiones mínimas que debería tener la nave donde se va a realizar el proyecto, dimensionamos esta medida por la necesidad de pasillos, puertas, optamos por una nave de 400m².

Nave:

Hemos optado por el alquiler de una nave para el desarrollo de este proyecto.

Como hemos visto anteriormente necesitamos una nave de 400 m²

Tras buscar hemos encontrado una nave que se adecua a nuestras necesidades.

Esta nave tiene unas dimensiones de 20m x 20m.

Matriz de actividades

La matriz que veremos a continuación se utiliza para ver la relación que existe entre dos actividades distintas y la consiguiente conveniencia de proximidad entre las mismas.

Para ello vamos a recurrir a dos tablas, una con el grado de interrelación entre dichas actividades y otra con las razones y motivos de dicha interrelación.

Diagrama de relaciones de áreas:

En este diagrama relacionamos las distintas áreas mediante un diagrama relacional con el objeto de tener una visión generalizada de la distribución de los espacios, así como la relación existente entre dichos espacios, con el propósito de generar los distintos Lay-Out.

Estos serán evaluados con el fin de obtener el más conveniente.

A continuación veremos los códigos utilizados que nos informan sobre la necesidad de la proximidad de dos áreas distintas a la hora de diseñar los diferentes Lay-Out.

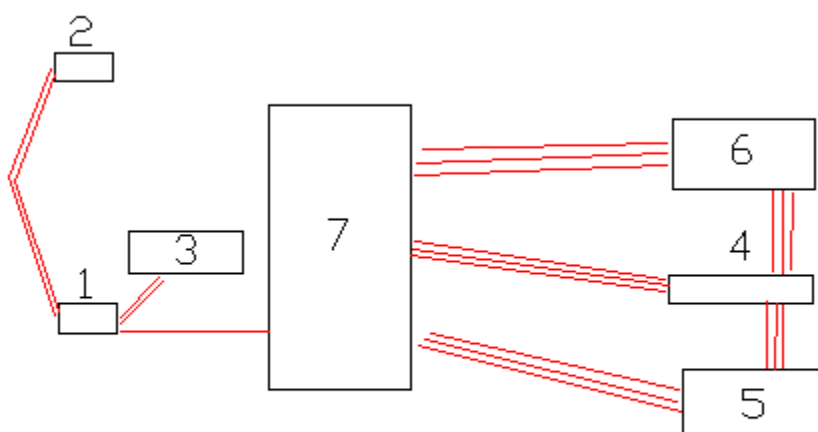
Distintas alternativas de lay-out

A continuación se genera una serie de posibles Lay-Out para el proyecto y pasaremos a su evaluación. Posteriormente lo analizaremos por medio del criterio valor técnico ponderado (VTP), mediante la realización de una tabla y veremos cuál de las posibles posibilidades es la más correcta.

	Nombre del departamento	Tamaño (m2)	1	2	3	4	5	6	7
1	DESPACHO	14		I	I	0	U	U	E
2	ALMACEN OFICINA	8			U	U	U	U	U
3	SERVICIOS	24				U	U	U	U
4	LABORATORIOS	20					E	E	E
5	ALMACEN PRODUCTO FINAL	50						U	E
6	ALMACEN MATERIA PRIMA	50							E
7	TALLER	200							

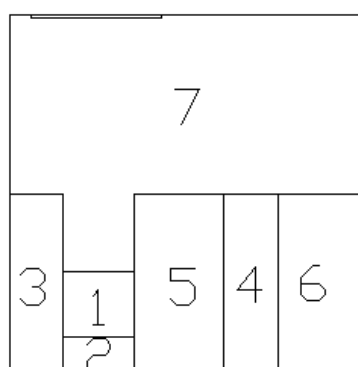
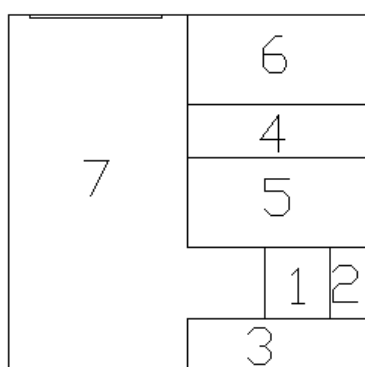
De esta tabla podemos obtener la cercanía con la que deben estar los diferentes departamentos.

Planteamos un esquema con la proximidad y tamaño mínimo que debe tener cada departamento para así poder ver mejor la repartición todos los departamentos



Juntando todos los departamentos obtenemos la distribución general de la planta.

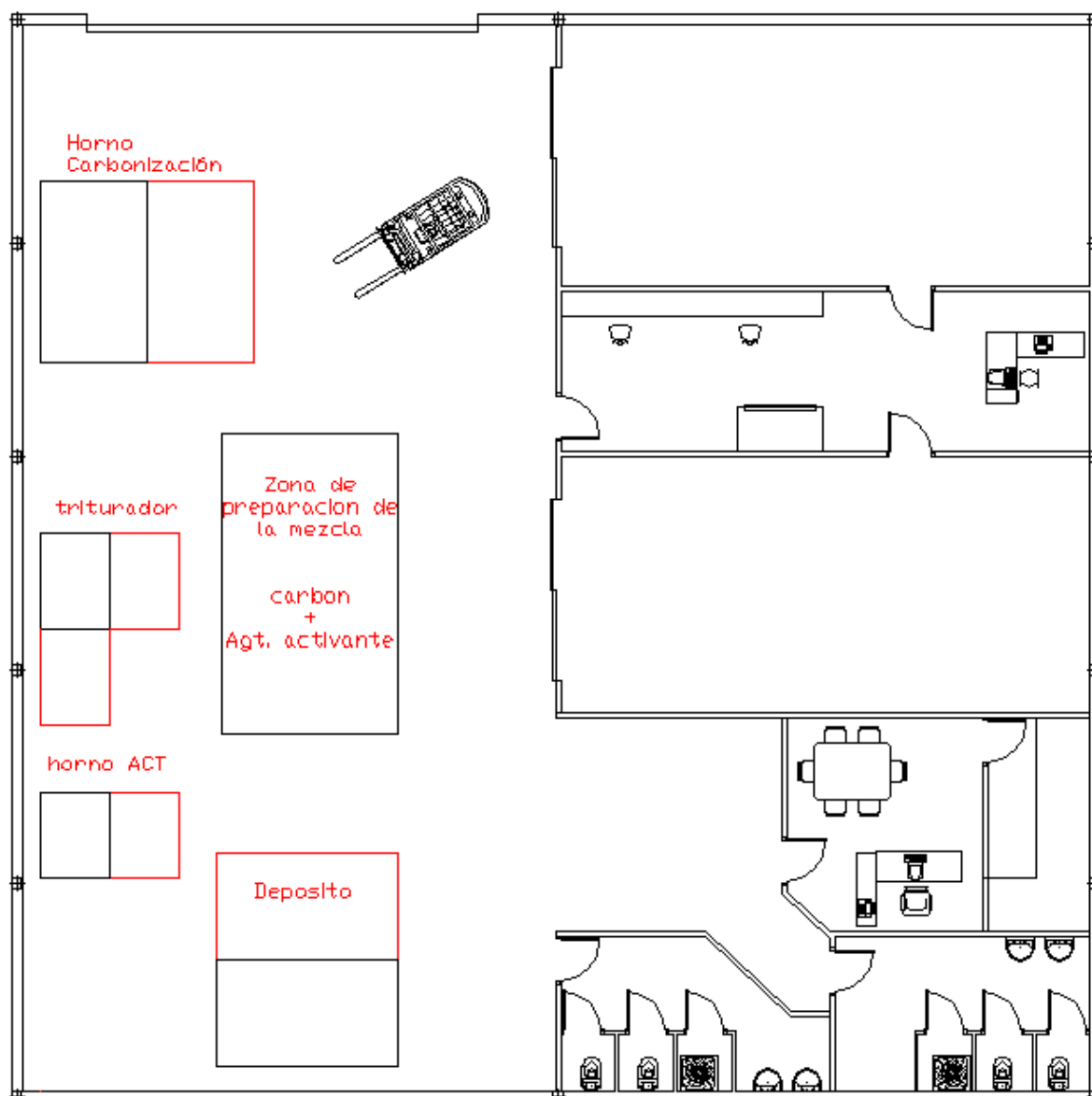
Plantearémos 2 propuestas, las cuales a continuación se valorarán para ver cuál es la más adecuada, en la que incluimos los pasillos necesarios, todo ello dentro de una nave de 400m².



CRITERIO	g_i	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B	
		P_i	$g_i \cdot P_i$	P_i	$g_i \cdot P_i$
FLUJO DE MATERIA	3	8	21	8	24
TRANSPORTE	3	6	18	7	21
SEGURIDAD	4	3	16	6	24
RUIDO	3	3	15	5	15
VALORACIONES	13	26	70	29	84
VALOR TECNICO PONDERADO $VTP = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i \cdot g_i)}{(\sum_{i=1}^n g_i) \cdot P_{\max}}$		0.77		0.8	

Escogemos la Opción en la cual el VTP se acerque más a 1.

A continuación una representación más detallada de la opción elegida.



- **CAPITULO II:**
INSTALACIONES SANITARIAS.

1. FONTANERIA

INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

CÁLCULO DE AGUA FRÍA

DATOS PARA EL CÁLCULO

- **Velocidad:** Entre 0.5 m/sg y 1.5 m/sg.
- **Coeficiente de simultaneidad:** $K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ como mínimo 0.3
- **Presión Nominal facilitada por la empresa suministradora:** 25mca
- **Presión mínima en un punto de alimentación:** 10mca.

DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES

Cada uno de los aparatos de consumo debe recibir, con independencia del estado de funcionamiento de los demás, unos caudales instantáneos mínimos para su correcta utilización.

Así, los caudales instantáneos mínimos en cada uno de los aparatos de consumo están reflejados en la siguiente tabla:

Caudales mínimos (l/s) en los aparatos según NIA 1.2.1	
Lavabos	0,1
Inodoro	0,1
Ducha	0,2

A continuación se van a determinar los caudales requeridos en cada una de las zonas de consumo:

- ASEOS CABALLEROS:

Aparato	Caudal/unidad	Unidades	Caudal total (l/s)
Lavabos	0,1	1	0,1
Inodoros	0,1	2	0,2
Ducha	0,2	1	0,2
			0,5

- ASEO SEÑORAS:

Aparato	Caudal/unidad	Unidades	Caudal total (l/s)
Lavabos	0,1	1	0,1
Inodoros	0,1	2	0,2
Ducha	0,2	1	0,2
			0,5

SECCIONES DE CONDUCTOS

A continuación se calcularán las secciones de los conductos interiores de cada uno de los locales, así como las pérdidas de carga correspondientes.

Una vez determinados estos, se obtendrán los datos para dimensionar los ramales interiores, así como el ramal de distribución.

Para efectuar el cálculo nos vamos a basar en las ecuaciones de la hidrodinámica:

$$Q=SV$$

Donde:

- **Q**= Caudal que circula (l/s)
- **S**= Sección del conducto (dm²)
- **V**= Velocidad de circulación del agua (dm/s)

En cuanto a la pérdida unitaria de carga, su cálculo se basa en la fórmula de Flamant:

$$j = V^{1.75} F D^{-1.25}$$

Donde:

- **V**= Velocidad (m/s)
- **F**= Rugosidad del cobre: $F=0.000560$
- **D**= Diámetro (m)

Así, y por medio de la utilización de ábacos se van a determinar las secciones, velocidades reales y pérdidas de carga en cada uno de los tramos y los resultados se expondrán por medio de tablas.

Según la NIA 1.5.8, los diámetros interiores de las derivaciones que suministran a los distintos aparatos son los siguientes:

Lavabos	10mm
Sanitarios	10mm
Duchas	12mm

Instalación de Agua fría en Aseos:

TRAMO		L (m)	Vo (m/s)	h (mca)	Q (l/s)	N	k	Qs (l/s)	D (mm)	DN (mm)	Di (mm)	V (m/s)	j (mca/m)	Le (m)	L+Le (m)	J (mca)	Pi (mca)	Pf (mca)	Pf (kPa)
Baño Caballeros																			
a - 1	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	19,52	19,46	191
1 - 2		0,70	1,50	0,00	0,10	1,00	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,18	0,88	0,20	19,71	19,52	191
b - 2	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	19,77	19,71	193
2 - 3		1,30	1,50	0,00	0,20	2,00	1,00	0,20	13,03	15	14	1,299	0,1518	0,33	1,63	0,25	20,01	19,77	194
c - 3	Ducha	0,20	1,50	1,50	0,20	-	1,00	0,20	13,03	15	14	1,299	0,1518	0,05	0,25	0,04	21,55	20,01	196
3 - 4		0,90	1,50	0,00	0,40	3,00	0,71	0,28	15,49	18	16	1,407	0,1476	0,23	1,13	0,17	21,72	21,55	211
d - 4	Inodoro	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	21,77	21,72	213
4 - 5		1,00	1,50	0,00	0,50	4,00	0,58	0,29	15,65	18	16	1,436	0,1530	0,25	1,25	0,19	21,97	21,77	214
e - 5	Inodoro	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	22,02	21,97	215
5 - 6		0,90	1,50	0,00	0,60	5,00	0,50	0,30	15,96	18	16	1,492	0,1637	0,23	1,13	0,18	22,21	22,02	216
Baño Señoras																			
f - 7	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	18,78	18,72	184
7 - 8		0,70	1,50	0,00	0,10	1,00	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,18	0,88	0,20	18,97	18,78	184
g - 8	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	19,03	18,97	186
8 - 9		4,00	1,50	0,00	0,20	2,00	1,00	0,20	13,03	15	14	1,299	0,1518	1,00	5,00	0,76	19,79	19,03	187
h - 9	Inodoro	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	19,84	19,79	194
9 - 10		1,00	1,50	0,00	0,30	3,00	0,71	0,21	13,42	15	14	1,378	0,1683	0,25	1,25	0,21	20,05	19,84	195
i - 10	Inodoro	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	20,11	20,05	197
10 - 11		1,00	1,50	0,00	0,40	4,00	0,58	0,23	14,00	18	16	1,149	0,1035	0,25	1,25	0,13	20,24	20,11	197
j - 11	Ducha	0,20	1,50	1,50	0,20	-	1,00	0,20	13,03	15	14	1,299	0,1518	0,05	0,25	0,04	21,78	20,24	198
11 - 12		2,10	1,50	0,00	0,60	5,00	0,50	0,30	15,96	18	16	1,492	0,1637	0,53	2,63	0,43	22,21	21,78	214

5.3. CÁLCULO DE AGUA CALIENTE

Para el cálculo de los valores correspondientes al sistema de distribución de agua caliente, se va a utilizar un procedimiento análogo al empleado para el cálculo de los conductos de agua fría.

Para resolver el problema se ha optado por instalar un termo acumulador eléctricos de 50 l de capacidad.

El calentador irá conectado directamente a la red de agua fría teniendo que ser provisto de:

- 1 Grifo de cierre.
- 1 Purgador de control.
- 1 Dispositivo de retención.
- 1 Válvula de seguridad.

Los conductos de distribución serán igualmente de cobre, y se dispondrán a una distancia superior a 40mm de los de agua fría, y nunca por debajo de estos.

Se ha optado por utilizar un sistema sin recirculación de agua caliente.

Puesto que el agua caliente solo va a ser suministrado a las duchas, se dispondrán en estas los correspondientes grifos.

- DUCHA ASEOS:

Se realizan los mismos procedimientos de cálculo, salvo que la alimentación se produce por la instalación de placa solar y en caso de fallo se calentare el agua en un calentador eléctrico.

En la siguiente tabla se muestran las características de cada tramo:

Calculo de red de agua Caliente:

TRAMO		L (m)	Vo (m/s)	h (mca)	Q (l/s)	N	k	Qs (l/s)	D (mm)	DN (mm)	Di (mm)	V (m/s)	j (mca/m)	Le (m)	L+Le (m)	J (mca)	Pi (mca)	Pf (mca)	Pf (kPa)
Agua caliente																			
f - 7	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	15,93	15,88	156
7 - 8		0,70	1,50	0,00	0,10	1,00	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,18	0,88	0,20	16,13	15,93	156
g - 8	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	16,19	16,13	158
8 - 11		6,00	1,50	0,00	0,20	2,00	1,00	0,20	13,03	16	14	1,299	0,1518	1,50	7,50	1,14	17,32	16,19	159
j - 11	Ducha	0,20	1,50	1,50	0,20	-	1,00	0,20	13,03	16	14	1,299	0,1518	0,05	0,25	0,04	18,86	17,32	170
11 - 1		2,70	1,50	0,00	0,40	3,00	0,71	0,28	15,49	18	16	1,407	0,1476	0,68	3,38	0,50	19,36	18,86	185
a - 1	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	19,42	19,36	190
1 - 2		0,70	1,50	0,00	0,50	4,00	0,58	0,29	15,65	18	16	1,436	0,1530	0,18	0,88	0,13	19,55	19,42	190
b - 2	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	19,61	19,55	192
2 - 3		1,30	1,50	0,00	0,60	5,00	0,50	0,30	15,96	18	16	1,492	0,1637	0,33	1,63	0,27	19,87	19,61	192
c - 3	Ducha	0,20	1,50	1,50	0,20	-	1,00	0,20	13,03	16	14	1,299	0,1518	0,05	0,25	0,04	21,41	19,87	195
3 - 13		3,00	1,50	-6,50	0,80	6,00	0,45	0,36	17,43	20	18	1,406	0,1273	0,75	3,75	0,48	15,39	21,41	210
13 - 14		1,00	1,50	6,50	0,80	6,00	0,45	0,36	17,43	20	18	1,406	0,1273	0,25	1,25	0,16	22,05	15,39	151
14 - 15		1,00	1,50	0,00	0,80	6,00	0,45	0,36	17,43	20	18	1,406	0,1273	0,25	1,25	0,16	22,21	22,05	216

Calculo de red de abastecimiento de agua al Laboratorio.

TRAMO		L (m)	Vo (m/s)	h (mca)	Q (l/s)	N	k	Qs (l/s)	D (mm)	DN (mm)	Di (mm)	V (m/s)	j (mca/m)	Le (m)	L+Le (m)	J (mca)	Pi (mca)	Pf (mca)	Pf (kPa)
Laboratorios																			
k - 16	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	21,04	20,98	206
16 - 17		0,70	1,50	0,00	0,10	1,00	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,18	0,88	0,20	21,23	21,04	206
1 - 17	Lavabo	0,20	1,50	0,00	0,10	-	1,00	0,10	9,21	12	10	1,273	0,2231	0,05	0,25	0,06	21,29	21,23	208
17 - 18		1,00	1,50	0,00	0,20	2,00	1,00	0,20	13,03	15	14	1,299	0,1518	0,25	1,25	0,19	21,48	21,29	209

Red hasta Acometida

TRAMO		L (m)	Vo (m/s)	h (mca)	Q (l/s)	N	k	Qs (l/s)	D (mm)	DN (mm)	Di (mm)	V (m/s)	j (mca/m)	Le (m)	L+Le (m)	J (mca)	Pi (mca)	Pf (mca)	Pf (kPa)
Tuberis hasta acometida																			
6 - 20		1,50	1,50	0,00	0,60	5,00	0,50	0,30	15,96	18	16	1,492	0,1637	0,38	1,88	0,31	22,21	21,90	215
12 - 20		7,00	1,50	0,00	0,60	5,00	0,50	0,30	15,96	18	16	1,492	0,1637	1,75	8,75	1,43	22,21	20,77	204
15 - 20		1,50	1,50	0,00	0,40	2,00	1,00	0,40	18,43	22	20	1,273	0,0938	0,38	1,88	0,18	22,21	22,03	216
20 - 21		27,00	1,50	0,00	1,60	12,00	0,30	0,48	20,24	24	22	1,269	0,0828	6,75	33,75	2,79	25,00	22,21	218
18 - 21		35,00	1,50	0,00	0,20	2,00	1,00	0,20	13,03	18	16	0,995	0,0805	8,75	43,75	3,52	25,00	21,48	211

2. SANEAMIENTO

El cálculo se realizara mediante el método de unidades de descarga del CTE.

Red vertical de agua residual.

Se dotara de instalación de saneamiento las siguientes estancias y usos, según la tabla 4.1 del DB-HS 5 del CTE.

La siguiente tabla muestra las unidades de descarga y los diámetros de sifón o derivación de los siguientes aparatos sanitarios:

Especificación	Medición	Ud	D(mm)
Lavabo	4	2	40
Inodoro	4	5	100
Ducha	1	3	50

Estos desagües irán a la red de arquetas como se representa en el plano, de esta ira a la Red de alcantarillado público previo paso por arqueta sinfónica.

El dimensionado de los ramales colectores entre los diferentes aparatos sanitarios se obtiene de la tabla 4.3 de DB-HS 5 del CTE.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante			
Máximo número de UD			Diámetro (mm)
1 %	Pendiente 2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Para 34 Uds y un diseño con pendiente del 2% deberían ser de 90 mm, pero debido a que las derivaciones de los inodoros son de 100 mm, nuestros colectores serán también de 100mm de diámetro.

Ahora dimensionamos los bajantes que se obtiene de la tabla 4.4 de DB-HS 5 del CTE.

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

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

En este caso sucede lo mismo que en los colectores de los diferentes aparatos y sabiendo que son de 100 mm de diámetro, por lo que cogemos el siguiente mayor, que en este caso es de 110 mm.

Red horizontal de aguas residuales.

Para dimensionar la red horizontal de agua residuales nos vamos a la tabla 4.5 de DB-HS5 del CTE. La diseñamos para una pendiente del 2% y obtenemos los diámetros de los colectores generales:

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Cogemos colectores de diámetro 110 mm ya que los bajantes son de 110 mm y las derivaciones de los inodoros son de 100mm así sobredimensionas las necesidades y evitamos atascos.

TRAMO	LONGITUD	PENDIENTE	D (mm)
TR1	4,20	2	110
TR2	11,70	2	110
TR3	3,30	2	110
TR4	7	2	110
TR5	7,3	2	110
INODOROS	5,1	2,5	100
LAVABOS	7	2,5	40
DUCHAS	2,4	2,5	50

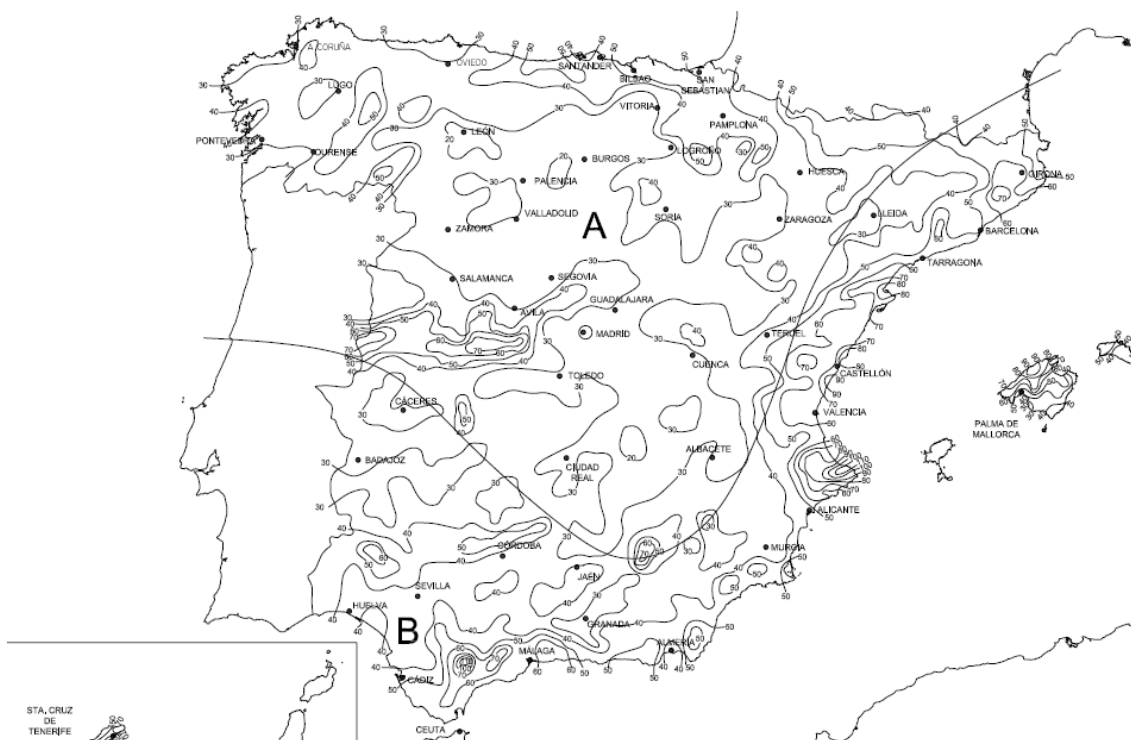
Red de aguas pluviales.

En este apartado sólo calcularemos la instalación de saneamiento de aguas pluviales a través de canalones para la cubierta ya que el 100 % de la parcela industrial se encuentra construida.

Canalones

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
5%	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250



Mediante el mapa del Apéndice B, obtenemos el factor de corrección.

Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Nosotros tenemos una superficie de cubierta de 200 m² por lo que debemos instalar 4 sumideros.

Para dimensionar los bajantes primero debe aplicarse un factor de corrección de la superficie ya que en Sevilla la intensidad pluviométrica es de 90 mm/h:

$$f = \frac{i}{100}$$

Donde:

3. f = factor de corrección a la superficie servida
4. i = la intensidad pluviométrica que se quiere considerar

(Véase el Anexo B de DB-HS 5 del CTE)

El factor de corrección es de 0,9 por lo que la superficie final de proyección horizontal es de 180m².

La cubierta de la nave en cuestión es de tipo dos aguas, se instalarán 4 canalones y 2 bajantes a cada lado, por lo que el área de la cubierta en proyección horizontal será dividida en 8 partes, una para cada canalón.

$$\text{Área por canalón} = \frac{\text{área total de la cubierta}}{8} \times f = 22,5$$

Cogemos un área de canalón de **100mm**.

Bajantes

Haciendo caso a las tabla 4.8 del DB-HS 5 del CTE obtenemos los diámetros de los bajantes:

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de <i>aguas pluviales</i> para un régimen pluviométrico de 100 mm/h	
Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

En este caso la superficie proyectada dependerá del número de bajantes, como hemos dicho anteriormente dispondremos de 2 bajantes a cada lado por lo que tenemos que dividir el total de la superficie de la cubierta en proyección horizontal entre 4.

Dicha área será multiplica por el factor de corrección pluviométrico al igual que en el apartado anterior:

$$\text{Área por bajante} = \frac{\text{área total de la cubierta}}{4} \times f = 45$$

En nuestro caso cada bajante soporta una superficie proyectada de 45m² por lo que le corresponde un diámetro de bajante de **50mm**.

Canalones hasta arqueta.

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

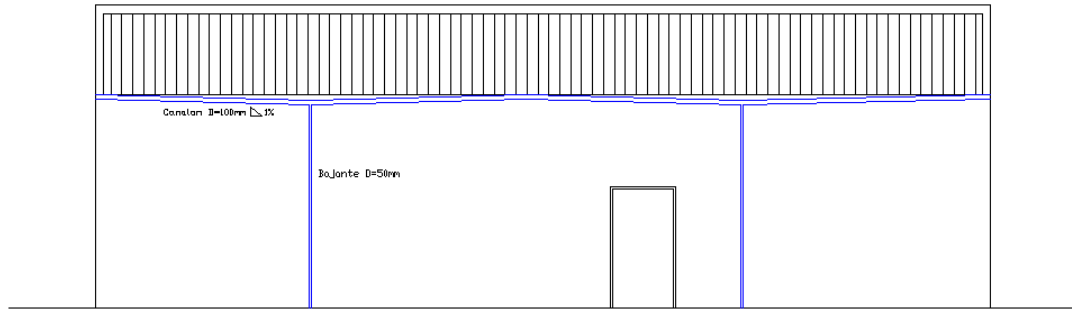
Superficie proyectada (m ²) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Análogamente al caso de los canalones y bajantes, para intensidades distintas de 100 mm/h, debe multiplicarse por el factor f correspondiente.

Los colectores seccionados dependerán del área a la que sirva, en este caso habrá tres tipos de colectores, uno para la recogida de aguas pluviales de un bajante (**45 m²**), otro para la suma de dos bajantes (**90 m²**), y un último colector para la suma del total de bajantes (**180 m²**) que unirá la arqueta final de desagüe de aguas pluviales con la acometida de la empresa suministradora.

Colector	Área	PEND (%)	DIAM(mm)
Para 1 bajante	45	2	90
Para 2 bajantes	90	2	90
Para 4 bajantes	180	2	110

Una pequeña representación en la cual se indican los canalones con su pendiente y diámetro y los bajantes.



• CAPITULO III: ENERGIA SOLAR

La instalación de energía solar térmica para suministro de Agua caliente en Sanitarios de los aseos será mediante captadores con depósitos incorporados de circulación natural. Se dispondrá de un único conjunto para los aseos.

Se pretende diseñar la instalación de energía solar térmica para el suministro de agua caliente sanitaria del establecimiento industrial, los puntos de consumo a abastecer son:

- Aseo Masculino: Dos lavabos y una ducha
- Aseo Femenino: Dos lavabos y una ducha

Como fuente de apoyo tendremos un calentador de gas. El cálculo se realizara según el DB-HE-4.



La zona de estudio es Sevilla por tanto entra en la zona V, según el CTE.

Para el cálculo de la demanda se tomaran los siguientes datos:

ZONA	L (persona/día)	Nº personas
Aseos	15	4

Con estos datos el consumo de ACS anual es el siguiente:

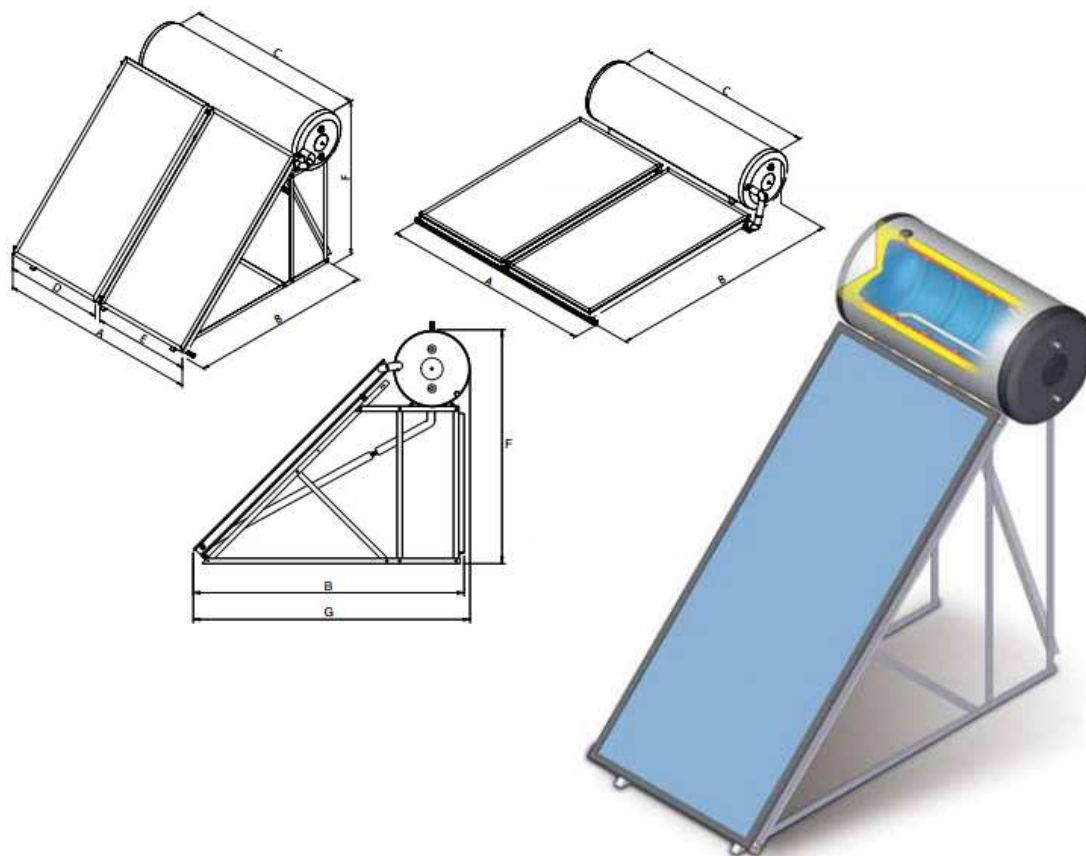
ZONA	Litros totales/día	Litros totales/ año
Aseos	60	21900

Según estos datos, se obtiene del CTE una contribución mínima del 70%, por tanto tendríamos que aportar:

ZONA	Litros totales/día (70%)	Litros totales/ año (70%)
Aseos	42	15330

No se consideraran perdidas de los captadores solares ni por sobras, ni por orientación ya que estará en la cubierta sin ningún objeto a su alrededor y la estructura auxiliar para su soporte se orientara al sur con un ángulo entre 30º y 40º.

Los captadores elegidos para el cálculo son los Domusa compact Inox.



Modelo	Instalación	Volumen de primario	Volumen Acumulador	Superficie de intercambio acumulador	Superficie de absorción captadores	Absorción α	Transmisividad del vidrio	Nº de captadores
DS-Compact Inox 1.150 T	Soporte tejado inclinado	18,4 L	150 L	1,06 m ²	1,88 m ²	95%	88,5%	1
DS-Compact Inox 1.150 P	Terraza o cubierta plana	18,4 L	150 L	1,06 m ²	1,88 m ²	95%	88,5%	1
DS-Compact Inox 1.200 T	Soporte tejado inclinado	24,9 L	200 L	1,46 m ²	1,88 m ²	95%	88,5%	1
DS-Compact Inox 1.200 P	Terraza o cubierta plana	24,9 L	200 L	1,46 m ²	1,88 m ²	95%	88,5%	1
DS-Compact Inox 2.200 T	Soporte tejado inclinado	26,3 L	200 L	1,46 m ²	3,76 m ²	95%	88,5%	2
DS-Compact Inox 2.200 P	Terraza o cubierta plana	26,3 L	200 L	1,46 m ²	3,76 m ²	95%	88,5%	2
DS-Compact Inox 2.300 T	Soporte tejado inclinado	38,8 L	300 L	2,27 m ²	3,76 m ²	95%	88,5%	2
DS-Compact Inox 2.300 P	Terraza o cubierta plana	38,8 L	300 L	2,27 m ²	3,76 m ²	95%	88,5%	2

Según el fabricante cada captador aporta en la zona $V=150$ l/día. EL volumen de acumulación deberá ser:

$$50 < \frac{v}{a} < 180$$

Siendo:

- V: el volumen del depósito de acumulación en litros
- A: suma de áreas de captadores en m²

Las dimensiones de este serán las aportadas por el fabricante.

Modelo	A	B	C	D	E	F	G
DS-compact Inox 1.150 NT	1041	2560	1180	-	-	-	-
DS-compact Inox 1.150 NP	890	2070	1180	-	-	1780	2110
DS-compact Inox 1.200 NT	1041	2560	1480	-	-	-	-
DS-compact Inox 1.200 NP	825	2070	1480	-	-	1780	2110
DS-compact Inox 2.200 NT	2122	2560	1480	-	-	-	-
DS-compact Inox 2.200 NP	1650	2070	1480	825	825	1780	2110
DS-compact Inox 2.300 NT	2122	2560	2080	-	-	-	-
DS-compact Inox 2.300 NP	1780	2070	2080	890	890	1780	2110

Como fuente de apoyo se instalara un calentador de gas, que funcionara con bombonas de butano, ya que no se ha realizado ninguna instalación de gas.

Seleccionado el siguiente calentador: Domusa EVOL-TOP.



Información detallada de Calentador de agua a gas Domusa nos la proporciona el fabricante:

Modelo	Consumo calorífico nominal en calefacción (Max / Min) kW	Consumo calorífico nominal de ACS (Max / Min) kW	Potencia útil nominal en calefacción (Max / Min) a 80 / 60 °C kW	Potencia útil nominal en condensación (Max / Min) a 50 / 30 °C kW	Caudal específico ($\Delta T = 25\text{ °C}$) l/min.
EVOL-TOP 25 MIC	23,5 / 4,9	23,5 / 4,9	23,1 / 4,8	25,2 / 5,2	14,04
EVOL-TOP 32 MIC	30,0 / 7,0	34,9 / 7,0	29,5 / 6,8	32,6 / 7,5	21,12
EVOL-TOP 37 MIC	34,9 / 7,0	34,9 / 7,0	34,2 / 6,8	37,6 / 7,5	21,12

s por la EVOL-TOP 25 MIC. Con un caudal max. de 23,5 L.

• **ANEXO IV:**
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.

Nivel de Riesgo Intrínseco.

Calculado para las diversas zonas de la nave:

○ **TALLER.**

Zona	Actividades	qsi MJ/m2	Superficie	Ci Ci h	Ra
TALLER	Hornos	200	200	1.5	1
Almacén Producto Final	carbón	10.500	50	1 2	2
Almacén materia prima	madera	2.500	50	1 2	2
Oficina	Oficinas comerciales	600	14	1.3	1.5
Almacén oficina	Archivos	1700	8	1.3	3
Servicios	Cerámica, artículos de	200	24	1	1
Laboratorio	Laboratorio químico	500	20	1.3	1.5

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i + \sum_1^i q_{vi} \cdot S_i \cdot h_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

Qs= 5237,145 MJ/m2

REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

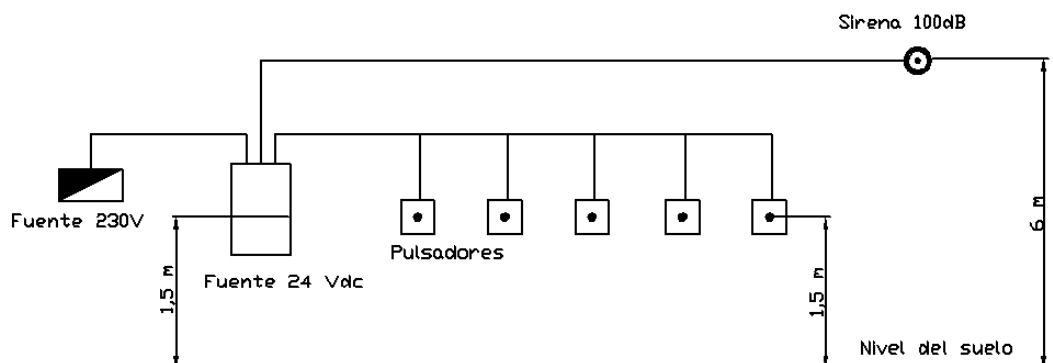
Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.

1) Sistema de Alarma

Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de producción, montaje, de 1.000 m² o superior o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Están constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Los pulsadores de alarma se dispondrán de modo que no se recorra más de 25 m. desde cualquier punto así como en los accesos y salidas de emergencia. En nuestro caso se han situado 5 pulsadores de alarma según se muestra en plano adjunto.



FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

Sistemas de comunicación de alarma. Dimensiones en mm: 377 (ancho) x 408 (alto) x 92mm (fondo)

- Corriente máxima absorbida: 1,6 Amp. (en red)
- Tensión de salida: 24 Vdc protegida contra sobretensiones y cortocircuitos.
- Terminales de conexión: Extraíbles para cable de 2,5mm
- Corriente máxima 2 salidas indep.: 2x1,5Amp
- Salidas Unificadas: (J7 en 1): 3Amp
- Entrada de alarma: 5-27 Vdc permite anular el cargador de baterías en alarma
- Corriente de carga de baterías: 300mA (7 Amp/hora) / 600mA (17 Amp/hora)
- Relé de avería: Contactos C, NC, NO máximo 1 Amp/24Vdc
- Leds de indicación de estado: 10 exteriores 5mm + 7 interiores

SMD

- Botón de Test de baterías y LEDs: Al pulsar este botón interno
- Espacio para baterías: 2 x 17Amp/hora
- Entradas de tubo: diámetro 21mm (6 superior/ 6 inferior/ 6 posterior)
- Supervisión de Derivación a Tierra: 3 Niveles seleccionables (alto, medio y sin supervisión)
- Cumple estándares de seguridad: Diseñada según EN54-4; EN60950; EN55022, EN50130-4
- Test de vibraciones: 10-500 Hz 2G 10min/1 ciclo durante 60min. en cada eje

PULSADOR

- Tensión de funcionamiento: 8 a 42Vdc
- Consumo en reposo: 45mA a 19Vdc
- Consumo en alarma: 9mA pulsante (18mA sin comunicación)
- Led verde operación normal.
- Led rojo alarma.
- Temperatura de funcionamiento: -20°C a 70°C
- Temperatura de almacenamiento: -30°C a 75°C
- Número máximo por lazo: 127
- Terminales de conexión: 2,5mm² máximo
- Índice de protección: IP41
- Color: rojo similar a 3020
- Peso: 10g aprox.
- Dimensiones: 87 x 87 x 21mm 87 x 87 x 57 con caja de montaje IQ8P-CS (784980)
- Especificaciones: EN 54-11 tipo A

SIRENA INTERIOR.

- Corriente en reposo: 14mA aprox. a 24Vdc

- Potencia acústica: máximo 100dB(A) 1m
- Color: rojo, similar a RAL 3020
- Índice de protección: IP31
- Factor de carga: 3
- Especificaciones señal de alarma: EN 54-3

2) Sistemas de comunicación de alarma.

Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m² o superior. Por tanto no será necesaria la instalación de un sistema de comunicación de alarma.

3) Extintores de incendio.

Se instalarán extintores de incendio en todos los sectores de nuestro establecimiento industrial. Se colocarán en zonas visibles y de fácil acceso, 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 1.70 metros sobre el suelo. Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

TIPO DE EXTINTOR

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios R. D. 1942/1993:

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(*)xxx	X		
Agua a chorro	(*)xx			
Polvo BC (convencional)		Xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	Xx	xx	
Polvo específico metales				Xx
Espuma física	(*)xx	Xx		
Anhídrido carbónico	x	X		
Hidrocarburos halogenados	x	Xx		

Siendo: xxx Muy adecuado, xx Adecuado, x Aceptable.

(*) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

En nuestra nave del tipo de combustible mayoritario es de tipo A. Descartamos el uso de agua pulverizada, agua de chorro, espuma física debido al riesgo eléctrico que conlleva el uso de dichos extintores sobre la maquinaria de la nave (norma UNE 23110 de ensayos dieléctricos). Por lo tanto emplearemos un extintor de polvo polivalente.

El tipo de combustible mayoritario en la nave proyectada es de tipo A, aunque también se podrían dar casos en los que el tipo de combustible en cuestión sea del tipo B o C, éstos últimos no ocuparían el 10 % de la carga de fuego aportada por los combustibles por lo que el sector de incendios se considera de tipo A.

Descartamos el uso de agua pulverizada en la zona de producción y mantenimiento debido al riesgo eléctrico que conlleva el uso de dichos extintores sobre la maquinaria de la nave (norma UNE 23110 de ensayos dieléctricos).

El tipo de extintor a instalar es “polvo ABC polivalente” y próximo a los cuadros eléctricos situaremos extintores de CO₂.

DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA Y NÚMERO DE EXINTORES

La dotación de extintores del sector de incendio de clase de fuego tipo A se determinará de acuerdo con la tabla 3.1 del R.D. 2267/04:

En nuestro caso, la nave proyectada tiene un nivel de riesgo intrínseco Alto, por lo que la eficacia mínima de los extintores instalados será de 34 A.

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
Medio	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
Alto	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

$$\text{Numero mínimo de extintore} = 1 + \frac{\text{Área de la nave} - 300}{200} = 1,5$$

Con lo cual serán necesarios 2 extintores como mínimo.

Teniendo en cuenta el apartado 8.4 del anexo 3 del RSCIEI en el que se establece un radio de acción de cada extintor de 15m, optamos por la instalación de 5 extintores.

Se instalar un extintor “polvo ABC polivalente” estratégicamente situados en la zona de taller, en la zona de oficinas Y laboratorio. Instalaremos también un extintor de CO2 en cada Cuadro de Protección eléctrico. La situación de éstos se puede ver en los planos.

Las características de los extintores instalados son las siguientes:

EXTINTOR ABC POLIVALENTE.

- Presión de servicio: 15 bar
- Carga neta: 6 Kg
- Peso total aproximado: 10 Kg
- Eficacia hogar-tipo: 34A – 233B - C
- Agente extintor: Polvo polivalente ABC
- Agente propulsor: Nitrógeno seco
- Temperatura de utilización: - 20 °C a 60 °C
- Duración de funcionamiento: 16 seg.
- Distancia de proyección: 12 m
- Prueba rotura de recipiente: 105 bar
- Color: Rojo
- Tipo de pintura: Poliéster
- Altura del extintor: 529 mm
- Altura del recipiente: 442 mm
- Diámetro del recipiente: 150 mm

Elementos identificativos del extintor:

- Maneta de disparo ergonómica
- Indicador de presión
- Válvula de vaciado
- Agente extintor
- Puño rígido distanciador
- Difusor de largo alcance con punta de acero
- Soporte de base

EXTINTOR DE CO2

- Presión de servicio: 175 bar
- Carga neta: 5 kg

- Peso total aproximado: 12.7 Kg
- Eficacia hogar-tipo: 89B
- Agente extintor: CO₂
- Temperatura de utilización: -20 °C a 60 °C
- Prueba rotura de recipiente: 245.18 bar
- Color: Rojo
- Tipo de pintura: Imprimación + Brusint SR
- Altura del extintor: 670 mm
- Altura del recipiente: 140 mm
- Diámetro del recipiente: 45 mm

4) Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

El establecimiento industrial proyectado requerirá de la instalación de sistemas de bocas de incendio equipadas ya que cumple las exigencias establecidas en el R.D. 2267/04, las características de la instalación seguirán las especificaciones de dicho reglamento además del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

- Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m.

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

- 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 esta la longitud de su manguera incrementada en 5.

- 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 comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bar, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión

Para el cálculo de las necesidades hidráulicas seguiremos la siguiente tabla:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

En nuestro caso, el nivel de riesgo intrínseco de la nave industrial es alto, por lo que efectuaremos los cálculos simultáneos a 3 BIE'S durante 90 minutos.

El caudal unitario será el correspondiente a aplicar a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor "K" del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Podemos calcular el caudal necesario a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = K \cdot \sqrt{P} \left(\frac{l}{min} \right)$$

Donde:

Q= Caudal de la BIE (l/min)

K = Factor de la BIE, 85 para BIE-45

P = Presión a la entrada de la BIE, 3,5-5 kg/cm²

El resultado obtenido es un caudal entre 160 y 190 l/min, para cálculos posteriores se tomará el resultado más desfavorable, en este caso 190 l/min.

DIMENSIONAMIENTO DE LA RED CONTRA INCENDIOS

Para el dimensionamiento de la instalación hidráulica contra incendios

El dimensionamiento de la instalación hidráulica contra incendios seguirá los mismos pasos seguidos en la instalación de fontanería, para calcular la pérdida de presión a lo largo de la tubería usaremos la ecuación de Darcy-Weisbach y ábaco de Moody (el límite aproximado de aplicación de la ecuación de Flamant es para tuberías

de hasta 50 mm de diámetro interior, nuestra instalación sobrepasa dicho límite por lo que no podemos considerar la ecuación como apta):

Ecuación de Darcy-Weisbach:

$$j = \frac{h}{L} = 0.0862 \cdot f \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Donde:

Q = Caudal de la tubería (m³/s)

f = factor de fricción (adimensional)

j = Pérdida de carga unitaria (mca/m)

h = Pérdida de carga total del conducto (mca)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

Para el cálculo del coeficiente de fricción usaremos el ábaco de Moody, para las entradas al ábaco necesitaremos las siguientes ecuaciones:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

$$Rugosidad\ relativa = \frac{\varepsilon}{D}$$

Donde:

Re = Número de Reynolds (adimensional)

X = viscosidad cinemática del agua (m²/s)

X = Rugosidad absoluta del material (m)

Las consideraciones a tener en cuenta en el dimensionamiento de la instalación son las siguientes:

- Tuberías de acero galvanizado sin soldadura
- Presión nominal de salida del grupo de presión: 4.5 Kg/cm²
- Rango de velocidad del fluido permitida según CTE DB-HS-4:
 - Metal = Entre 0.5 y 2 m/s
- Rango de presiones requerida en la boquilla según R.D. 2267/04:
 - Grifos comunes = Entre 1 y 5 Kg/cm²
- Coeficiente de pérdidas de carga localizadas: 30%
- Viscosidad cinemática del agua fría (Tº = 10 ºC): (m²/s)
- Rugosidad absoluta del acero galvanizado: $\epsilon=180 \times 10^{-6}$ (m).

TABLA DE TRAMOS

Los coeficientes de fricción calculados a partir del ábaco de Moody para las distintas velocidades son:

TUBERÍA	D. INTERIOR	VELOCIDADES	RUGOSIDAD RELATIVA	NUMERO DE REINOLDS	COEFICIENTE DE FRICCIÓN
2"	54.4	1.36	0.0033	56000	0.0290
2 ½ "	69.7	3.66	0.0026	88000	0.0265

TRAMO	CAUDAL MAXIMO (l/s)	D. NOMINAL	D. EXTERIOR (mm)	D. INTERIOR (mm)	VELOCIDAD OBTENIDA (m/s)	LONGITUD (m)	PERDID UNITARIA (mca/m)	PERDIDA (mca)	% PERDIDAS AISLADAS	PERDIDA TOTAL (mca)	ALTURA RELATIVA (m)	PEDIDA I. ACUMULADA (kg/cm2)	PERDIDA F. ACUMULADA (kg/cm2)	PRESION DISPONIBLE (kg/cm2)	PRESION DISPONIBLE (Mpa)
Bomba - 1	6,33 2 1/2	76,2	69,7	1,66	7,5	0,056	0,4200	0,30	0,5460	7,50	0,000	0,805	3,70	0,37	
1-2	6,33 2 1/2	76,2	69,7	1,66	16,0	0,056	0,8960	0,30	1,1648	0,00	0,805	0,921	2,77	0,28	
2- BIE 1	3,16 2"	60,3	54,4	1,36	4,5	0,052	0,2340	0,30	0,3042	-4,50	0,921	0,502	2,27	0,23	
1-3	6,33 2 1/2	76,2	69,7	1,66	12,0	0,056	0,6720	0,30	0,8736	0,00	0,805	0,892	2,80	0,28	
3- BIE 2	3,16 2"	60,3	54,4	1,36	4,5	0,052	0,2340	0,30	0,3042	-4,50	0,928	0,509	2,29	0,23	
3- BIE 3	3,16 2"	60,3	54,4	1,36	8,0	0,052	0,4160	0,30	0,5408	-4,50	0,892	0,496	2,31	0,23	

BOCA DE INCENDIO EQUIPADA DE 45 mm

- Instalación superficial
- Armario de 575x505x152 de chapa blanca de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de chapa blanca de 1,2 mm de espesor
- Devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección con alimentación axial;
- Manguera plana de 20 m de longitud
- Lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo asiento de 45 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar.
- Coeficiente de descarga K de 85 (métrico).
- Certificada por AENOR según UNE-EN 671-2.

GRUPO DE PRESIÓN 4,5 kg/cm², 24 m³/h

Bombas principales:

- Dos bombas centrífugas, de un escalón y de una entrada
- Cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral
- Aspiración axial
- Boca de impulsión radial hacia arriba
- Rodete radial de fundición GG25, cerrado
- Compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete
- Estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960

- Eje y camisa de eje de acero inoxidable AISI 420
- Accionada una de ellas por un motor asíncrono de 2 polos de 11 kW, y la otra por un motor diesel de 13,6 kW
- Aislamiento clase F, protección IP 55, para alimentación trifásica a 400/690V

Bomba auxiliar:

- Bomba auxiliar jockey
- Cuerpo de bomba de acero inoxidable AISI 304
- Eje de acero inoxidable AISI 416
- Cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido
- Cierre mecánico
- Accionamiento por motor eléctrico de 0,9 kW

Accesorios:

- Depósito hidroneumático de 20 l
- Bancada metálica
- Depósito de combustible
- Dos baterías de 12/24 V
- Válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento
- Manómetros
- Presostatos
- Cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo, según UNE 23500
- Colector de impulsión
- Caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, precisión del 10%, fabricado en una sola pieza de acrílico y flotador

SISTEMAS DE HIDRANTES EXTERIORES.

$$1000 \text{ l/min} \cdot 90 \text{ min} = 90.000 \text{ litros}$$

TABLA DE TRAMOS

Los coeficientes de fricción calculados a partir del ábaco de Moody para las distintas velocidades son:

TRAMO	CAUDAL MAXIMO (l/s)	D. INTERIOR (mm)	VELOCIDAD OBTENIDA (m/s)	LONGITUD (m)	PERDID UNITARIA (mca/m)	PERDIDA (mca)	% PERDIDAS AISLADAS	PERDIDA TOTAL (mca)	ALTURA RELATIVA (m)	PEDIDA I. ACUMULADA (kg/cm2)	PERDIDA F. ACUMULADA (kg/cm2)	PRESION DISPONIBLE (kg/cm2)	PRESION DISPONIBLE (Mpa)
1 -5	14,5	100	4	7,5	0,25	1,8750	0,30	2,4375	7,50	0,000	0,994	7,01	0,70
5 - HIDRANTE	14,5	100	4	8,0	0,25	2,0000	0,30	2,6000	0,00	0,994	1,254	5,75	0,58

Se procederá a instalar una Bomba de 8 kg/cm² para abastecer la presión necesaria.

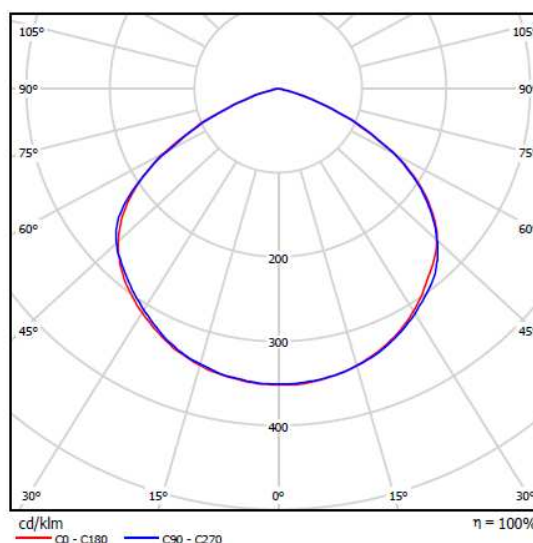
• CAPITULO V: ILUMINACIÓN Y FUERZA.

A continuación se exponen todos los cálculos de la instalación eléctrica de la planta. Estos cálculos comprenden la acometida, cuadro general de protección, derivación individual, cuadro principal, cuadros secundarios y toma de tierra existente en la instalación eléctrica, así como el cálculo de la iluminación de todas las zonas de la nave.

1. ILUMINACIÓN

Zona de Taller:

- **5.8.2 Preparación de materiales: trabajo en hornos y mezcladores.**
 - **Em = 200lux.**



La luminaria utilizada para la zona taller es de lámpara suspendida.

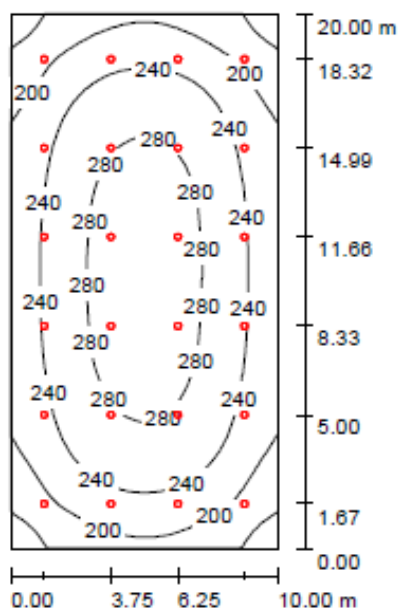
FIABILIDAD fabricada teniendo en cuenta la fiabilidad, disfrute de una vida sustancialmente más larga y reducidos costes. La alta protección ($\geq IP65$) garantiza un gran rendimiento, incluso en ambientes polvorientos y húmedos.

INSTALACIÓN SEGURA fácil de manipular e instalar con un peso ligero optimizado. Asimismo, el protector interno, con una resistencia de 10 kv, evita los daños por chispas de electricidad estática al encender la luz.

RESPETUOSO CON EL MEDIO AMBIENTE Producto ecológico que no contiene materiales peligrosos, como mercurio, y con reducidas emisiones de Co2.

Disposición de la luminaria.

Se colocan 4 filas de 6 luminarias cada una.



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.950 m, Factor mantenimiento: 0.50

Valores en Lux, Escala 1:257

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	241	141	299	0.582
Suelo	20	224	137	276	0.613
Techo	70	55	44	60	0.791
Paredes (4)	50	132	45	251	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.550, Techo / Plano útil: 0.229.

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	LG LH70765BFAO CE_LG LED Highbay 70W 5700K (1.000)	5250	5250	70.0
Total:			126006	126000	1680.0

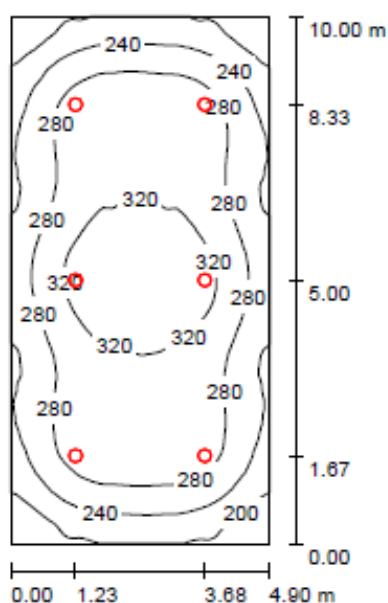
Valor de eficiencia energética: $8.40 \text{ W/m}^2 = 3.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 200.00 m^2)

1) Zona de almacén materia prima:

- **5.4.1 Almacenes y cuartos de almacén.**
 - **Em = 200 lux**

Disposición de la luminaria.

Se colocan 2 filas de 3 luminarias cada una.



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.950 m, Factor mantenimiento: 0.60

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	278	161	348	0.579
Suelo	20	238	154	292	0.646
Techo	70	60	43	69	0.708
Paredes (4)	50	145	41	313	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.529, Techo / Plano útil: 0.217.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	LG LH70765BFAO CE_LG LED Highbay 70W 5700K (1.000)	5250	5250	70.0
Total:			31501	31500	420.0

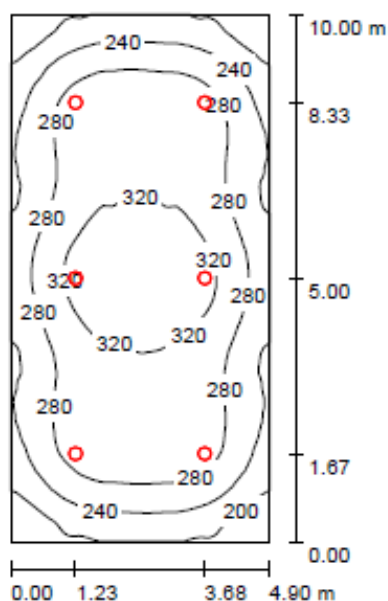
Valor de eficiencia energética: $8.57 \text{ W/m}^2 = 3.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 49.00 m^2)

Zona de almacén producto final:

- 5.4.1 Almacenes y cuartos de almacén.
 - $E_m = 200 \text{ lux}$

Disposición de la luminaria.

Se colocan 2 filas de 3 luminarias cada una.



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.950 m, Factor mantenimiento: 0.60

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	278	161	348	0.579
Suelo	20	238	154	292	0.646
Techo	70	60	43	69	0.708
Paredes (4)	50	145	41	313	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.529, Techo / Plano útil: 0.217.

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

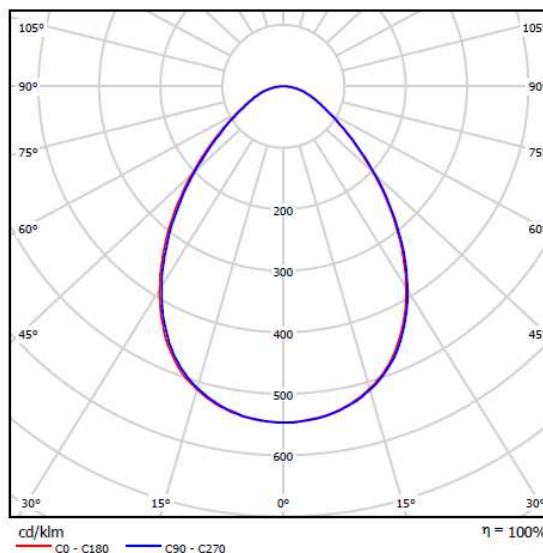
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	LG LH70765BFAO CE_LG LED Highbay 70W 5700K (1.000)	5250	5250	70.0
			Total: 31501	Total: 31500	420.0

Valor de eficiencia energética: $8.57 \text{ W/m}^2 = 3.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 49.00 m^2)

2) Oficina:

- **5.26.5. Salsas de Conferencia**
- **5.26.2. Escritura, lectura y tratamiento de datos.**
 - **Em = 500**



Desde el diseño interior hasta la comodidad en la vivienda, la Luz Plana LED DE LG ilumina su espacio de vivienda y trabajo. La luz plana LED es la solución de ahorro energético mas económica e inteligente.

AHORRO INTELIGENTE Mas del 70% de intensidad de iluminación tras 50.000 horas de uso. Con circuitos inteligentes, el modo en espera consume menos de 1 W, contribuyendo aun mas al ahorro energético.

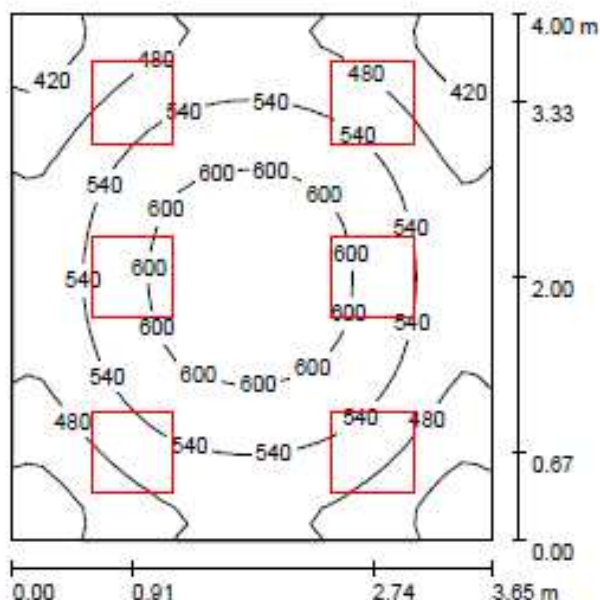
REDUCIDO RESPLANDOR optima fuente luminosa con uGr 19, que presenta un reducido resplandor y una distribución luminosa uniforme. Perfectamente adecuada para la iluminación de oficinas.

Gracias a su diseño y su escaso peso, es fácil de manipular e instalar.

RESPETUOSA CON EL MEDIO AMBIENTE Con la sustitución de las luminarias actuales por la lámpara plana de LG se reducen las emisiones de Co2, lo que tiene un efecto similar a plantar 17 árboles.

Disposición de la luminaria.

Se colocan 2 filas de 3 luminarias cada una.



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.088 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	519	356	633	0.685
Suelo	20	458	338	546	0.737
Techo	70	152	110	176	0.720
Paredes (4)	50	314	146	637	/

Plano útil:

Altura:	0.500 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Proporción de intensidad luminosa (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.632, Techo / Plano útil: 0.293.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 4.20%.

Lista de piezas - Luminarias

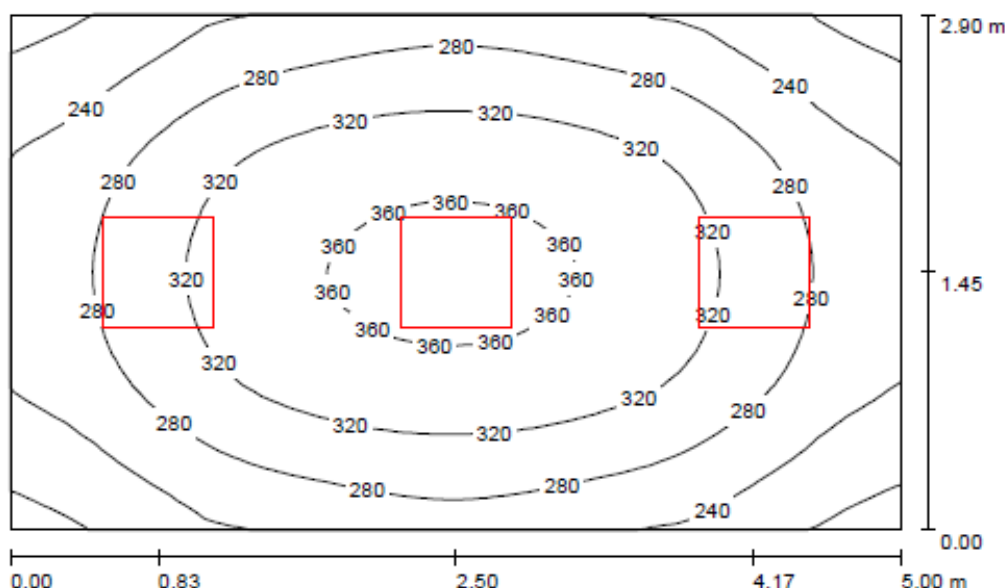
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	LG FRS650D5F1B CE_LG LED Flat Light 50W 600X600 5000K M-bar (1.000)	3900	3900	50.0
Total:			23402	23400	300.0

Valor de eficiencia energética: $20.55 \text{ W/m}^2 = 3.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.60 m^2)

3) Zona de aseos y vestuarios (masculinos).

• 5.2.4 Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios

○ Em = 200



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.086 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	291	187	370	0.643
Suelo	20	233	168	282	0.721
Techo	70	70	51	93	0.731
Paredes (4)	50	152	59	380	/

Plano útil:

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

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

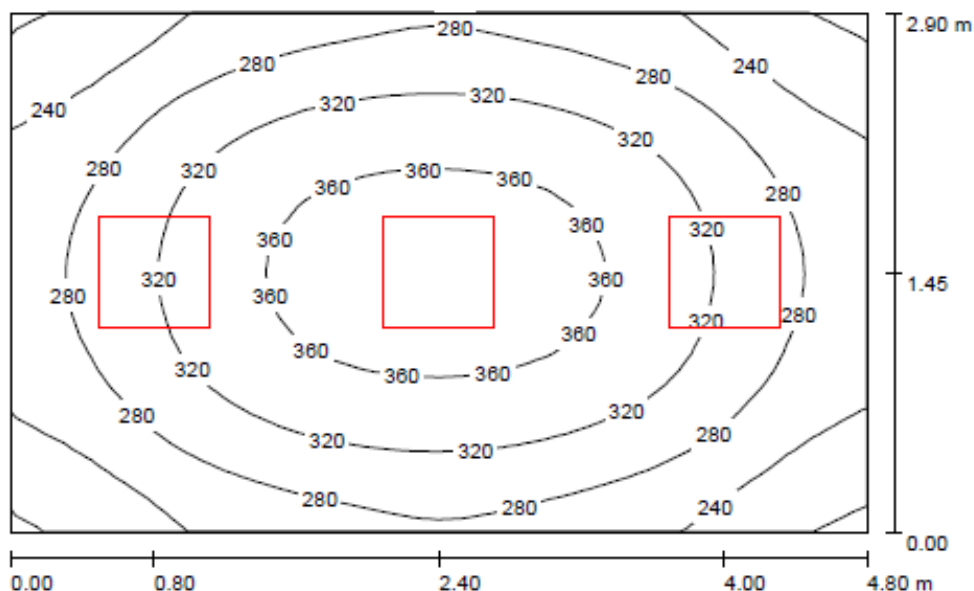
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	LG FRS650D5F1B CE_LG LED Flat Light 50W 600X600 5000K M-bar (1.000)	3900	3900	50.0
Total:			11701	11700	150.0

Valor de eficiencia energética: $10.34 \text{ W/m}^2 = 3.55 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 14.50 m^2)

4) Zona de aseos y vestuarios (femenino).

- **5.2.4 Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios**
 - **Em = 200**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.086 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	300	194	380	0.646
Suelo	20	239	175	288	0.732
Techo	70	73	54	99	0.734
Paredes (4)	50	157	62	405	/

Plano útil:

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

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

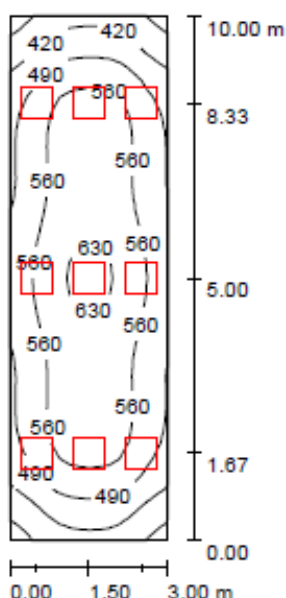
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	LG FRS650D5F1B CE_LG LED Flat Light 50W 600X600 5000K M-bar (1.000)	3900	3900	50.0
Total:			11701	11700	150.0

Valor de eficiencia energética: $10.78 \text{ W/m}^2 = 3.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.92 m^2)

5) Laboratorios

• 5.10.4, Sala de precisión, laboratorio.

○ Em = 500



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.097 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	530	330	643	0.622
Suelo	20	462	301	547	0.652
Techo	70	138	98	229	0.708
Paredes (4)	50	289	111	1153	/

Plano útil:

Altura: 0.700 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 6.84%.

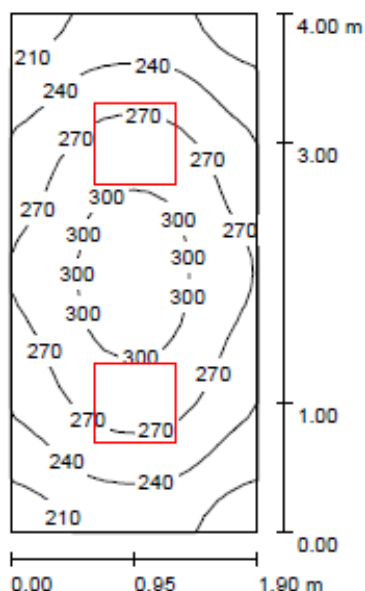
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	LG LF53074032B UL LG LED Flat Light 53W 600X600 4000K T-bar (1.000)	3799	3800	53.0
Total:			34187	34200	477.0

Valor de eficiencia energética: $15.90 \text{ W/m}^2 = 3.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.00 m^2)

6) Zona de almacén oficina:

- **5.4.1 Almacenes y cuartos de almacén.**
 - **Em = 200 lux**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.086 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:52

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	260	190	312	0.731
Suelo	20	195	158	224	0.809
Techo	70	83	55	93	0.665
Paredes (4)	50	162	73	321	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

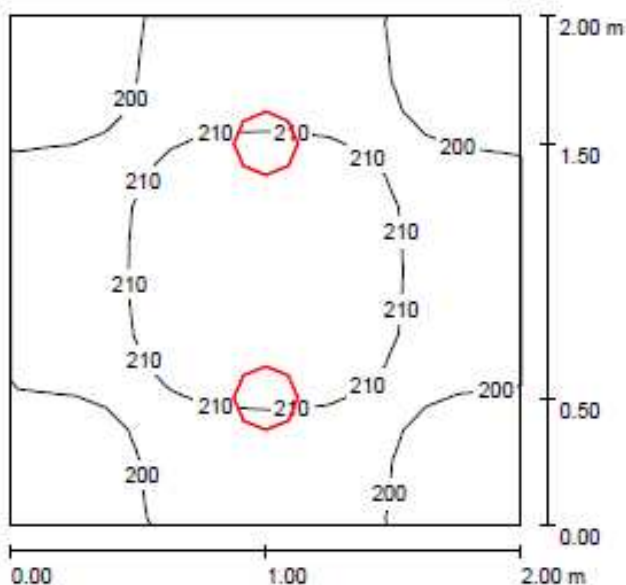
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	LG FRS650D5F1B CE_LG LED Flat Light 50W 600X600 5000K M-bar (1.000)	3900	3900	50.0
Total:			7801	7800	100.0

Valor de eficiencia energética: $13.16 \text{ W/m}^2 = 5.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.60 m^2)

7) Pasillo:

a. $E_m = 200$ lux



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.950 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:20

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	205	192	218	0.936
Suelo	20	150	142	157	0.947
Techo	70	223	147	271	0.658
Paredes (4)	50	317	60	2200	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 16 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	LG LH70785BFAO CE_LG LED Highbay 70W 5700K (1.000)	5250	5250	70.0
Total:			10500	10500	140.0

Valor de eficiencia energética: $35.00 \text{ W/m}^2 = 17.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)

2. FUERZA

Cálculo de la sección de los cables y de los magnetotérmicos

Para el cálculo del cableado, se realiza una tabla en la cual se muestran todos los datos:

LINEA	TIPO	CARGA	FACTOR DE UTILIZACIÓN	POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	F. ARRANQUE	P. CALCULO	TENSIÓN	MONOFASICA	TRIFASICA	LONGITUD	INTENSIDAD	Si	i max	CAIDA TENSIÓN	Sct	S	SECCIÓN INSTALADA	TIPO
SA1	Taller	1.680	1,00	1.680	0,90	1,62	2.721,60	230,00	1,00	0,00	60,00	8,12	1,50	24,00	6,9	16,9	4	2X4	B2
SA2	Almacén M.P	420	1,00	420	0,90	1,62	680,40	230,00	1,00	0,00	35,00	2,03	1,50	13,50	6,9	2,5	1,50	2X1,5	B2
SA3	Laboratorio	477	1,00	477	0,90	1,62	772,74	230,00	1,00	0,00	55,00	2,30	1,50	13,50	6,9	4,4	1,50	2X1,5	B2
SA4	Almacén P.F.	420	1,00	420	0,90	1,62	680,40	230,00	1,00	0,00	65,00	2,03	1,50	13,50	6,9	4,6	1,50	2X1,5	B2
SA5	Despacho y Almacén despacho	400	1,00	400	0,90	1,62	648,00	230,00	1,00	0,00	70,00	1,93	1,50	13,50	6,9	4,7	1,50	2X1,5	B2
SA6	Aseo Masc. y Aseo Femen	300	1,00	300	0,90	1,62	486,00	230,00	1,00	0,00	50,00	1,45	1,50	13,50	6,9	2,5	1,50	2X1,5	B2
SA10	Alumbrado Emergencia.	126	1,00	126	0,90	1,62	204,12	230,00	1,00	0,00	60,00	0,61	1,50	13,50	6,9	0,3	1,50	2X1,5	B2
	TOTAL	3.823	0,80	3.058															
SF1	Trituradora	12.000	1,00	12.000	0,85	1,25	15.000,00	400,00	0,00	1,00	12,00	25,47	6,00	40,00	20,0	1,3	10,00	3X10	B2
SF2	Horno	19.000	1,00	19.000	0,85	1,25	23.750,00	400,00	0,00	1,00	17,00	40,33	16,00	54,00	20,0	1,1	16	3x16	B2
SF3	Tomas monofásicas Taller	1.000	1,00	1.000	0,85	1,25	1.250,00	230,00	1,00	0,00	28,00	5,12	2,50	18,50	11,5	2,2	2,5	2x2,5	B2
SF4	Tomas monofásicas Almacén M.P	1.000	1,00	1.000	0,85	1,25	1.250,00	230,00	1,00	0,00	19,00	6,39	2,50	18,50	11,5	1,5	2,50	2X2,5	B2
SF5	Tomas monofásicas Laboratorio	3.000	1,00	3.000	0,85	1,25	3.750,00	230,00	1,00	0,00	15,00	19,18	4,00	32,00	11,5	2,2	6,00	2X4	B2
SF6	Tomas monofásicas Almacén P.F.	1.000	1,00	1.000	0,85	1,25	1.250,00	230,00	1,00	0,00	10,00	6,39	2,50	18,50	11,5	0,8	2,50	2X2,5	B2
SF7	Tomas monofásicas Aseos	2.000	1,00	2.000	0,85	1,25	2.500,00	230,00	1,00	0,00	15,00	12,79	2,50	18,50	11,5	2,3	2,50	2X2,5	B2
SF8	Tomas monofásicas Despacho	2.000	1,00	2.000	0,85	1,25	2.500,00	230,00	1,00	0,00	10,00	12,79	2,50	18,50	11,5	1,6	2,50	2X2,5	B2
SF9	Toma trifásica Taller	1.500,00	1,00	1.500	0,85	1,25	1.875,00	400,00	0,00	1,00	12,00	3,18	6,00	30,00	20,0	0,2	6,00	3X6	B2
	TOTAL	42.500	0,80	34.000															
	CGP2 - CGP	10.500	1,00	10.500	0,85	1,25	13.125,00	400,00	0,00	1,00	30,00	22,29	6,00	30,00	20,0	2,9	6	3x6	B2
	D1	46.323	1	46.323	0,85		46.323	400,00		1	4	78,66	25	106	20,0	0,3		4x25	B2

Conexión a tierra:

Para el diseño de la instalación de puesta a tierra tomaremos las siguientes consideraciones:

- Valor máximo de tensión de contacto:

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión establece que no pueden darse tensiones de contacto superiores a 24 V en locales o emplazamientos conductores y 50 V en los demás casos.

Teniendo en cuenta la configuración del establecimiento industrial, estableceremos la máxima tensión de contacto para las personas igual a 24 V

- Sensibilidad de los interruptores diferenciales:

La instalación eléctrica proyectada dispone de interruptores diferenciales con una sensibilidad mínima de intensidad de 0.3 A.

- Resistencia de la conexión a tierra

Partiendo del valor de tensión de contacto máximo permitido para las personas y la máxima intensidad de defecto que puede “desviarse” de la instalación, podemos establecer la máxima resistencia que puede tener nuestra conexión a tierra.

$$V = I \cdot R$$

$$R = \frac{V}{I} = 80\Omega$$

No obstante, para obtener una mayor seguridad, se establece como requisito particular un valor máximo para la resistencia de puesta a tierra según ITC 09 de $R_T(\text{MAX}) = 18\Omega$.

Según la tabla 4 de la instrucción ITC-BT-018, el valor de la resistividad del terreno se estima en $50 \Omega \cdot \text{m}$. Obtenemos la resistencia de tierra utilizando la fórmula de la tabla 5 de la instrucción ITC-BT-018 para pica vertical:

$$Rt = \frac{\rho}{L} = 25\Omega$$

- Donde:
 - ρ = Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
 - L = Longitud del conductor (m)

Debido a que el valor obtenido de resistencia de puesta a tierra es mayor de 18Ω , no es suficiente la utilización de una pica.

El número de picas necesario a instalar en asociación en paralelo para conseguir que la resistencia de tierra equivalente sea inferior a 18Ω , es de 2 picas; siendo el resultado de resistencia de tierra:

$$Rt = \frac{\rho}{L} = 12,5\Omega$$

La distancia entre las picas conectadas en paralelo debe ser tal que no se alcance en una de ellas una tensión superior a 24 V, cuando por la otra circula 0,03 A; por lo tanto es suficiente con una separación entre picas igual o superior a la longitud enterrada, 2m.

Diseño de la instalación

A la toma de tierra se conectarán los pilares de la estructura y el cuadro general de mando y protección mediante conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección. La toma de tierra se conectará a 2 picas para red de toma de tierra formada por pieza de acero cobreado con baño electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Desde el cuadro general de mando y protección partirán los conductores de protección que serán de cobre aislado de sección especificada en planos, e irán canalizados junto a los conductores activos hasta los receptores eléctricos.

Sección del neutro:

Las consideraciones a tener en cuenta en el cálculo de la sección mínima del conductor neutro se muestran en la ITC-BT-7,

- Para instalación monofásica (con dos o tres conductores): igual a la de los conductores de fase.
- Para instalación trifásica (con cuatro conductores), la sección del neutro será como mínimo la de la tabla siguiente: Tabla1:

Conductores fase (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185