

# MEMORIA JUSTIFICATIVA

# ÍNDICE:

## Página nº

CAPITULO I.- CAPACIDAD DE LA PLANTA .....	6
CAPITULO II.- EL PROCESO Y LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	6
2.1.- Distribución de la planta.....	6
2.2.- Diagrama de proceso .....	7
2.2.- Establecimiento de necesidades e identificación de áreas .....	8
CAPITULO III.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA .....	9
CAPÍTULO IV: CIMENTACIÓN .....	12
4.1.- Vigas riostras .....	12
4.2.- Zapatas .....	21
CAPÍTULO V: ESTRUCTURA.....	31
5.1.- Descripción de la edificación .....	31
5.2.- Hipótesis de carga.....	32
5.3.- Obtención de las imperfecciones .....	43
5.4.- Comprobación a resistencia.....	49
5.5.- Comprobación a pandeo .....	52
5.6.- Comprobación a pandeo lateral .....	56
5.7.- Deformaciones verticales .....	59
5.8.- Deformaciones horizontales .....	60
5.9.- Comprobación de la soldadura .....	61
5.10.- Cálculo de las cruces de San Andrés y correas .....	65
CAPITULO VI.- ILUMINACIÓN .....	70
6.1.- Iluminación interior .....	70
6.2.- Iluminación exterior .....	72
CAPITULO VII.- ELECTRICIDAD.....	74
7.1.- Diseño de la instalación.....	74
7.1.1.- Cuadro principal .....	74
7.1.2.- Cuadro secundario 1 .....	75
7.1.3.- Cuadro secundario 2 .....	75



7.5.14.- Línea de alimentación al cuadro secundario 5 (CSD5) .....	121
7.6.- Cuadros de distribución .....	129
7.6.1.- Cuadro general de distribución.....	129
7.6.2.- Cuadro secundario de distribución 1 .....	133
7.6.3.- Cuadro secundario de distribución 2 .....	134
7.6.4.- Cuadro secundario de distribución 3 .....	134
7.6.5.- Cuadro secundario de distribución 4 .....	134
7.6.6.- Cuadro secundario de distribución 5 .....	135
7.7.- Instalación de puesta a tierra .....	135
7.7.1.- Resistencia de puesta a tierra.....	135
7.7.2.- Electrodo .....	136
7.8.- Cálculo de los tubos en las canalizaciones .....	136
CAPÍTULO VIII: SANEAMIENTO.....	138
8.1.- Red de evacuación de aguas pluviales.....	138
8.2.- Red de evacuación de aguas residuales .....	139
CAPITULO IX.- FONTANERIA.....	140
9.1.- Elección de los materiales .....	140
9.2.- Cálculo de la instalación de agua fría procedente de la red general de abastecimiento .....	140
9.2.1.- Cálculo de diámetros .....	140
9.2.2.- Comprobación de la necesidad de colocar grupos de bombeo.....	145
9.2.3.- Cálculo del grupo de presión auxiliar.....	148
9.3.- Cálculo de la instalación de agua caliente sanitaria .....	150
9.3.1.- Cálculo de diámetros .....	150
9.3.2.- Cálculo del grupo de presión .....	153
9.4.- Cálculo de la instalación de agua para abastecimiento de la planta ...	157
9.4.1.- Cálculo de diámetros .....	157
9.4.2.- Cálculo del grupo de presión .....	160
CAPÍTULO X: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	164

10.1.- Configuración del edificio .....	164
10.1.1.- Características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno .....	164
10.1.2.- Caracterización del establecimiento industrial por su Nivel de riesgo intrínseco .....	164
10.2.- Requisitos constructivos del establecimiento según su configuración ubicación y nivel de riesgo intrínseco .....	165
10.2.1.- Protección pasiva .....	165
10.2.2.- Protección activa .....	168
10.3.- Cálculos hidráulicos .....	170
10.3.1.- Cálculo de la red hidráulica .....	170
10.3.2.- Determinación de la capacidad del algibe .....	176

## ANEXO I.- DOCUMENTACIÓN DE CYPE PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

## **CAPITULO I: LA CAPACIDAD DE LA PLANTA**

Los huevos llegan a la planta dos días por semana. Tras la recepción los huevos pasan a la sala de incubación donde permanecen durante 26 días, posteriormente pasan a las incubadoras de nacimiento, donde están 2 días, pasado este periodo de tiempo tiene lugar el nacimiento.

La planta se estructura de tal manera que se producen nacimientos los miércoles y los viernes. Por lo que cada uno de estos días nacen pollos de tres de las seis incubadoras de nacimiento alternativamente.

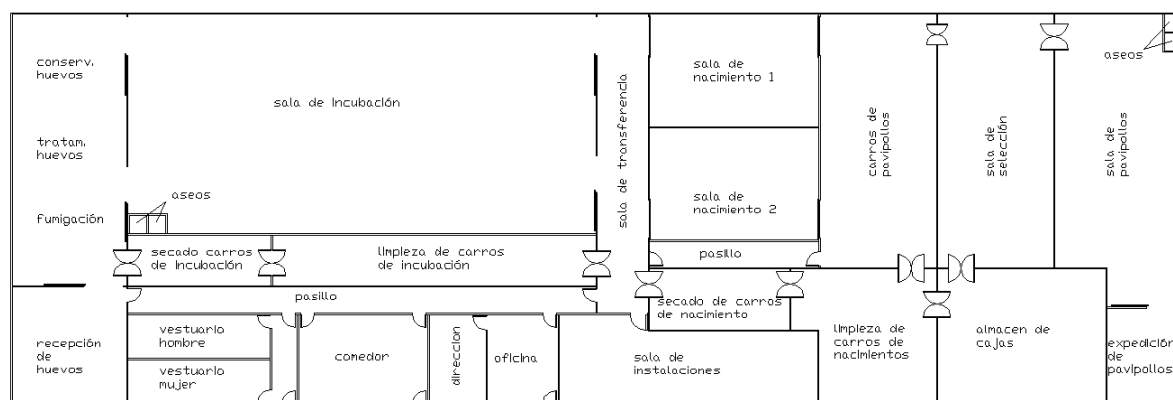
Los carros de huevos entran en las incubadoras de dos en dos. Cada una de estos carros se estructura en 3 filas de 25 bandejas, cada una de ellas con capacidad para 100 huevos. Por lo que cada carro tiene una capacidad de 7.500 huevos. Al ser seis los carros que salen cada uno de los dos días de nacimiento, hacen un total de 90.000 pavos/semana.

## **CAPITULO II: EL PROCESO Y LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

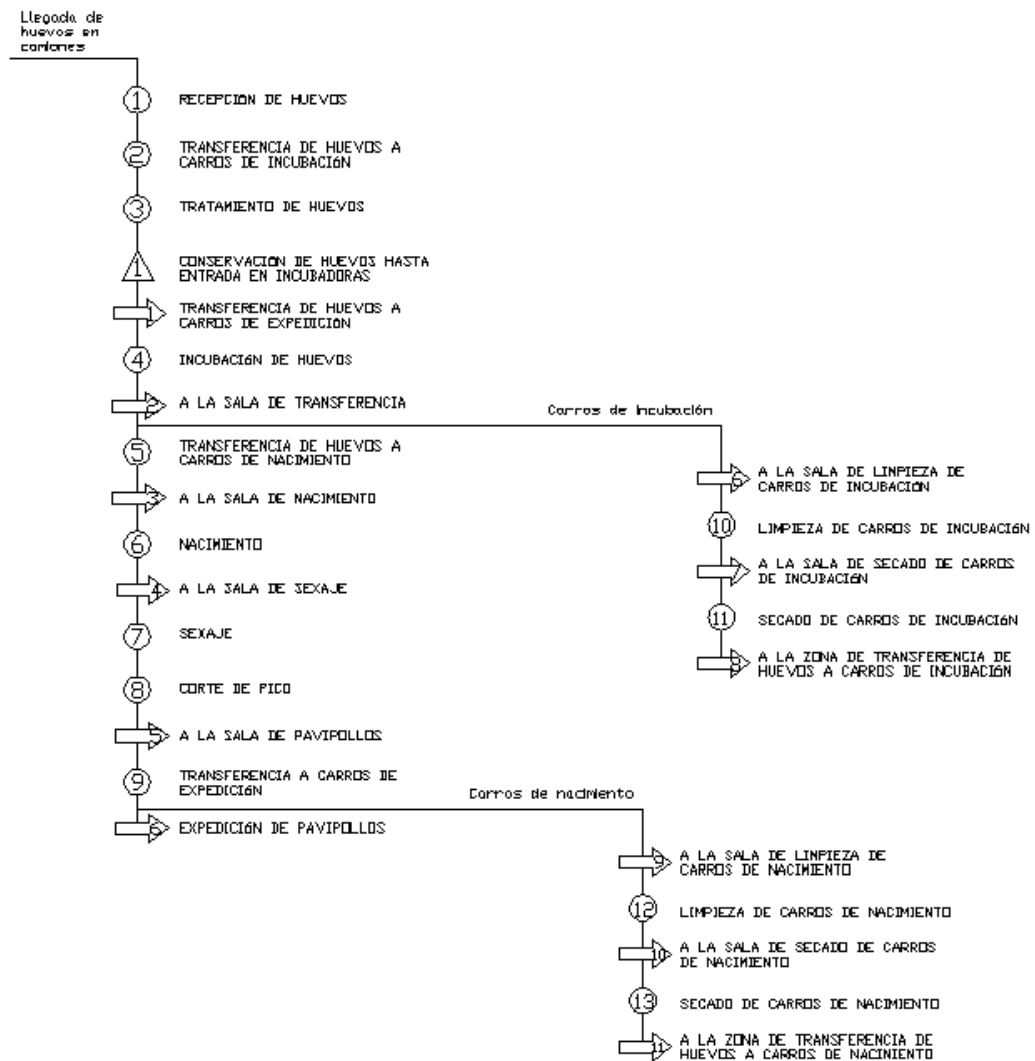
Para satisfacer la demanda de pavos se ha escogido el proceso que se detalla a continuación.

Este proceso se ha elegido después de estudiar los diferentes procesos posibles para la obtención de pavos, siendo éste el más viable para satisfacer la demanda de productos objeto de la empresa.

### **2.1.- Distribución de la planta:**



## 2.2.- Diagrama de proceso



### 2.3.- Establecimiento de necesidades e identificación de áreas

El fin principal de este proyecto es realizar las instalaciones para la puesta en marcha de una planta de incubación de huevos de pavo, por ello es necesaria una serie de infraestructuras básicas que aprovechen al máximo el espacio disponible en la fábrica. De ahí que sea necesaria una buena organización que agote al máximo los recursos que disponemos en cuanto a espacio.

Cada actividad que se desempeña dentro de la planta necesita un determinado espacio así como una correcta distribución que va depender de diversos factores, como: espacios de recorrido, ruido, relación entre diversas tareas, etc. El espacio necesario para cada actividad vendrá dado por la maquinaria y por el mobiliario necesario para la realización de cada actividad.

La correcta distribución de los espacios repercutirá en el coste y el tiempo del producto final, de ahí que se trate de buscar una distribución en la que la circulación del material y de la mano de obra sea lo más pequeña posible.

La distribución en planta por proceso requiere la determinación de los espacios o superficie total. En el siguiente cuadro queda reflejada el área que se destinará a cada una de las actividades de la planta industrial:

DESCRIPCIÓN DE ZONAS		ÁREAS (m2)	VOLUMEN (m3)
PROCESO	Recepción	81	
	Tratamiento	189	
	Incubación	608	
	Transferencia I	92	
	Nacimiento	228	
	Transferencia II	177	
	Sexaje	177	
	Carros de expedición	212	
	Expedición	45	
AUXILIAR	Limpieza de carros de incubación	100	
	Secado de carros de incubación	44	
	Limpieza de carros de nacimiento	81	
	Secado de carros de nacimiento	51	
	Sala de instalaciones	125	
	Pasillos	100	
OFICINAS	Oficina	39	
	Dirección	32	
PERSONAL	Aseos	9	
	Vestuarios	91	
ALMACÉN		138	483
COMEDOR		70	



### **CAPITULO III: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

#### **3.1.-GASTOS**

##### **3.1.1- Costes fijos.**

Los costes fijos del presente proyecto están formado por la parcela, la planta industrial y la maquinaria.

La superficie de la parcela es de 12.000 m<sup>2</sup>, de los cuales 2.700 m<sup>2</sup> están dedicados a la edificación industrial.

El precio del metro cuadrado de parcela es de 32 euros.

<b>Costes fijos</b>	
Parcela (12.000 m <sup>2</sup> )	384.000 €
Nave Industrial (2.700 m <sup>2</sup> ) (Con maquinaria)	2.364.876,9 €

##### **3.1.2- Costes variables.**

###### **3.1.2.1- Coste energético.**

La potencia total consumida en la nave es de 519 kW/h.

La fábrica funciona las 12 horas del día, de lunes a sábado durante todos los meses del año, por lo que el número total de horas es 3.744 horas.

Se estima un consumo anual en la planta de 1.943.136 kW/año.

El precio del kW/h es de 0.0898 €, por tanto el gasto anual es de 174.493 €.

###### **3.1.2.2.- Sueldo de los trabajadores.**

El sueldo de los trabajadores se estima en función de los trabajos realizados. En la fábrica hay 12 operarios por turno, los cuales tienen un sueldo de 1.200 euros mensuales.

En la función administrativa la empresa cuenta con 3 profesionales, incluyendo al director general. El sueldo dedicado a este apartado es de 1.500 euros/mes por trabajador, excepto el sueldo del director general que es de 1.700 euros mensuales.

Cuadro resumen de los sueldos:

	<b>Sueldo Unitario</b>	<b>Nº trabajadores</b>	<b>Total (€/mes)</b>	<b>Total (€/año)</b>
Operarios	1.200	12x2	28.800 €	345.600 €
Técnico de producción	1.600	1	1.600 €	19.200 €
Administración	1.500	2	3.000 €	36.000 €
Director general	1.700	1	1.700 €	20.400 €
<b>TOTAL</b>			<b>=</b>	<b>421.200 €</b>

### 3.1.2.3.- Coste de materia prima.

El precio de cada huevo es de: 0,97 € y se considera un consumo anual de 4.320.000 huevos. Por lo que el costo anual de huevos es de: 4.190.400 euros.

### 3.1.2.4.- Costes varios.

En este apartado se tienen en cuenta gastos tales como el consumo de agua, telefonía, aplicaciones informáticas, limpieza, etc...

Se prevé un costo para este apartado de 90.000 euros anuales.

Cuadro resumen de gastos:

	Importe (euros)
Gastos fijos	2.748.876,9
Gastos variables	4.876.093,0

## 3.2.- INGRESOS

Realmente no se habla de ingresos reales, ya que lo se pretende es abaratar el precio del pavo para las granjas de cría que pertenecen a la misma empresa.

## 3.3.- COMPARATIVA

En este apartado se trata de analizar a partir de cuándo se empieza a ahorrar gracias a la construcción de la incubadora.

El precio de cada huevo es de 0,97 € y cuando se compro directamente el pavito a una empresa ajena la unidad sale a 1,3 €/pavo.

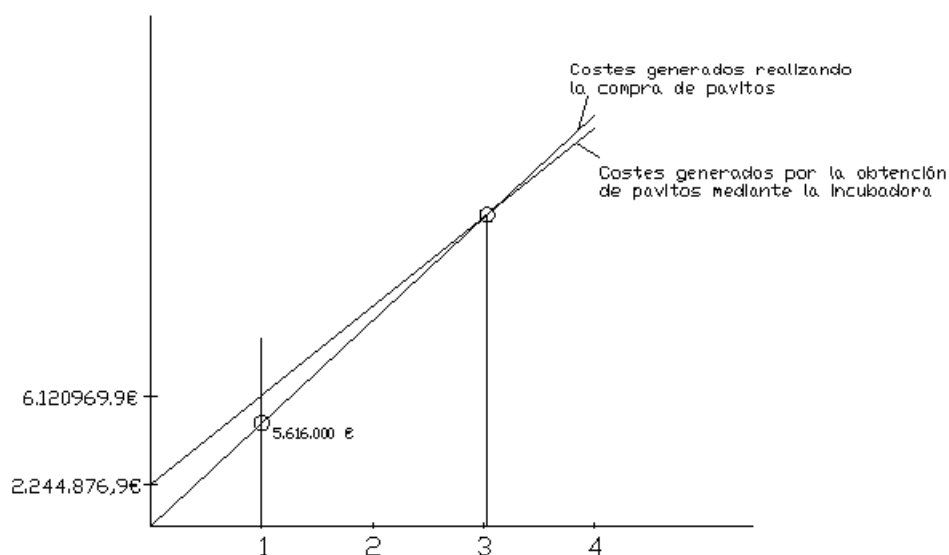
La planta tiene capacidad para 4.320.000 pavos/año.

El desembolso inicial para la compra de la parcela y la construcción de la fábrica es de 2.364.876,9 €, pero se cuenta con una subvención por valor de 120.000 €, por lo que el desembolso inicial será de: 2.244.876,9 €.

Cada año se prevé necesaria la cantidad de 4.876.093,0 € para la producción de 4.320.000 huevos.

Si se compran los pavos de 1 día, la obtención de 4.320.000 unidades genera un costo total de 5.616.000 €.

En el siguiente cuadro se detalla el tiempo previsto necesario para recuperar la inversión:



Según el gráfico se puede observar que en el plazo aproximado de 3 años, la planta estaría amortizada.

Estos datos son sólo aproximados ya que para la obtención de datos más precisos se deben tener en cuenta otros gastos indirectos generados por la incubadora (como impuestos o transportes) y realizar un estudio más exhaustivo.

## **CAPITULO IV: CIMENTACIÓN**

La cimentación se realiza mediante zapatas aisladas, unidas por vigas riostras por todo el perímetro de la nave.

Las características del terreno donde se edificará la industria son las siguientes:

- Terreno resistente a 1,5 m de profundidad.
- Tensión admisible del terreno:  $\sigma_T = 2,84 \text{ Kg/cm}^2 = 284 \text{ KN/m}^2$

### **4.1.- VIGAS RIOSTRAS**

Las vigas riostras reciben el peso uniformemente repartido de los cerramientos de placas de hormigón alveolares además de su peso propio, actuando por lo tanto de viga de carga.

#### **Acciones sobre las vigas riostras:**

- Carga de muro (cerramiento placas de hormigón alveolar) =  $200 \text{ Kg/m}^2$   
Muro de carga :  $200 \text{ Kg/m}^2 \times 6 \text{ m} = 1.200 \text{ Kg/m}$
- Peso propio Viga Riostra =  $2.500 \text{ Kg/m}^3 \times 0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 400 \text{ Kg/m}$   
(Riostra  $40 \times 40 \text{ cm}^2$ )

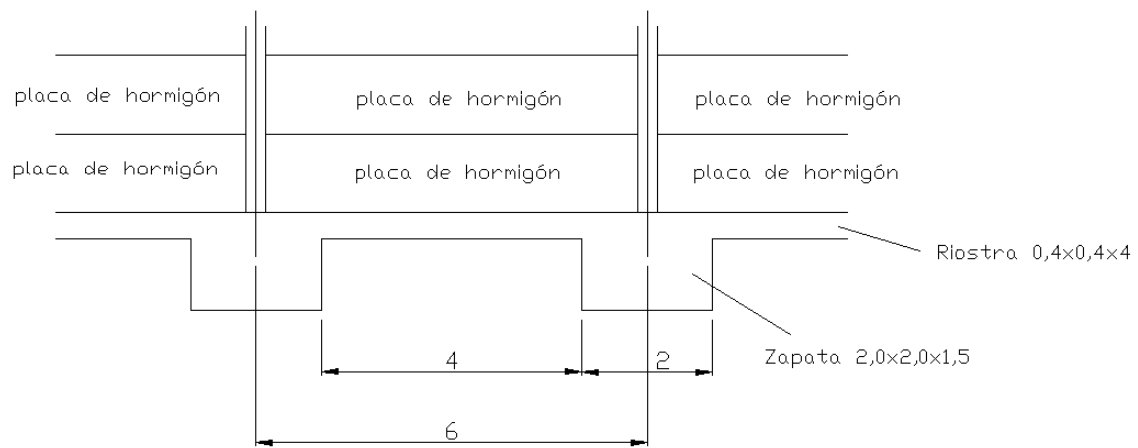
CARGA TOTAL (G) = Muro de carga + Peso Propio Riostra =  $1.600 \text{ Kg/m} \rightarrow$

$\rightarrow 16,0 \text{ KN/m}$

Aplicando los coeficientes de mayoración se tiene finalmente que:

Carga Total Mayorada  $\rightarrow 1,35 \times 16,0 \text{ KN/m} = 21,6 \text{ KN/m}$

Calcularemos la viga riostra como biempotrada a las zapatas, considerando que las zapatas tienen una base de  $2,00 \times 2,00 \text{ m}^2$ .



- Momentos.-

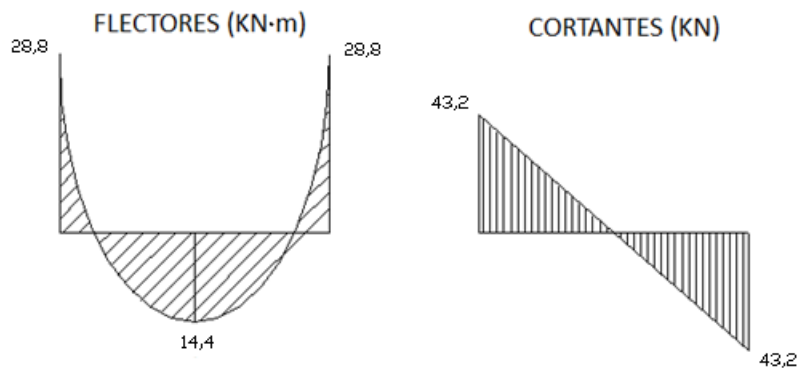
$$M^+ = \frac{Q \cdot L^2}{24} = \frac{21,6 \text{ KN/m} \cdot (4\text{m})^2}{24} \rightarrow M^+ = 14,4 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M^- = \frac{Q \cdot L^2}{12} = \frac{21,6 \text{ KN/m} \cdot (4\text{m})^2}{12} \rightarrow M^- = 28,8 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

- Cortante máximo.-

$$V = \frac{Q \cdot L}{2} = \frac{21,6 \text{ KN/m} \cdot 4\text{m}}{2} = 43,2 \text{ KN}$$

- Diagrama de momentos flectores y cortantes.-



#### 4.1.1.- CÁLCULO DE LA ARMADURA A FLEXIÓN SIMPLE

Partimos de los siguientes datos:

Momento máximo ( $M_d$ ) = 28,8 kN · m

Resistencia característica del hormigón:  $f_{ck} = 25$  MPa

Ancho de la viga:  $b = 40$  cm

Alto de la viga:  $h = 40$  cm

Ambiente II-a  $\rightarrow r = 2,5$  cm

Acero en armaduras: B400S

$h = d + d' \rightarrow d = h - d' = d - (r + 2,5) = 40 - (2,5 + 2,5) \rightarrow d = 35$  cm (Canto útil)

- 4.1.1.1.- Cálculo del canto mínimo

El valor del canto mínimo viene dado por la siguiente expresión:

$$d_{\min} (mm) = 1,77 \sqrt{\frac{M_d (KNm) \cdot 10^5}{f_{cd} (MPa) \cdot b (cm)}}$$

Sabiendo que  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67$  MPa

Se tiene que:  $d_{\min} = 1,77 \sqrt{\frac{28,8 \cdot 10^5}{16,67 \cdot 40}} = 116,32$  mm  $\rightarrow d_{\min} = 11,6$  cm

Como el canto útil real es mayor que el canto útil mínimo ( $11,6 \text{ cm} < 35 \text{ cm}$ ), se verifica que el momento exterior ( $M_d$ ) es menor que el momento límite. Por tanto:

NO ES NECESARIA ARMADURA DE COMPRESIÓN.

- 4.1.1.2.- Cálculo de la armadura longitudinal. Momento específico y cuantías mínimas

El momento específico viene dado por la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{Md}{U_0 \cdot d}$$

donde:

$\mu$  = Momento específico

$Md$  = Momento exterior = 28,8 KN · m

$U_0$  = Capacidad mecánica (KN)

$d$  = canto útil = 35 cm

Calculamos el valor de la capacidad mecánica, dado por la expresión:

$$U_0 = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot 16,67 \text{ MPa} \cdot 400 \text{ mm} \cdot 350 \text{ mm} = 1.983.730 \text{ N} \rightarrow \\ \rightarrow U_0 = 1.983,7 \text{ KN}$$

Por tanto, el momento específico será:

$$\mu = \frac{Md}{U_0 \cdot d} = \frac{28,8 \text{ KN} \cdot \text{m}}{(1.983,7 \text{ KN}) \cdot (0,35 \text{ m})} \rightarrow \mu = 0,0415$$

La cuantía mecánica de la armadura de tracción será:

$$U_{s1} = \omega_1 \cdot U_0$$

$$\text{siendo, } \omega_1 = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0415} = 0,0424$$

por lo tanto,

$$U_{s1} = 0,0424 \cdot 1.983,7 \rightarrow U_{s1} = 84,1 \text{ KN}$$

Vemos ahora las cuantías mínimas:

- Cuantía mínima mecánica:

Para el mínimo mecánico debe verificarse; según el artículo 42.3.2 de la EHE.

$$U_{s1} (\text{KN}) \geq 4\% \cdot f_{cd} (\text{MPa}) \cdot b (\text{cm}) \cdot h (\text{cm}) \cdot \frac{1}{10} = 4\% \cdot \left( 16,67 \text{ MPa} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} \cdot \frac{1}{10} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow U_{s1} (\text{KN}) \geq 106,7 \text{ KN}$$

- Cuantía mínima geométrica:

Para el mínimo geométrico se ha de cumplir, según el artículo 42.3.5 de la EHE.

$$A_{s1} \geq \rho \cdot A_{ct} = \left( \frac{3,3}{1.000} \right) \cdot (40\text{cm} \cdot 40\text{cm}) \rightarrow A_{s1} \geq 5,28\text{cm}^2$$

Por tanto:

$$U_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{10} = 5,28\text{cm}^2 \cdot \frac{400}{1,15} \cdot \frac{1}{10} \rightarrow U_{s1} = 183,65\text{ KN}$$

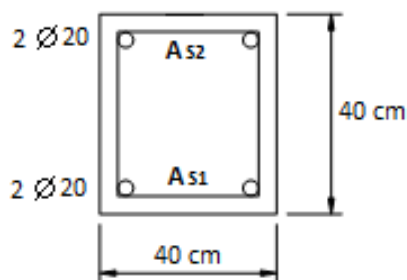
Dimensionamos por mínimos geométricos, que se obtiene el mayor valor de  $U_{s1}$ :

Tomamos 2Ø 20

Este valor es el de la armadura superior. Con el fin de unificar los valores, tomamos un valor de armadura inferior de las mismas características.

Por tanto, se opta por colocar tanto para la armadura de tracción como para la de compresión: **2Ø20**.

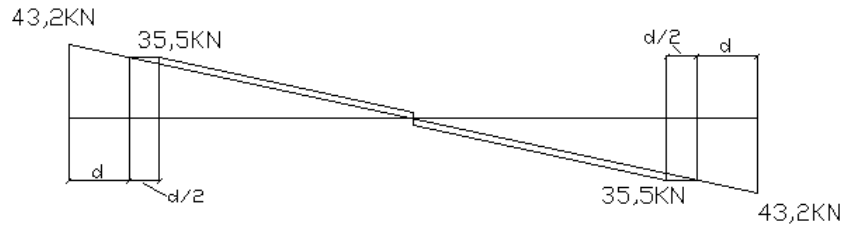
Finalmente, nos queda:



#### 4.1.2.- CÁLCULO DE LA ARMADURA A CORTANTE

##### 4.1.2.1.- Diagrama de Cortantes decalado:





$$V(x) = 43,2 - q \cdot x = 43,2 - 21,6 \cdot x$$

$$V(d) = 43,2 - 21,6 \cdot 0,35 = 35,64 \text{ KN}$$

#### 4.1.2.2.- Compresión Oblicua del hormigón

Comprobamos el cortante máximo que puede resistir una sección de hormigón para que no sobrepase la capacidad resistente de las bielas.

El cortante citado viene dado por la expresión:

$$V_{u1} = 0,3 \cdot k \cdot f_{cd} \cdot b_0 \cdot d$$

donde:

k = coeficiente de reducción por efecto del esfuerzo axial.

$$k = \frac{5}{3} \cdot \left( 1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} \right) \leq 1$$

$$\sigma'_{cd} = \text{Tensión axial efectiva} = \frac{N_d}{A_c} = \frac{-21.600}{400 \cdot 400 \text{ mm}^2} = 0,135$$

$$k = \frac{5}{3} \cdot \left( 1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} \right) = \frac{5}{3} \cdot \left( 1 + \frac{0,135}{\frac{25}{1,5}} \right) = 1,68 \rightarrow k = 1$$

por tanto,

$$V_{u1} = 0,3 \cdot 1 \cdot \frac{25 \text{ MPa}}{1,5} \cdot 400 \text{ mm} \cdot 350 \text{ mm} = 700.000 \text{ N} \rightarrow V_{u1} = 700 \text{ KN}$$

Como  $V_{u1} = 700 \text{ KN} > V_d = 43,2 \text{ KN} \rightarrow \text{CUMPLE}$

#### 4.1.2.3.- Cortante asumido por el hormigón

El siguiente paso será obtener el cortante asumido en exclusiva por el hormigón:

$$V_{cu} = 0,10 \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \rho_1 \cdot f_{ck}} \cdot b_o \cdot d$$

donde:

$V_{cu}$  = cortante resistido por el hormigón (N)

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d(mm)}} \quad \text{con "d" en mm.}$$

$$\rho_1 = \frac{As_1}{b_o \cdot d} = \text{cuantía geométrica de la armadura longitudinal traccionada referida a la sección "b<sub>0</sub>.d" (adimensional)}$$

$b_0$  = anchura neta mínima del elemento (mm)

$d$  = canto útil (mm)

$f_{cd}$  = resistencia característica del hormigón (MPa)

$$\rho_1 = \frac{6,28cm^2 (2 \phi 20)}{40cm \cdot 35cm} = 4,486 \cdot 10^{-3}$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,75$$

por tanto:

$$V_{cu} = 0,10 \cdot 1,75 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 4,486 \cdot 10^{-3} \cdot 25MPa} \cdot 400mm \cdot 350mm = 54.840 \text{ N} \rightarrow$$

$$\rightarrow V_{cu} = 54,84 \text{ KN}$$

$$V_{cu} = 54,84 \text{ KN} > V_d = 35,5 \text{ KN}$$

$\Rightarrow$  según el cálculo, no sería necesario colocar armadura de compresión ya que todo el cortante lo asume el hormigón.

Pero como sí la ha de llevar armadura de compresión, dimensionamos ésta por mínimos.

### COMPROBACIÓN POR MÍNIMOS:

- Separación máxima entre cercos:

$$\frac{1}{5} \cdot V_{u1} = \frac{1}{5} \cdot 700 \text{ KN} = 140 \text{ KN}$$

Como  $V_d (35,5 \text{ KN}) < 1/5 V_{u1} (140 \text{ KN}) \rightarrow$

$$\rightarrow S_t \leq 0,8 \cdot d \leq 30 \text{ cm}$$

$$S_t \leq 0,8 \cdot 35 \text{ cm} = 28 \text{ cm}$$

- Para evitar pandeo:

$$\text{Diámetro estribos} \geq \frac{1}{4} \cdot \varnothing_{\text{mayor diam.}} = \frac{1}{4} \cdot 20 \text{ mm} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Separación} \leq 15 \cdot \varnothing_{\text{menor diam.}} = 15 \cdot 20 \text{ mm} = 300 \text{ mm} = 30 \text{ cm}$$

Los estribos serán  $\varnothing 6$

- Cálculo de la armadura mínima:

La cuantía mínima para armadura de cortante, se establece en:

$$\sum \frac{A_{\alpha} \cdot f_{y\alpha,d}}{\sin \alpha} \geq 0.02 \cdot f_{cd} \cdot b_0 \cdot S_t$$

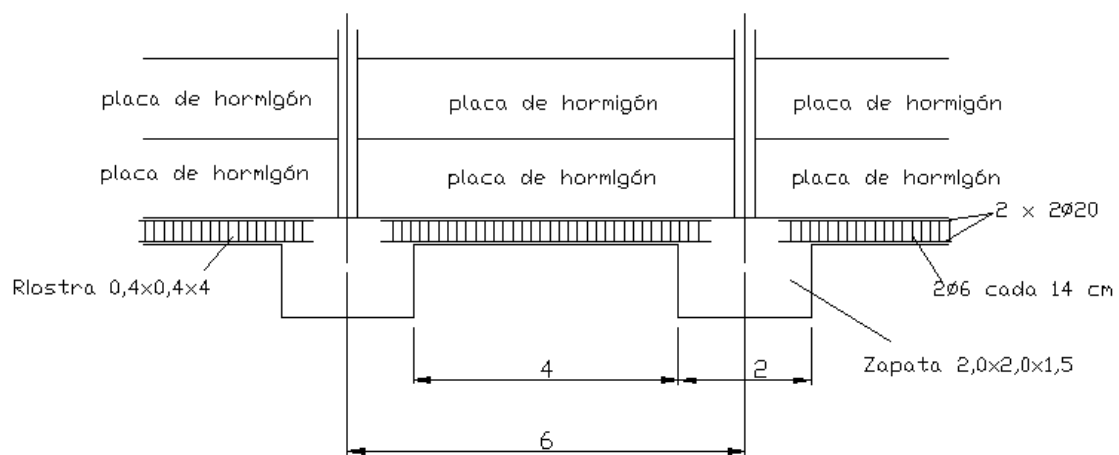
$$S_t \leq \frac{A_\alpha \cdot f_{y\alpha,d}}{0,02 \cdot f_{cd} \cdot b_0} = \frac{(28,3 \text{ mm}^2) \cdot \frac{400 \text{ MPa}}{1,15}}{0,02 \cdot \frac{25 \text{ MPa}}{1,5} \cdot 400 \text{ mm}} \rightarrow S_t \geq 73,83 \text{ mm}$$

Habría que colocar estribos cada 7,4 cm. Este valor es demasiado reducido, con el fin de aumentarlo, se colocan 2 estribos de diam. 16 mm

$$S_t \leq \frac{A_\alpha \cdot f_{y\alpha,d}}{0,02 \cdot f_{cd} \cdot b_0} = \frac{(2 \cdot 28,3 \text{ mm}^2) \cdot \frac{400 \text{ MPa}}{1,15}}{0,02 \cdot \frac{25 \text{ MPa}}{1,5} \cdot 400 \text{ mm}} \rightarrow S_t \geq 147,6 \text{ mm}$$

Por tanto, se colocarán unos estribos mínimos formados por: **2 redondos Ø 6 cada 14 cm.**

Finalmente, la situación queda de la siguiente forma:



#### 4.2.- ZAPATAS

Se realiza el cálculo para una de las zapatas, suponiendo que serán todas similares.

Se elegirán las zapatas en función de las acciones que los pórticos hacen sobre éstas, se cogerán las más desfavorables.

Desarrollaremos a continuación el cálculo de la zapata con carga centrada.

Suponemos una zapata de 2x2x1,5

##### 4.2.1.- ACCIONES (sin mayorar):

- Axiles:

- Axil transmitido por el pórtico:	11,8 KN
- Peso de la riostra: $(0,4m \cdot 0,4m \cdot 4m \cdot 25KN / m^3)$	16 KN
- Peso del cerramiento: $(6m \cdot 6m \cdot 2,0KN / m^2)$	72 KN
- Peso propio zapata: $(2m \cdot 2m \cdot 1,5m \cdot 25KN / m^3)$	<u>150 KN</u>
	<b>249,8 KN</b>

- Momento transmitido por el pórtico: **31,2 KN · m**

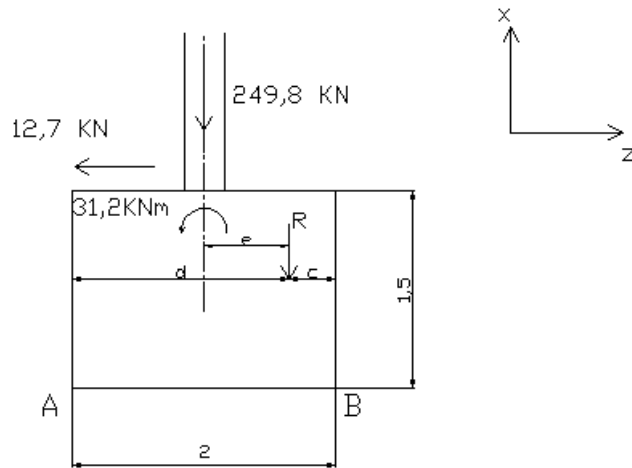
- Esfuerzo cortante transmitido por el pórtico: **12,7 KN**

##### 4.2.2.- CÁLCULO A VOLUMEN

El cálculo se realizara con los esfuerzos sin mayorar.

Se trata de obtener la resultante del siguiente sistema de fuerzas, y su localización.

$$a = 2 \text{ m} ; b = 2 \text{ m} ; h = 1,5 \text{ m}$$



$$R = 249,8 \text{ KN}$$

Tomando momentos con respecto a A:

$$d = \frac{\frac{b}{2} \cdot N + M + F \cdot h}{R} = 1,4 \text{ m}$$

$$e = d - \frac{b}{2} = 1,4 \text{ m} - \frac{2 \text{ m}}{2} = 0,4 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{b}{6} = \frac{2 \text{ m}}{6} = 0,33 \text{ m} \\ \frac{b}{2} = \frac{2 \text{ m}}{2} = 1 \text{ m} \end{array} \right\} \text{ Como } \frac{b}{6} < e < \frac{b}{2} \Rightarrow R \text{ est\'a fuera del tercio central}$$

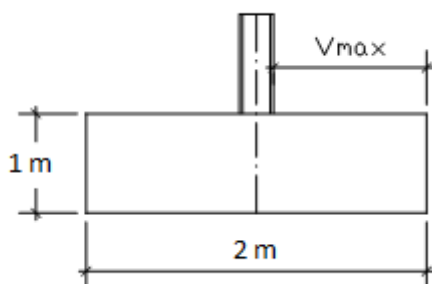
A continuaci3n se obtiene la tensi3n transmitida al terreno:

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \cdot R}{3 \cdot a \cdot c} = \frac{2 \cdot 249,8 \text{ KN}}{3 \cdot 2 \text{ m} \cdot \left( \frac{2 \text{ m}}{2} - 0,2 \text{ m} \right)} = 104,08 \text{ KN} / \text{m}^2$$

Como  $\sigma_{\max} = 104,08 \text{ KN} / \text{m}^2 < \sigma_{\text{adm.}} = 284 \text{ KN} / \text{m}^2$  (Terreno)  $\rightarrow$  El terreno es v\'alido

#### 4.2.3.- TIPO DE ZAPATA

Se considerarán estructuralmente rígidas las zapatas cuyo vuelo  $v$ , en la dirección principal de mayor vuelo, sea menor o igual que dos veces el canto  $h$  ( $v \leq 2h$ ). Las zapatas se considerarán flexibles en caso contrario ( $v > 2h$ ).



ZAPATA RÍGIDA si  $V_{max} \leq 2 \cdot h$

$$\left. \begin{array}{l} V = \frac{2m - 0,3m}{2} = 0,85m \\ 2 \cdot h = 2 \cdot 1,5m = 3m \end{array} \right\} \rightarrow V_{max} < 2 \cdot h \Rightarrow \text{ZAPATA RÍGIDA}$$

En la otra dirección también lo cumple, por lo tanto también resulta ZAPATA RÍGIDA.

#### 4.2.4.- CÁLCULO DE LA ARMADURA

A) Mayoración de cargas y Distribución de tensiones en el terreno:

Cargas mayoradas que actúan sobre la zapata, sin considerar el peso propio de la zapata:

- AXILES:

- Axil transmitido por el pórtico:	15,9 KN
- Peso de la riostra: $(0,4m \cdot 0,4m \cdot 4m \cdot 25KN / m^3)$	16,0 KN
- Peso del cerramiento: $(6m \cdot 6m \cdot 2,0KN / m^2)$	72,0 KN
	<b>103,9 KN</b>

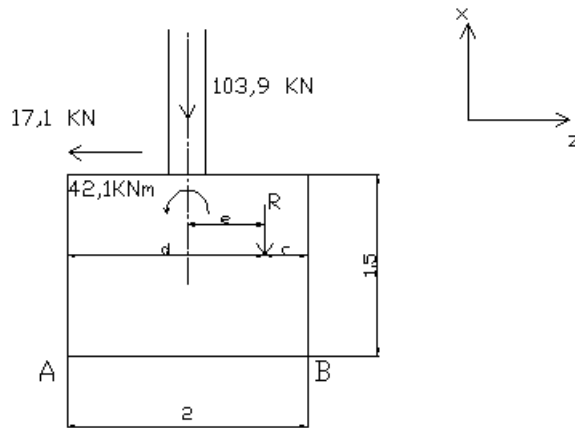
- MOMENTO TRANSMITIDO POR EL PÓRTICO:

**42,1 KN · m**

- ESFUERZO CORTANTE TRANSMITIDO POR EL PÓRTICO:

**17,1 KN**

Calculamos de nuevo la excentricidad:



$$R = 103,9 \text{ KN.}$$

Tomando momentos con respecto a A:

$$d = \frac{\frac{b}{2} \cdot N + M + F \cdot h}{R} = \frac{\frac{2}{2} \cdot 103,9 + 42,1 + 17,1 \cdot 1,5}{103,9} = 1,65 \text{ m}$$

$$e = d - \frac{b}{2} = 1,65\text{m} - \frac{2\text{m}}{2} = 0,65 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{b}{6} = \frac{2\text{m}}{6} = 0,33\text{m} \\ \frac{b}{2} = \frac{2\text{m}}{2} = 1\text{m} \end{array} \right\} \text{ Como } \frac{b}{6} < e < \frac{b}{2} \Rightarrow R \text{ está fuera del tercio central}$$

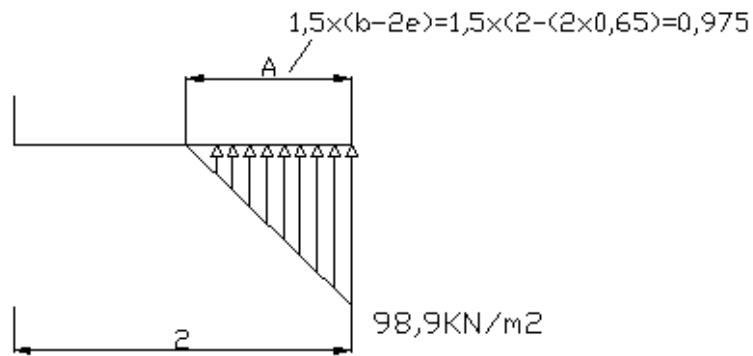
A continuación se obtiene la tensión transmitida al terreno:

$$\sigma_{\max} = \frac{2 \cdot R}{3 \cdot a \cdot c} = \frac{2 \cdot 103,9 \text{ KN}}{3 \cdot 2\text{m} \cdot \left( \frac{2\text{m}}{2} - 0,65\text{m} \right)} = 98,9 \text{ KN} / \text{m}^2$$

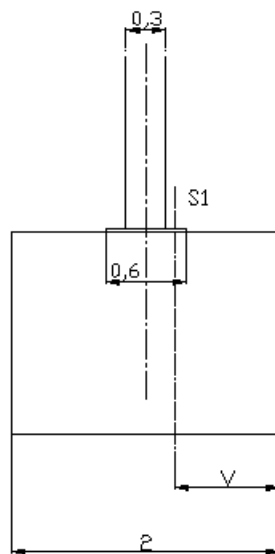
Como  $\sigma_{\max} = 98,9 \text{ KN} / \text{m}^2 < 1,25 \cdot \sigma_{\text{adm.}} = 255 \text{ KN} / \text{m}^2$  (Terreno)  $\rightarrow$  El terreno es válido



El esquema de distribución de tensiones del terreno será de la siguiente forma:

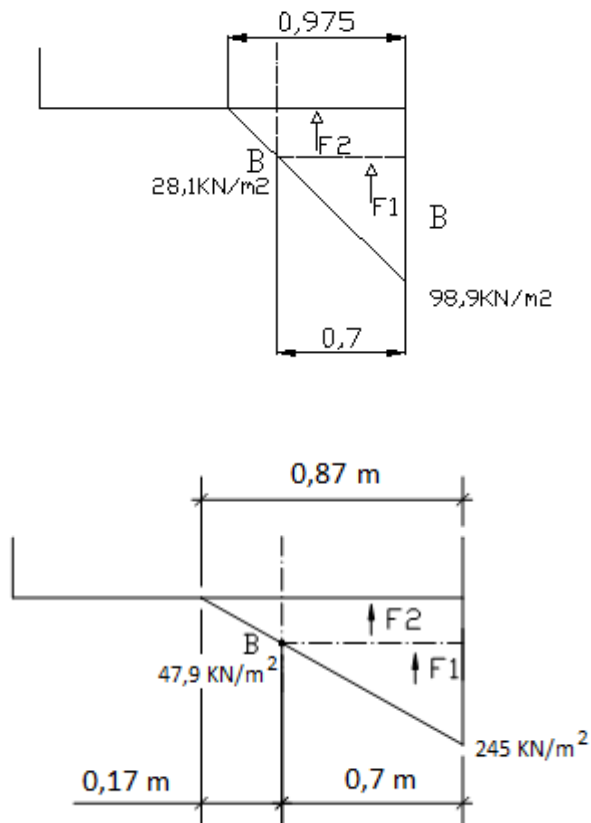


B) Sección de Referencia ( $S_1$ )



$$V = \frac{2m}{2} - \frac{0,3m}{2} - \frac{0,3m}{2} = 0,7m$$

C) Cálculo del Momento flector



$$F1 = \frac{1}{2} \cdot (98,9 \text{ KN} / \text{m}^2 - 28,1 \text{ KN} / \text{m}^2) \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 49,6 \text{ KN}$$

$$F2 = 28,1 \text{ KN} / \text{m}^2 \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} = 39,3 \text{ KN}$$

$$M_B = \left[ \left( \frac{2}{3} \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 49,6 \text{ KN} \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 39,3 \text{ KN} \right) \right] = 36,9 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

#### D) Determinación de la Armadura

Se realiza a flexión simple, con el momento flector anterior:

$$M_d = 36,9 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

Ambiente II-a  $\rightarrow r = 2,5 \text{ cm}$

$h = d + d' \rightarrow d = h - d' = d - (r + 2,5) = 150 - (2,5 + 2,5) \rightarrow d = 145 \text{ cm}$  (Canto útil)

$$U_0 = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot \frac{25 \text{ MPa}}{1,5} \cdot 2.000 \text{ mm} \cdot 1450 \text{ mm} = 41.083.333 \text{ N} \rightarrow$$

$$\rightarrow U_0 = 41.083 \text{ KN}$$

$$\mu = \frac{M_d}{U_0 \cdot d} = \frac{36,9 \text{ KN} \cdot \text{m}}{41.083 \text{ KN} \cdot 1,45 \text{ m}} \rightarrow \mu = 6,19 \cdot 10^{-4}$$

$$\omega_1 = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 6,19 \cdot 10^{-4}} = 6,19 \cdot 10^{-4}$$

$$U_{s1} = \omega_1 \cdot U_0 = 6,19 \cdot 10^{-4} \cdot 41.083 \text{ KN} \rightarrow U_{s1} = 25,4 \text{ KN}$$

#### E) Cuantías Mínimas

Se tendrá en cuenta que:

$$S_t \leq 30 \text{ cm}$$

Se recomienda poner  $\varnothing \geq 12 \text{ mm}$

- Para la sección de  $200 \times 150 \text{ cm}^2$  :

Mínimo mecánico:

$$U_{s1} (\text{KN}) \geq 4\% \cdot f_{cd} (\text{MPa}) \cdot b (\text{cm}) \cdot h (\text{cm}) \cdot \frac{1}{10} =$$

$$= 4\% \cdot \left( \frac{25 \text{ MPa}}{1,5} \cdot 200 \text{ cm} \cdot 150 \text{ cm} \cdot \frac{1}{10} \right) \rightarrow U_{s1} (\text{KN}) \geq 2.000 \text{ KN}$$

Mínimo geométrico: ( $\rho=2\text{‰}$  losas)

$$A_{s1} \geq \rho \cdot A_{ct} = \left( \frac{2}{1.000} \right) \cdot (200 \text{ cm} \cdot 150 \text{ cm}) \rightarrow A_{s1} \geq 60 \text{ cm}^2$$

por tanto:

$$U_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{10} = 60 \text{ cm}^2 \cdot \frac{400}{1,15} \cdot \frac{1}{10} \rightarrow U_{s1} = 2.087 \text{ KN}$$

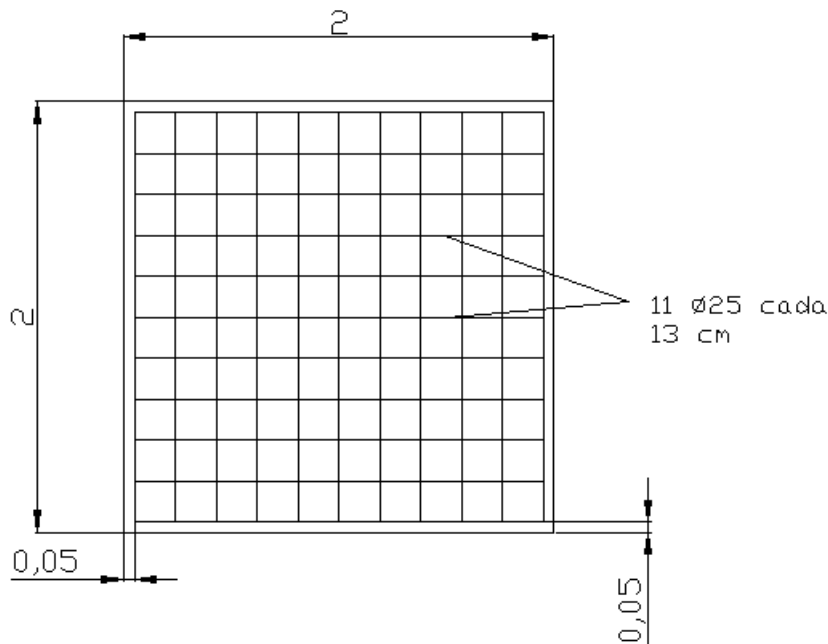
Dimensionamos con el mínimo geométrico:

$$U_{s1} = 2.087 \text{ KN} \Rightarrow 11 \text{ } \varnothing 25$$

Teniendo en cuenta la dimensión de la zapata y los recubrimientos tendremos una separación entre barras de 18,2 cm

Al tratarse de una zapata de base cuadrada, en el lado perpendicular también pondremos **11 Ø 25** para producir un reparto uniforme.

La situación queda de la siguiente forma:



Se cumple que la separación de barras es inferior a 30 cm.

F) Longitud de Anclaje

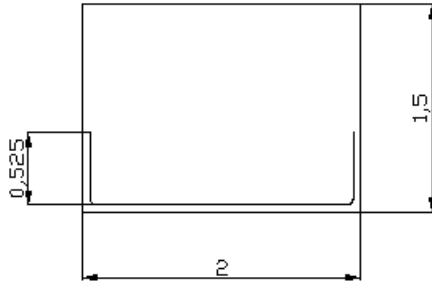
$$l_b = m \cdot \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} \cdot \phi \quad \text{m para acero B-400S y hormigón H-25 será } m=12, \\ \text{según tabla 66.5.2.a de la E.H.E.}$$

$$l_b = 12 \cdot 2,5^2 = 75 \text{ cm} > \frac{400}{20} \cdot 2,5 = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Por tanto, } \Rightarrow l_{bl} = 75 \text{ cm} > 15 \text{ cm}$$

$$l_b' = 0,7 \cdot l_b = 0,7 \cdot 75 \text{ cm} = 52,5 \text{ cm. (debido a que hay patilla)}$$

Habrá que doblar las barras hacia arriba, respetando el recubrimiento.



#### 4.2.5.- COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO HORIZONTAL

La fuerza de rozamiento del terreno debe contrarrestar los esfuerzos horizontales del terreno a los que est  sometida la zapata.  $F_h \leq F_r$

El valor de la fuerza de rozamiento viene dado por:

$$F_r = \mu \cdot R$$

tomando  $\mu = 0,4$

$$F_r = 0,4 \cdot 249,8 \text{ KN} = 99,9 \text{ KN}$$

$$F_h = 12,7 \text{ KN}$$

Como  $F_h \leq F_r \rightarrow$  No habrá deslizamiento.

#### 4.2.6.- COMPROBACIÓN AL VUELCO

El momento estabilizador debe ser un 50% mayor que el que provoca el vuelco

$$M_{\text{estab.}} \geq 1,5 M_{\text{vuelco}}$$

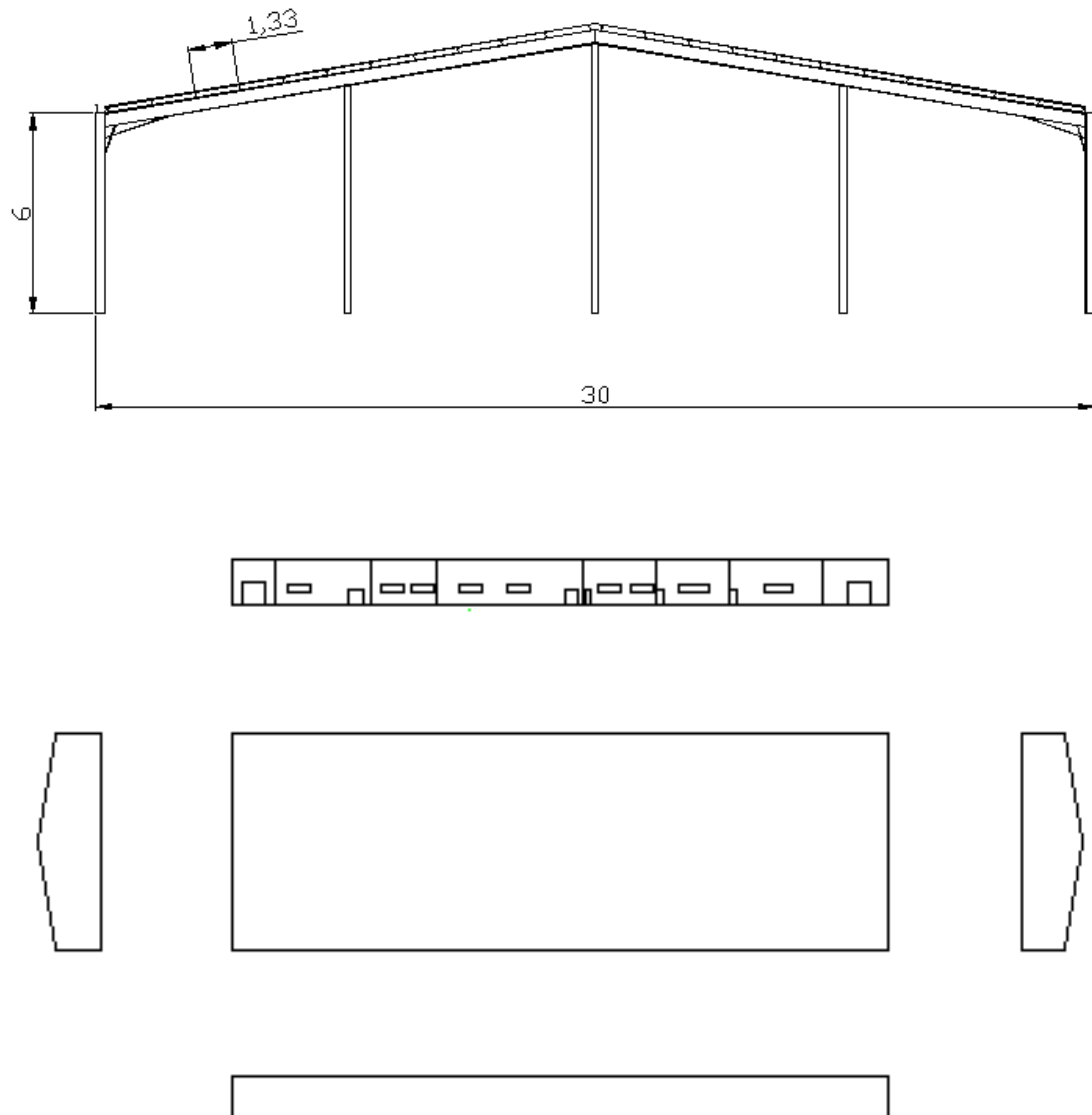
$$M_{\text{estab.}} = R \cdot \left( \frac{b}{2} + e \right) = 249,8 \text{ KN} \cdot \left( \frac{2 \text{ m}}{2} + 0,4 \text{ m} \right) = 349,7 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_{vuelco.} = M + F_h \cdot h = 31,2 \text{ KN} \cdot m + (12,7 \text{ KN} \cdot 1,5m) = 50,3 \text{ KN} \cdot m$$

Como  $M_{estab.} = 349,7 \text{ KN} \cdot m > 1,5 \cdot M_{vuelco} = 75,5 \text{ KN} \cdot m \rightarrow \underline{\text{No habrá vuelco.}}$

## **CAPITULO V: ESTRUCTURA**

### **5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN**



Situación de la nave: Sevilla

Situación de viento: Normal

Cerramiento mediante placa de hormigón alveolar.

Dintel: IPE 400 con refuerzos.

Pilares: HEB 300 con refuerzos.

Correas ZF160x3 cada 1,33 m

## 5.2.- HIPOTESIS SIMPLES DE CARGA

### Acción permanente:

Cubierta: Panel sándwich  $e = 40\text{mm}$ . -----  $0,096 \text{ KN/m}^2 \times 6\text{ml} = 0,576 \text{ KN/ml}$

Correas: Zf 160x3mm -----  $0,28 \text{ KN/ml}^*$

\* $[(0,0597 \text{ KN/ml} \times 12 \text{ correas} \times 6\text{m}) / 15,21\text{ml} = 0,28 \text{ KN/ml}]$

Instalaciones: -----  $0,1 \text{ KN/m}^2 \times 6\text{ml} = 0,6 \text{ KN/ml}$

Canalón: -----  $0,06 \text{ KN/ml} \times 6\text{ml} = 0,36 \text{ KN/ml}$   
(puntual)

Aireadores: ----- (Despreciable)

Cruces de San Andrés ----- (Despreciable)

Vigas de atado (IPE 120) -----  $0,624 \text{ KN}$  (carga puntual)

### Uso.-

Cubierta accesible únicamente para mantenimiento (G1).

$0,4 \text{ KN/m}^2 \times 6\text{ml} = 2,4 \text{ KN/ml}$

### Nieve.-

$q_n = \mu \cdot S_k = 1 \cdot 0,2 \text{ KN/m}^2 = 0,2 \text{ KN/m}^2$

$\mu = 1$

$S_k = 0,2 \text{ KN/m}^2$  (Sevilla)

Carga de nieve  $\rightarrow 0,2 \text{ KN/m}^2 \times 6 \text{ ml} = 1,2 \text{ KN/ml}$

### Viento.-

No consideraremos las presiones interiores, ya que las suponemos las ventanas siempre cerradas.

$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p \rightarrow (*)$

$q_b = 0,42 \text{ KN/m}^2$  (Sevilla)

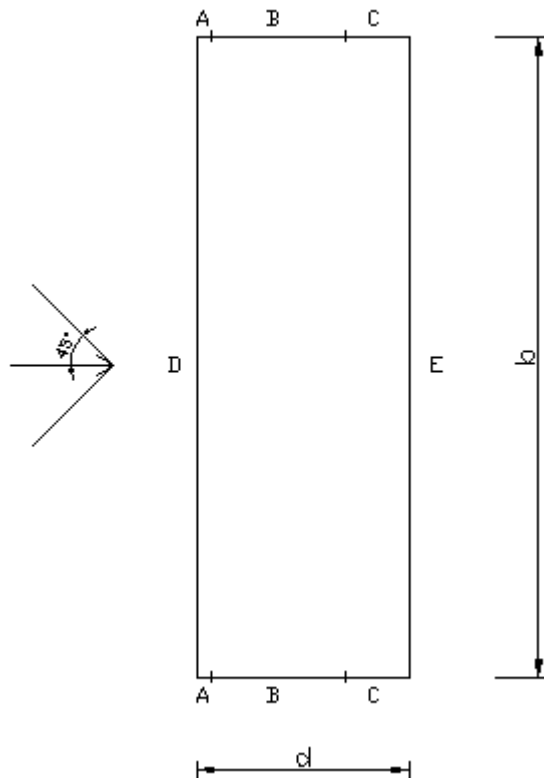
$C_e \rightarrow$  Paramentos verticales: 1,4; Cubierta: 1,7

$C_p \equiv$  Coeficiente de presión



- Presión exterior sobre los cerramientos:

CASO PE1.-



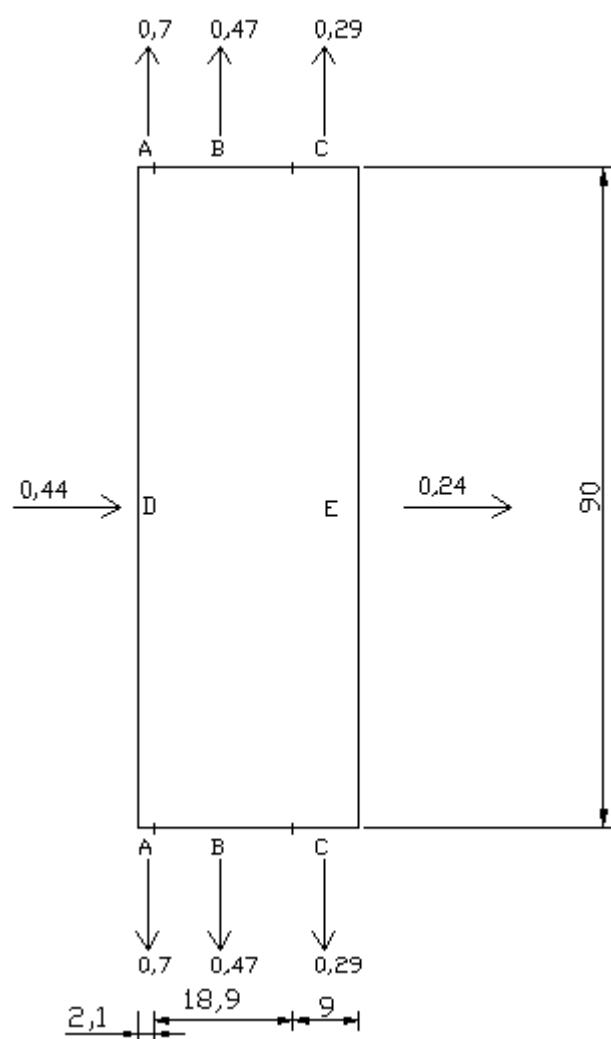
$$e = \min \left\{ \frac{b}{2h} \right\} = \left\{ \frac{90}{2 \times 8,5} \right\} \rightarrow e = 17$$

$$\begin{cases} 0,1e = 1,7 \\ d - e = 30 - 17 = 13 \end{cases}$$

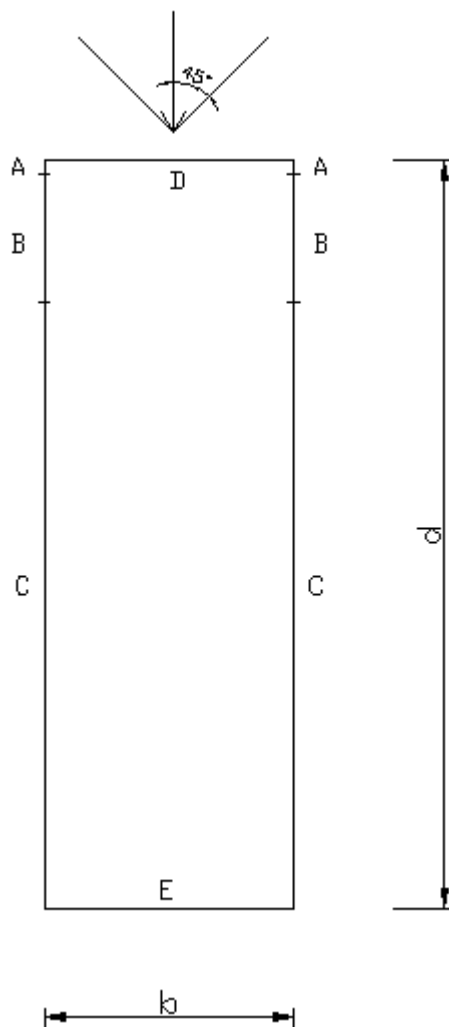
$$A = 90 \times 6 = 540 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$$

$$\frac{h}{d} = \frac{8,5}{30} = 0,28$$

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Cp</b>	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
<b>qe</b>	-0,7	-0,47	-0,29	-0,47	-0,29



# CASO PE2.-



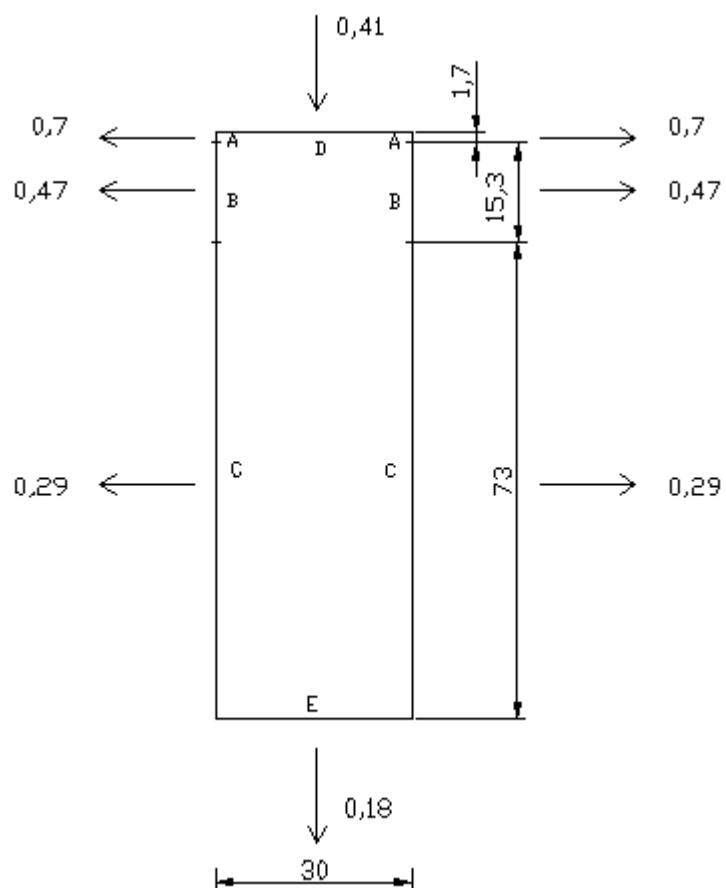
$$e = \min \left\{ \frac{b}{2h} \right\} = \left\{ \frac{30}{2 \times 8,5} \right\} \rightarrow e = 17$$

$$\begin{cases} 0,1e = 1,7 \\ d - e = 90 - 17 = 73 \end{cases}$$

$$A = 30 \times 6 = 180 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$$

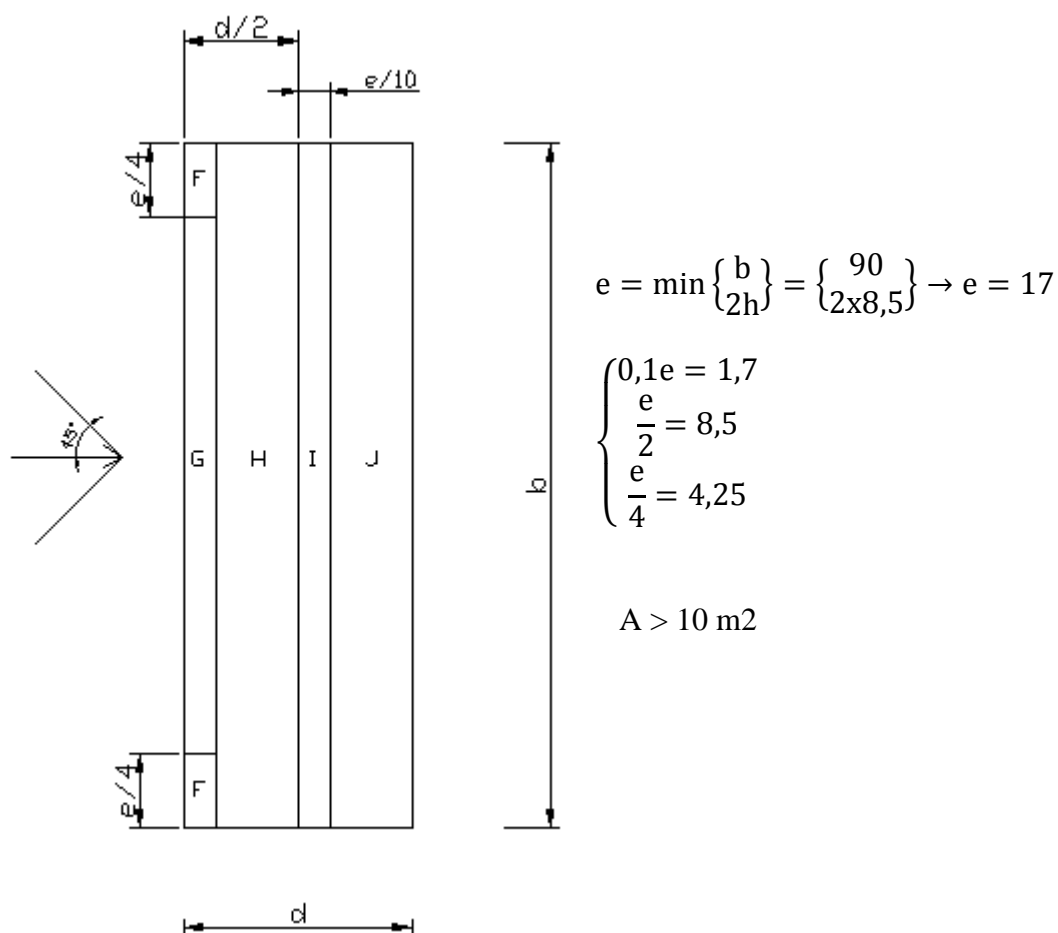
$$\frac{h}{d} = \frac{8,5}{90} = 0,094$$

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>C<sub>p</sub></b>	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
<b>q<sub>e</sub></b>	-0,7	-0,47	-0,29	0,41	-0,18

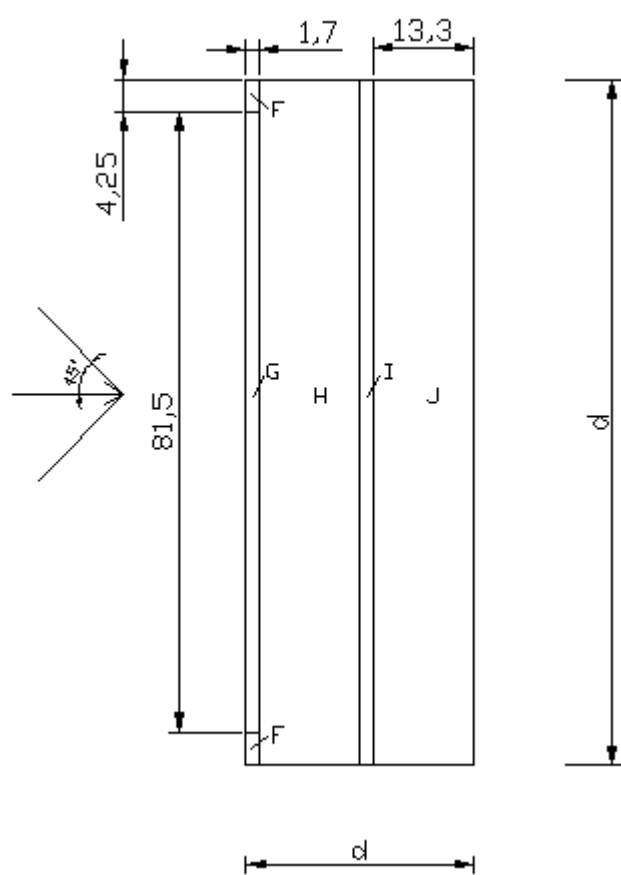


- Presión exterior sobre la cubierta:

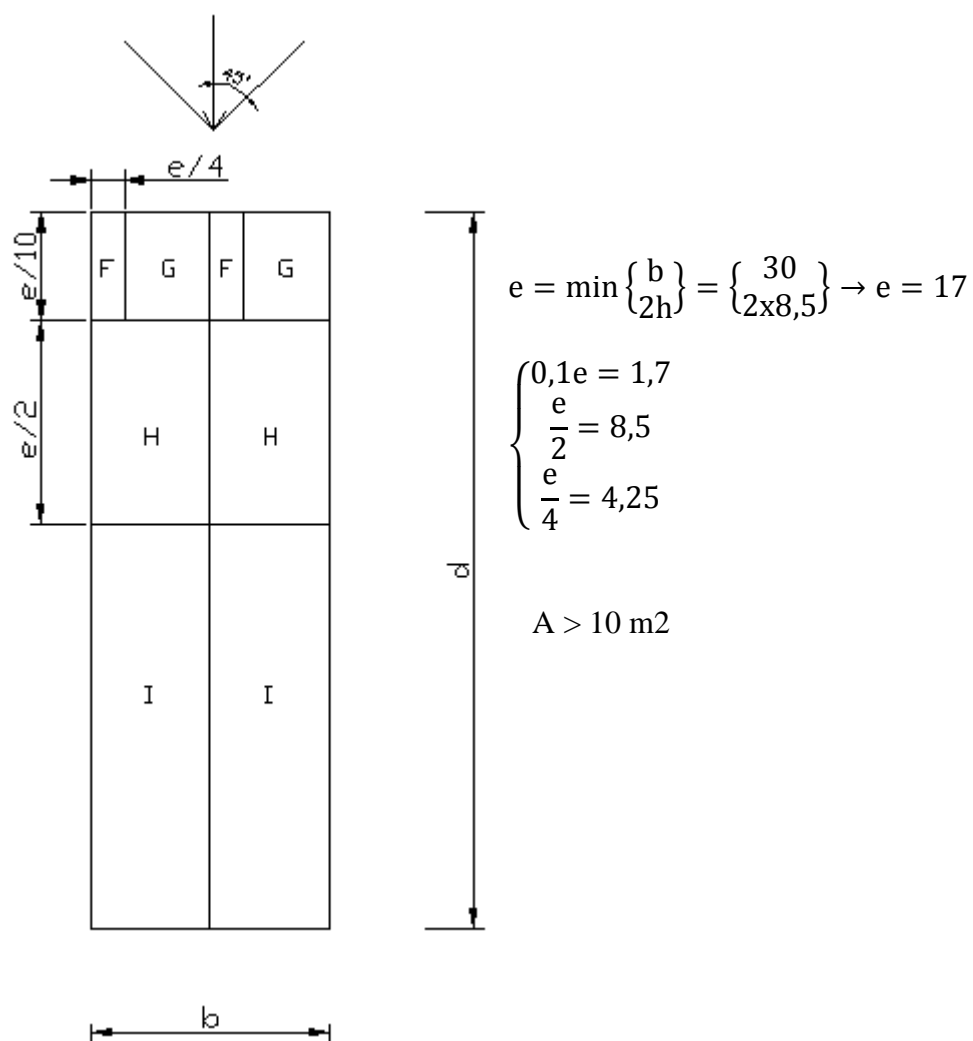
CASO PE3.-



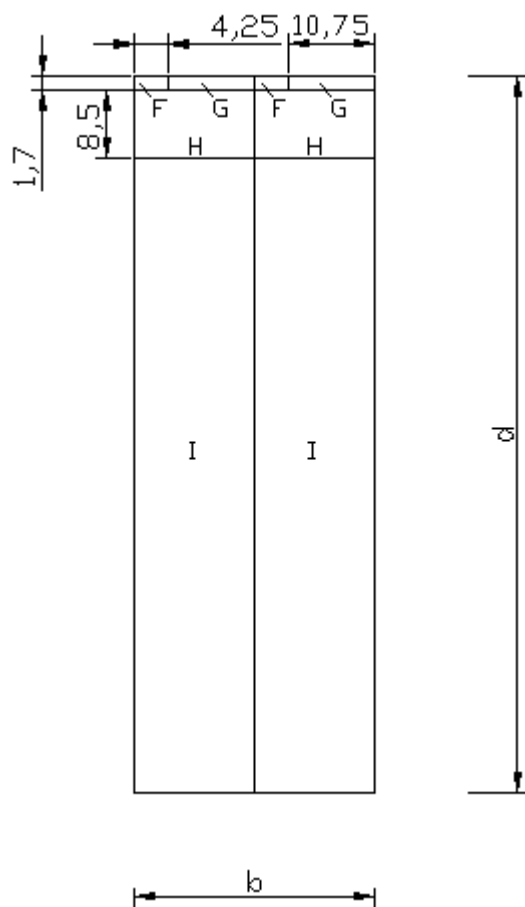
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Cp</b>	-1,26	-0,98	-0,45	-0,5	-0,4
	0,1	0,1	0,1	-0,3	-0,3
<b>qe</b>	-0,9	-0,7	-0,32	-0,46	-0,29
	0,07	0,07	0,07	-0,21	-0,21



# CASO PE4.-



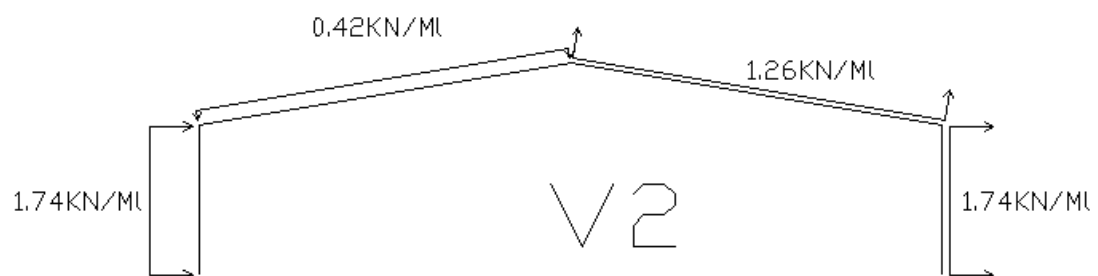
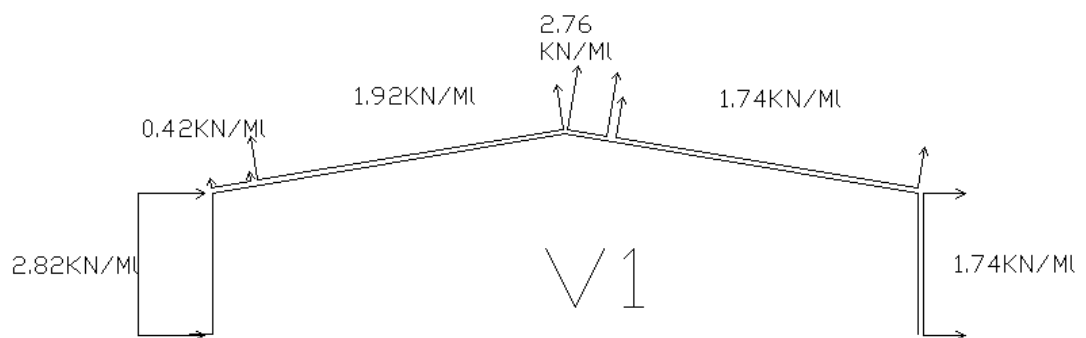
	A	B	C	D
<b>Cp</b>	-1,45	-1,3	-0,65	-0,55
<b>qe</b>	-1,03	-0,93	-0,46	-0,39



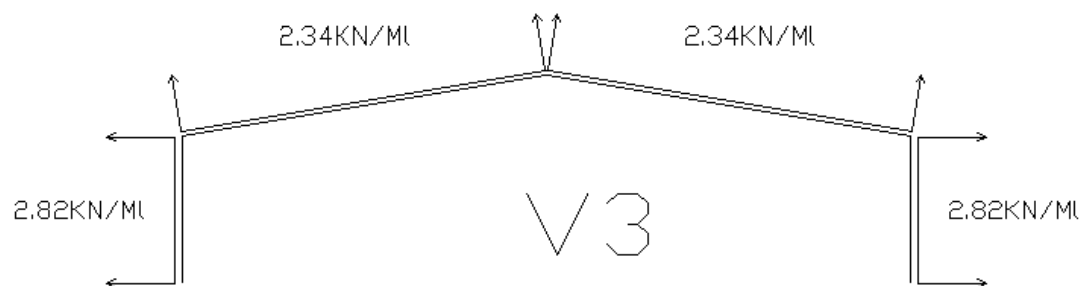


Acciones del viento (situaciones más desfavorables):

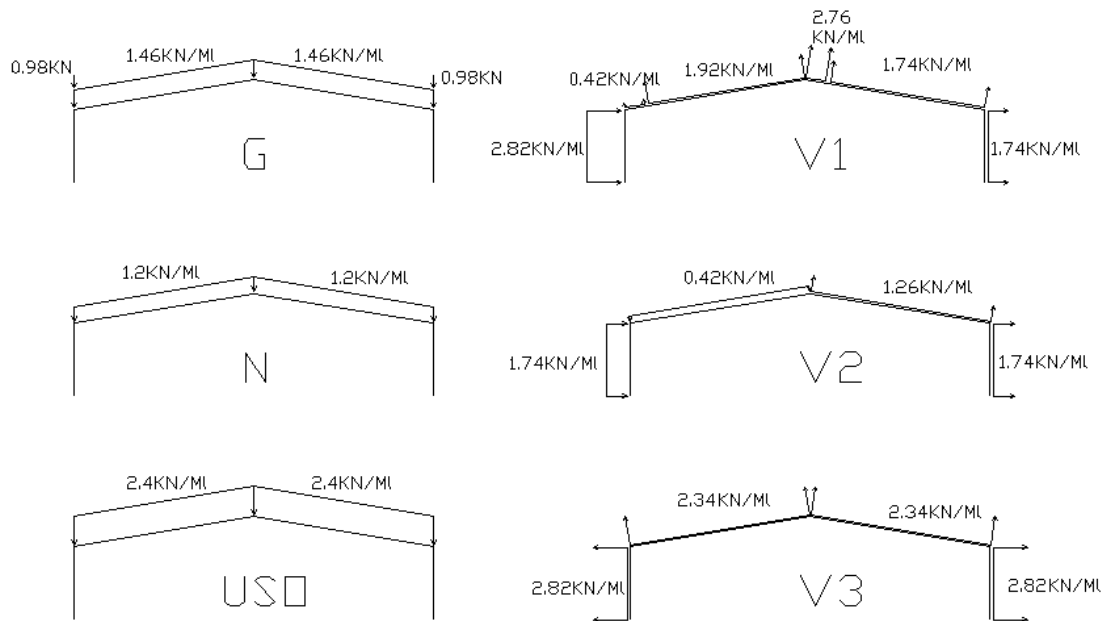
PE1 + PE3:



PE2 + PE4



### Hipótesis simples de carga:



### Combinaciones más desfavorables:

- (1)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,75N$
- (2)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V1$
- (3)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V2$
- (4)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V3$
- (5)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,9V1$
- (6)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,9V2$
- (7)  $\rightarrow 1,35G + 1,5USO + 0,9V3$

### 5.3.- OBTENCIÓN DE LAS IMPERFECCIONES

$$H_{td} = \emptyset \cdot N_{ed}$$

$$\emptyset = L/200 = 0,03 \text{ (Dos soportes y una altura)}$$

Las imperfecciones se obtienen mediante una hoja de cálculo:

### PILAR IZQUIERDO

	Axiles (KN)						Deformaciones (cm)					
	G	N	V1	V2	V3	USO	G	N	V1	V2	V3	USO
Axiles(N)	42,82	18,42	-27,51	-1,59	35,54	36,84	-0,83	-0,44	1,12	1,08	-0,9	-0,88
Cortantes (H)	-37,21	-20,05	47,1	19,37	-50,22	-40,01						

### PILAR DERECHO

	Axiles (KN)						Deformaciones (cm)					
	G	N	V1	V2	V3	USO	G	N	V1	V2	V3	USO
Axiles(N)	42,82	18,42	-27,13	-12,56	35,53	36,84	0,83	0,44	-0,28	0,78	0,9	0,88
Cortantes(H)	37,21	20,05	-19,49	5,81	50,22	40,01						

altura del pilar en m: 6

Coficiente del denominador: 200

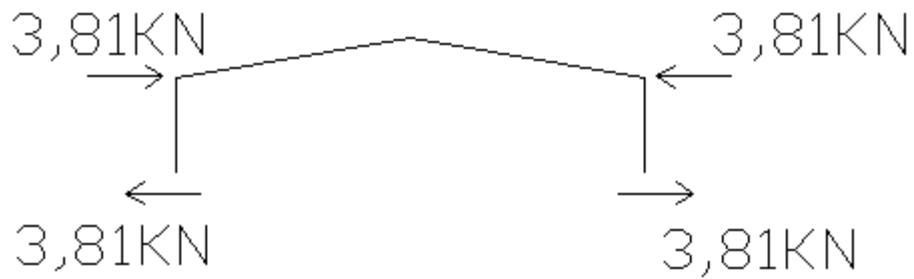
Coficiente  $\phi =$  0,03

La deformación del nudo se ha obtenido sin aplicar coeficientes de seguridad

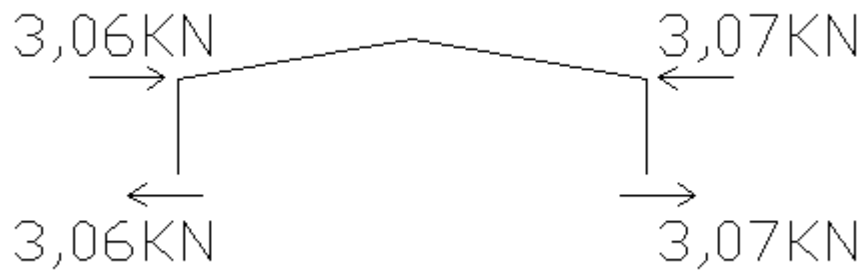
	IZQUIERDO			DERECHO		
	Combinación	Ned (KN)	Def. (cm)	Ned (KN)	Def. (cm)	
		Pilar	Htd (KN)	Pilar	Htd (KN)	Pilar
<i>Imp-1</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N	126,88	3,81	-2,15	126,88	3,81
<i>Imp-2</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N + 0,9V1	102,12	3,06	-1,03	102,47	3,07
<i>Imp-3</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N + 0,9V2	125,45	3,76	-1,07	115,58	3,47
<i>Imp-4</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N + 0,9V3	158,87	4,77	-3,05	158,86	4,77
<i>Imp-5</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,9*V1	88,31	2,65	-0,59	88,65	2,66
<i>Imp-6</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,9*V2	111,64	3,35	-0,63	101,76	3,05
<i>Imp-7</i>	1,35*G + 1,5*USO + 0,9*V3	145,05	4,35	-2,61	145,04	4,35

Esquema resumen de las imperfecciones:

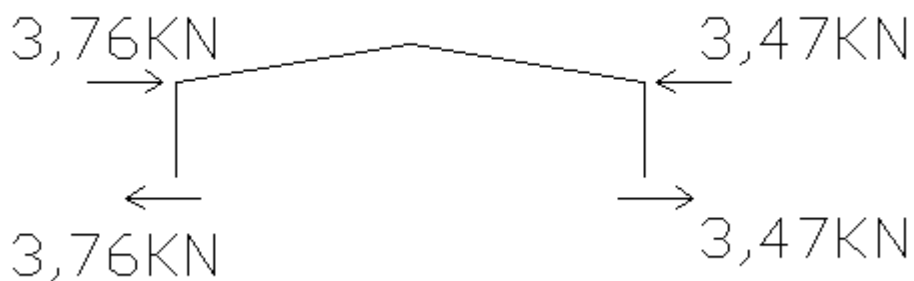
IMP. 1:  $1,35G + 1,5USO + 0,75N$



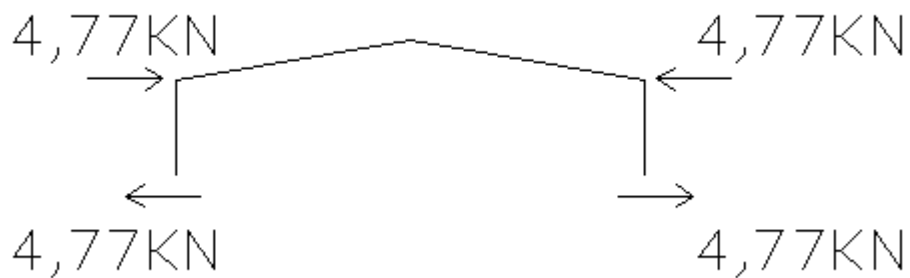
IMP.2:  $1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V1$



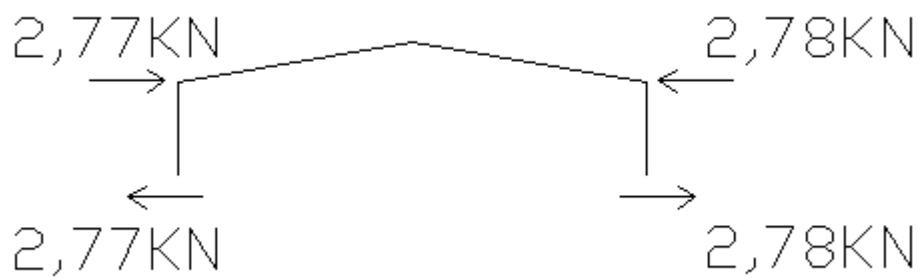
IMP.3:  $1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V2$



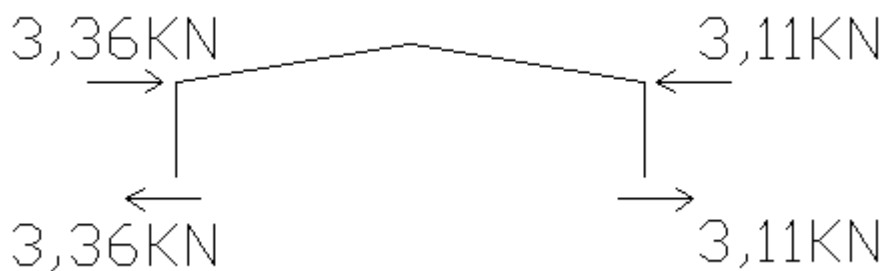
IMP.4:  $1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V3$



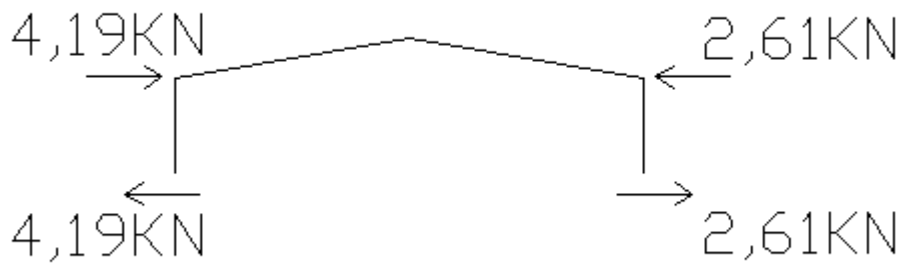
IMP.5:  $1,35G + 1,5USO + 0,9V1$



IMP.6:  $1,35G + 1,5USO + 0,9V2$



IMP.7: 1,35G + 1,5USO + 0,9V3



COMPROBACIÓN DE TRASLACIONALIDAD:

$$r = \left( \frac{V_{ed}}{H_{ed}} \right) \cdot \left( \frac{\delta_{H,d}}{h_p} \right) \begin{cases} \leq 0,1 \rightarrow \text{Intraslacional} \\ > 0,1 \rightarrow \text{Traslacional} \end{cases}$$

La comprobación de traslacionalidad e intraslacionalidad se ha realizado con la ayuda de una hoja de cálculo Excel:

### TRASLACIONALIDAD E INTRASLACIONALIDAD

	Combinación	NEd KN	HEd KN	hp m	P. IZQUIERDO			P. DERECHO		
					$\delta_{H,d}$ m	r	Trasla	$\delta_{H,d}$ m	r	Trasla
Trasl-1	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N	253,76	0,00	6	-0,0215	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0215	#DIV/0!	#DIV/0!
Trasl-2	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N + 0,9V1	204,59	24,86	6	-0,0103	0,014	NO	0,0187	0,026	NO
Trasl-3	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N + 0,9V2	241,03	22,37	6	-0,0107	0,019	NO	0,0293	0,053	NO
Trasl-4	1,35*G + 1,5*USO + 0,75*N + 0,9V3	317,73	0,00	6	-0,0305	5981,897	SI	0,0305	5981,897	SI
Trasl-5	1,35*G + 1,5*USO + 0,9*V1	176,96	24,86	6	-0,0059	0,007	NO	0,0143	0,017	NO
Trasl-6	1,35*G + 1,5*USO + 0,9*V2	213,40	22,37	6	-0,0063	0,010	NO	0,0249	0,040	NO
Trasl-7	1,35*G + 1,5*USO + 0,9*V3	290,10	0,00	6	-0,0261	4673,785	SI	0,0261	4673,785	SI

Las combinaciones 1, 4 y 7 habría que calcularlas en segundo orden, pero al ser los desplazamientos pequeños, este cálculo no produce cambios significativos (consideramos la estructura calculada en segundo orden).

## RESUMEN DE ESFUERZOS EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES

	A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Comb.1</b>	F: 318,1 A: 126,9 C: 125,2	F: 325,8 A: 129,7 C: 113,9	F: 210,7 A: 126,9 C: 125,2	F: 325,8 A: 129,7 C: 113,9	F: 225,3 A: 144,9 C: 66,7	F: 122,7 A: 130,1 C: 11,6	F: 250,3 A: 144,8 C: 66,7	F: 122,7 A: 130,1 C: 11,6
<b>Comb.2</b>	F: 215,1 A: 102,1 C: 82,8	F: 244,5 A: 102,4 C: 87,1	F: 273,4 A: 102,5 C: 107,7	F: 259,7 A: 102,9 C: 90,7	F: 186,4 A: 112,8 C: 50,5	F: 96,1 A: 99,1 C: 8,7	F: 200,5 A: 113,1 C: 52,6	F: 93,5 A: 99,3 C: 9,3
<b>Comb.3</b>	F: 206,6 A: 126,7 C: 107,8	F: 314,2 A: 128,7 C: 104,7	F: 233,4 A: 115,6 C: 129,2	F: 305,5 A: 118 C: 112,2	F: 229,7 A: 136,9 C: 67,8	F: 133,7 A: 122,2 C: 8,9	F: 246,7 A: 138,3 C: 59,1	F: 99,8 A: 124,4 C: 13,5
<b>Comb.4</b>	F: 420,5 A: 158,8 C: 170,4	F: 422,2 A: 164,3 C: 143,1	F: 420,8 A: 158,8 C: 170,4	F: 422,2 A: 164,3 C: 143,1	F: 321,3 A: 181,1 C: 86,2	F: 158,3 A: 165,2 C: 14,8	F: 321,3 A: 181,1 C: 86,2	F: 158,3 A: 165,1 C: 14,8
<b>Comb.5</b>	F: 177,1 A: 88,3 C: 67,8	F: 205,4 A: 87,3 C: 73,7	F: 235,3 A: 88,9 C: 92,7	F: 220,6 A: 87,8 C: 77,1	F: 156,1 A: 95,4 C: 42,5	F: 81,3 A: 83,6 C: 73,5	F: 170,5 A: 95,8 C: 44,5	F: 78,8 A: 83,8 C: 7,9
<b>Comb.6</b>	F: 222,6 A: 112,9 C: 92,3	F: 275,2 A: 113,6 C: 90,9	F: 306,6 A: 101,8 C: 115,5	F: 266,4 A: 102,9 C: 98,5	F: 199,8 A: 119,6 C: 59,7	F: 119,1 A: 106,6 C: 7,6	F: 216,8 A: 120,9 C: 51,1	F: 85,1 A: 108,5 C: 12,2
<b>Comb.7</b>	F: 382,4 A: 145,1 C: 155,4	F: 383,1 A: 149,2 C: 129,4	F: 382,4 A: 145,1 C: 155,4	F: 383,1 A: 149,2 C: 129,4	F: 78,2 A: 163,7 C: 291,3	F: 143,6 A: 149,6 C: 13,5	F: 291,1 A: 163,7 C: 78,2	F: 143,6 A: 149,6 C: 13,5



#### 5.4.- COMPROBACIÓN A RESISTENCIA

PROPIEDADES DE LOS PERFILES:

	L (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )	i <sub>y</sub> (cm)
HEB 300	600	149,1	25.166	1.680	13
IPE 400	15.207	84,5	23.130	1.160	16,5

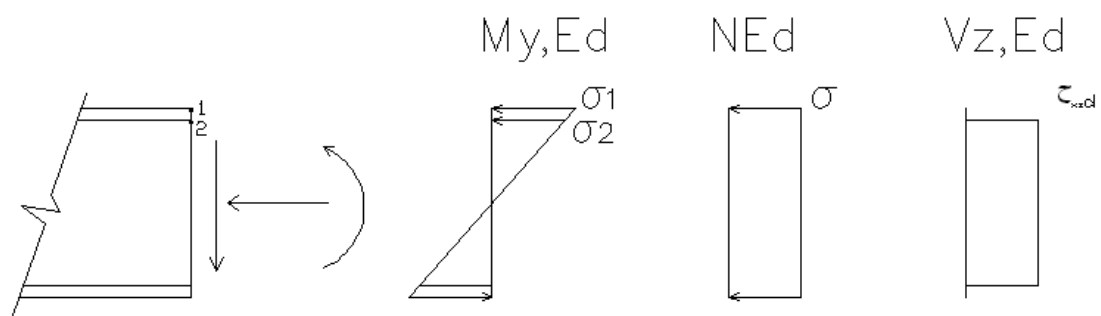
Combinación más desfavorable: Com.4: 1,35G + 1,5USO + 0,75N + 0,9V3

$$\text{Pilares:} \begin{cases} M_{y,Ed} = 422,2 \text{ mKN} \\ V_{z,Ed} = 164,3 \text{ mKN} \\ N_{Ed} = 143,1 \text{ mKN} \end{cases}$$

$$\text{Dintel:} \begin{cases} M_{y,Ed} = 422,2 \text{ mKN} \\ V_{z,Ed} = 164,3 \text{ mKN} \\ N_{Ed} = 143,1 \text{ mKN} \end{cases}$$

#### **Pilares- HEB 300**

Comprobamos en 1 y en 2.



$$M_{y, Ed} \begin{cases} \sigma_1 = \sigma_{x, Ed} = \frac{M_{y, Ed}}{W_{el, y}} = \frac{422,2 \text{ mKN}}{1680 \text{ cm}^3} (10^3) = 251,3 \text{ MPa} \\ \sigma_2 = \sigma_{x, Ed} \cdot \frac{d}{h} = 251,3 \cdot \frac{208}{300} = 174,2 \text{ MP} \end{cases}$$

$$N_{ed} \{ \sigma = \sigma_{x, Ed} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{143,1}{149,1} \cdot (10) = 9,6 \text{ MPa}$$

$$V_{z, ed} \{ \zeta = \zeta_{xz, d} = \frac{V_{z, ed}}{A_w} = \frac{164,3}{20,8 \cdot 1,1} \cdot (10) = 71,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{xEd}^2 + 3\zeta_{xz,d}^2} \leq \frac{275}{1,05} = 261,9 \text{ MPa}$$

Punto 1.-

$$\sigma_{co} = \sqrt{(251,3 + 9,6)^2} = 260,9 < 269,1 \text{ MPa}$$

Punto 2.-

$$\sigma_{co} = \sqrt{(174,2 + 9,6)^2 + 3 \cdot 71,8^2} = 221,9 \text{ MPa} < 261,9 \text{ MPa}$$

### **Dintel- IPE 400**

Comprobamos en 1 y en 2.

$$M_{y, Ed} \begin{cases} \sigma_1 = \sigma_{x, Ed} = \frac{M_{y, Ed}}{W_{el, y}} = \frac{321,3 \text{ mKN}}{1160 \text{ cm}^3} (10^3) = 276,98 \text{ MPa} \\ \sigma_2 = \sigma_{x, Ed} \cdot \frac{d}{h} = 276,98 \cdot \frac{331}{400} = 229,2 \text{ MP} \end{cases}$$

$$N_{ed} \{ \sigma = \sigma_{x, Ed} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{86,2}{84,5} \cdot (10) = 10,2 \text{ MPa}$$

$$V_{z, ed} \{ \zeta = \zeta_{xz, d} = \frac{V_{z, ed}}{A_w} = \frac{181,1}{33,1 \cdot 0,86} \cdot (10) = 63,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{xEd}^2 + 3\zeta_{xzd}^2} \leq \frac{275}{1,05} = 261,9 \text{ MPa}$$

Punto 1.-

$$\sigma_{co} = \sqrt{(276,9 + 10,2)^2} = 278,2 \not\leq 269,1 \text{ MPa}$$

Punto 2.-

$$\sigma_{co} = \sqrt{(229,2 + 10,2)^2 + 3 \cdot 63,6^2} = 263,5 \text{ MPa} \not\leq 261,9 \text{ MPa}$$

EL DINTEL NO CUMPLE EN CÁLCULO ELÁSTICO, realizamos la comprobación en cálculo plástico:

$$\begin{cases} M_{y,Ed} = 321,3 \text{ mKN} \\ V_{z,Ed} = 181,1 \text{ KN} \\ N_{ed} = 86,2 \text{ KN} \end{cases}$$

Tenemos interacción momento flector-esfuerzo axial-esfuerzo cortante:

$$V_{plrd} = A_v \left( \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \right) = *$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261,9$$

$$A_v = 2 \cdot 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r1) \cdot t_f \rightarrow A_v = h \cdot t_w = 40 \cdot 0,86 = 34,4 \text{ cm}^2$$

$$* \rightarrow V_{plrd} = 34,4 \cdot \left( \frac{261,9}{\sqrt{3}} \right) \cdot \left( \frac{1}{10} \right) = 520,1 \text{ KN}$$

$$50\% V_{plrd} = \frac{520,1}{2} = 260,1 \text{ KN}$$

$V_{Ed} < 50\% V_{plrd} \rightarrow$  Calculo a Flexión + Axil

$$N_{plrd} = A \cdot f_{yd} = 84,5 \cdot \frac{275}{1,05} \cdot \left( \frac{1}{10} \right) = 2213,1 \text{ KN}$$

$$50\% N_{plrd} = \frac{2 \cdot 213,1}{2} = 1106,5 \text{ KN}$$

$N_{Ed} < 50\% N_{plrd} \rightarrow$  Calculo solo a Flexión

$$M_{plrd} = W_{pl} \cdot f_{yd} = 2 \cdot S_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2 \cdot 654 \cdot \frac{275}{1,05} \left( \frac{1}{10^3} \right) = 342,6 \text{ mKN}$$

$321,3 \text{ mKN} < 342 \text{ mKN} \rightarrow$  REALIZANDO LA COMPROBACIÓN MEDIANTE CÁLCULO PLÁSTICO EL DINTEL NO FALLA A RESISTENCIA.

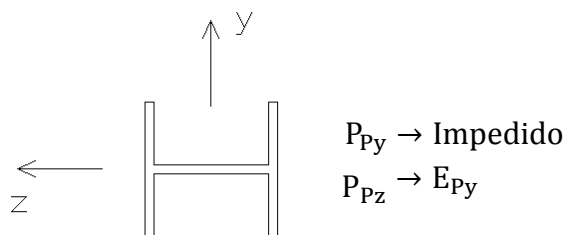
## 5.5.- COMPROBACIÓN A PANDEO

### - Pandeo de los pilares:

Tomamos la combinación que provoca mayores momentos flectores:

Comb. 4: 1,35G + 1,5 USO + 0,75N + 0,9 V3

$$\text{HEB 300} \left\{ \begin{array}{l} A = 149 \text{ cm}^2 \\ I_y = 25.166 \text{ cm}^4 \\ i_y = 13 \text{ cm} \\ S_y = 934 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$



$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \rightarrow *1$$

$$N_{Ed} = 162,9 \text{ KN}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{x \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \rightarrow *2$$

$$x = \left\{ \begin{array}{l} \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{\lambda}{93,91 \cdot \varepsilon} \\ \text{Curva de pandeo} \end{array} \right.$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i_y} = \frac{\beta \cdot L}{i_y} \rightarrow *3$$

Calculamos  $\beta$ :

$$\eta_{sup} = \frac{\sum \left( \frac{I}{L} \right)_{pilares}}{\sum \left( \frac{I}{L} \right)_{ef,vigas} + \sum \left( \frac{I}{L} \right)_{pilares}} = \frac{\frac{25166}{500}}{\frac{23130}{3000} \cdot 0,5 + \frac{25166}{500}} = 0.929$$

$$\eta_{inf} = 0 \rightarrow \text{Por ser empotramiento}$$

$$\left. \begin{array}{l} \eta_{sup} = 0,929 \\ \eta_{inf} = 0 \end{array} \right\} \text{Pórtico intraslacional (traslacional arriostrado)} \rightarrow \beta = 0,68$$

$$*_3 \rightarrow \lambda = \frac{0,68 \cdot 300}{13} = 31,4$$

$$\lambda_E = 93,91 \cdot \varepsilon = 93,91 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,81$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{31,4}{86,81} = 0,36 \\ \text{Perfil laminado} \\ \frac{h}{b} = 1 < 1,2 \\ t < 100 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{Curva b} \rightarrow x = 0,94$$

$$*_2 \rightarrow N_{b,Rd} = \frac{x \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,94 \cdot 149,1 \cdot 275}{1,1} \cdot \left(\frac{1}{10}\right) = 3.503,8 \text{ KN}$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \cdot \frac{420,5}{544,3} = 0,29 \rightarrow 0,4$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2}{(\beta \cdot L)^2} \cdot E \cdot I_y = \frac{\pi^2}{(0,68 \cdot 600)^2} \cdot 210.000 \cdot 25166 \cdot \left(\frac{1}{10}\right) = 31.333,8 \text{ KN}$$

$$M_{Ed} = 544,3 \text{ mKN}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2 \cdot S_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2 \cdot 934 \text{ cm}^3 \cdot \frac{275}{1,05} \cdot \left(\frac{1}{10^3}\right) = 489,23 \text{ mKN}$$

$$*_1 \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{162,9}{3503,8} + \frac{0,4}{1 - \frac{162,9}{31.333,8}} \cdot \frac{544,3}{489,23} = 0,491 < 1$$

→ LOS PILARES NO FALLAN A PANDEO

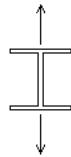
- Pandeo del dintel:

Tomamos la combinación que provoca mayores momentos flectores:

Comb. 4: 1,35G + 1,5 USO + 0,75N + 0,9 V3

$$\text{IPE 400} \left\{ \begin{array}{l} A = 84,5 \text{ cm}^2 \\ I_y = 23.130 \text{ cm}^4 \\ i_y = 16,5 \text{ cm} \\ S_y = 654 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

Consideramos que las correas arriostran, por lo que sólo consideramos el pandeo en el sentido:



$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i_y} = \frac{1 \cdot 1521}{16,5} = 92,2$$

$$\lambda_E = 93,91 \cdot \varepsilon = 93,91 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}} = 86,81$$

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{92,2}{86,81} = 1,06 \\ \text{Perfil laminado} \\ \frac{h}{b} = 2,22 < 1,2 \\ t < 40 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{Curva a} \rightarrow x = 0,63$$

$$N_{b,Rd} = \frac{x \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,66 \cdot 84,5 \cdot 275}{1,1} \cdot \left(\frac{1}{10}\right) = 1.394,3 \text{ KN}$$

$C_m = 1 \rightarrow$  Traslacional

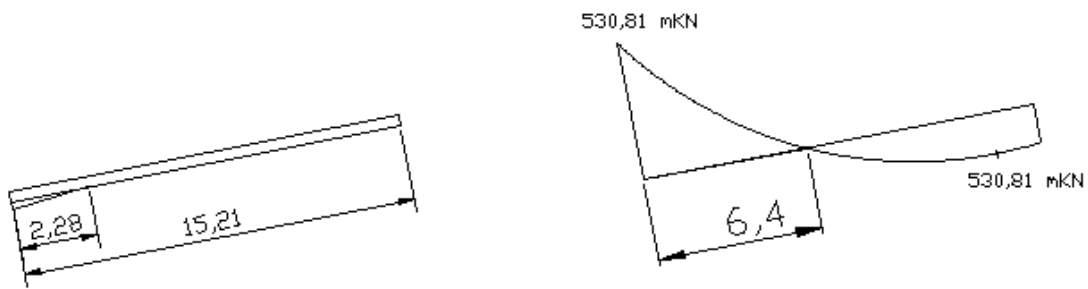
$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2}{(\beta \cdot L)^2} \cdot E \cdot I_y = \frac{\pi^2}{(1 \cdot 1521)^2} \cdot 210.000 \cdot 23.130 \cdot \left(\frac{1}{10}\right) = 2.072,2 \text{ KN}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2 \cdot S_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 2 \cdot 654 \text{ cm}^3 \cdot \frac{275}{1,05} \cdot \left(\frac{1}{10^3}\right) = 342,6 \text{ mKN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_m}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{86,2}{1394,3} + \frac{1}{1 - \frac{86,2}{2072,2}} \cdot \frac{321,3}{342,6} \approx 1$$

→ EL DINTEL NO FALLA A PANDEO

## 5.6.- COMPROBACIÓN A PANDEO LATERAL



Pandeo lateral con flector positivo.-

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$M_{b,Rd} = \frac{X_{LT} \cdot W_y \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$X_{LT} = (\bar{\lambda}_{LT}, \text{curva de pandeo})$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = *1;$$

$$M_{cr} = \sqrt{(M_{LTV})^2 + (M_{LTW})^2} = *2;$$

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{K_0 \cdot L_C} \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z} =$$

$$= 1 \cdot \frac{\pi}{1 \cdot 1,33} \cdot \sqrt{81000 \cdot 48,3 \cdot 210000 \cdot 1320 \cdot \left(\frac{1}{10^4}\right)} = 779,9 \text{ mKN}$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(K_0 \cdot L_C)^2} \cdot C_1 \cdot i_{ft}^2 =$$

$$1160 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{(1 \cdot 1,33)^2} \cdot 1 \cdot 5,2^2 \cdot \left(\frac{1}{10^7}\right) = 3675,2 \text{ mKN}$$

$$*2 \rightarrow M_{cr} = \sqrt{779,9^2 + 3675,2^2} = 3757,1 \text{ mKN}$$



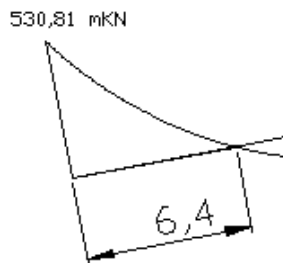
$$*_2 \rightarrow \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1308 \cdot 275}{3757,1} \left( \frac{1}{10^3} \right)} = 0,31 \left. \vphantom{\sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}} \right\} X_{LT} = 0,95$$

Curva de pandeo  $\rightarrow a$

$$M_{b,Rd} = \frac{0,95 \cdot 934 \cdot 275}{1,05} \cdot \left( \frac{1}{10^3} \right) = 132,4 > 171,7 \text{ mKN}$$

$\rightarrow$  No falla a pandeo lateral

Pandeo lateral con flector negativo.-



$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{K_0 \cdot L_C} \cdot \sqrt{G \cdot I_T \cdot E \cdot I_z} =$$

$$= 2,092 \cdot \frac{\pi}{0,7 \cdot 6,4} \cdot \sqrt{81000 \cdot 48,3 \cdot 210000 \cdot 1320 \cdot \left( \frac{1}{10^4} \right)} = 483,1 \text{ mKN}$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(K_0 \cdot L_C)^2} \cdot C_1 \cdot i_{ft}^2 =$$

$$1160 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{(0,7 \cdot 6,4)^2} \cdot 2,092 \cdot 5,2^2 \cdot \left( \frac{1}{10^7} \right) = 677,6 \text{ mKN}$$

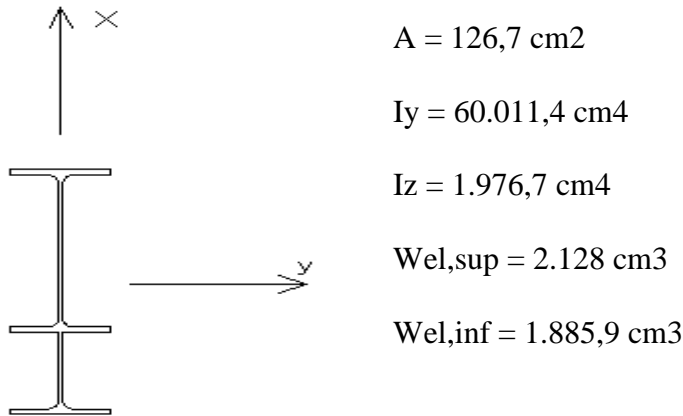
$$M_{cr} = \sqrt{483,1^2 + 677,6^2} = 832,2 \text{ mKN}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{628 \cdot 275}{832,2} \left( \frac{1}{10^3} \right)} = 0,345 \left. \vphantom{\sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}} \right\} X_{LT} = 0,9$$

Curva de pandeo  $\rightarrow a$

$$M_{b,Rd} = \frac{0,9 \cdot 934 \cdot 275}{1,05} \cdot \left( \frac{1}{10^3} \right) = 220,2 < 530,8 \text{ mKN} \rightarrow \text{Falla a pandeo lateral}$$

- Arriostramos el ala inferior mediante un tornapuntas en la primera correa:



$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{K_0 \cdot L_C} \cdot \sqrt{G \cdot I_T^* \cdot E \cdot I_z} =$$

$$= 1,14 \cdot \frac{\pi}{1 \cdot 1,33} \cdot \sqrt{81000 \cdot 41,7 \cdot 210000 \cdot 1976,7 \cdot \left(\frac{1}{10^4}\right)} = 1.008,3 \text{ mKN}$$

$$I_T^* = \frac{2 \cdot 18 \cdot 1,35^3 + (40 + 20 - 2 \cdot 1,35) \cdot 0,86^3}{3} = 41,7 \text{ cm}^4$$

$$M_{LTW} = W_{el} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(K_0 \cdot L_C)^2} \cdot C_1 \cdot i_{ft}^2 =$$

$$1885,9 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{(1 \cdot 1,33)^2} \cdot 1,14 \cdot 5,2^2 \cdot \left(\frac{1}{10^7}\right) = 6.811,5 \text{ mKN}$$

$$M_{cr} = \sqrt{1008,3^2 + 6811,5^2} = 6885,7 \text{ mKN}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2128 \cdot 275}{6885,7 \cdot \left(\frac{1}{10^3}\right)}} = 0,29 \left\{ \begin{array}{l} X_{LT} = 0,98 \\ \text{Curva de pandeo} \rightarrow a \end{array} \right.$$

$$M_{b,Rd} = \frac{0,98 \cdot 2128 \cdot 275}{1,05} \cdot \left(\frac{1}{10^3}\right) = 546,2 < 530,8 \text{ mKN}$$

→ Colocando un tornapuntas en la primera correa no falla a pandeo lateral

## 5.7.- DEFORMACIONES VERTICALES

a.- Apariencia de la obra.-

$$W_{\max} \leq \frac{L}{300} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ cm}$$

Combinación casi permanente  $\rightarrow \Sigma G_{kj} + P + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

$$W_{\max} = 0,72 \text{ cm} \leq 10 \text{ cm} \rightarrow OK$$

b – Integridad de los elementos constructivos.-

$$W_{\text{act}} \leq \frac{L}{300} = \frac{3000}{300} = 10 \text{ cm}$$

Combinación característica  $\rightarrow \Sigma G_{kj} + P + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

Después de colocar la chapa solo tendremos uso, viento y nieve:

Flechas producidas por las hipótesis simples de carga:

Debida al uso  $\rightarrow 0,79 \text{ cm}$

Debida a V1  $\rightarrow 0,75 \text{ cm}$

Debida a V2  $\rightarrow 1,21 \text{ cm}$

Debida a V3  $\rightarrow 0,81 \text{ cm}$

Debida a N  $\rightarrow 0,39 \text{ cm}$

Combinaciones más desfavorables:

$$\left. \begin{array}{l} (1) \text{ Uso} + 0,6V1 + 0,5N \rightarrow 1,43 \text{ cm} \\ (2) \text{ Uso} + 0,6V2 + 0,5N \rightarrow 1,71 \text{ cm} \\ (3) \text{ Uso} + 0,6V1 + 0,5N \rightarrow 1,47 \text{ cm} \end{array} \right\} < 10 \text{ cm} \rightarrow OK$$

## 5.8.- DEFORMACIONES HORIZONTALES

a.- Apariencia de la obra.-

$$W_{\max} \leq \frac{h}{250} = \frac{600}{250} = 2,4 \text{ cm}$$

Combinación casi permanente  $\rightarrow \Sigma G_{kj} + P + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

Pilar izquierdo  $\rightarrow 0,2 \text{ cm}$   
Pilar derecho  $\rightarrow 0,2 \text{ cm}$  }  $\rightarrow < 2,4 \text{ cm} \rightarrow OK$

b – Integridad de los elementos constructivos.-

$$W_{\text{act}} \leq \frac{h}{500} = \frac{600}{500} = 1,2 \text{ cm}$$

Combinación característica  $\rightarrow \Sigma G_{kj} + P + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

Deformaciones:

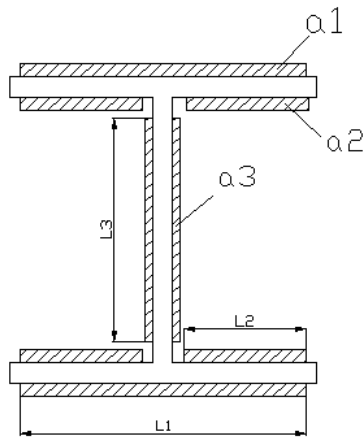
Acción	P. izquierdo	P. derecho
G	0,2	0,2
V1	0,17	0,17
V2	0,15	0,17
V3	0,24	0,25
N	0,1	0,1
USO	0,22	0,22

Combinaciones más desfavorables:

$$\left. \begin{array}{l} (1) \text{ Uso} + 0,6V1 + 0,5N \rightarrow 1,43 \text{ cm} \\ (2) \text{ Uso} + 0,6V2 + 0,5N \rightarrow 1,71 \text{ cm} \\ (3) \text{ Uso} + 0,6V1 + 0,5N \rightarrow 1,47 \text{ cm} \end{array} \right\} < 10 \text{ cm} \rightarrow OK$$

## 5.9.- COMPROBACIÓN DE LA SOLDADURA

Realizamos la comprobación de la soldadura en la unión del pilar con la placa de anclaje.



Espesores  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Placa} = 20 \text{ mm. Rango: } 6 - 14 \text{ mm} \\ \text{Ala} = 20 \text{ mm. Rango: } 6 - 13 \text{ mm} \\ \text{Alma} = 20 \text{ mm. Rango: } 4 - 7,5 \text{ mm} \end{array} \right.$

$$\left. \begin{array}{l} a_1 = 13 \text{ mm} \\ a_2 = 13 \text{ mm} \\ a_3 = 7 \text{ mm} \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} L_1 = 280 \text{ mm} \\ L_2 = 120 \text{ mm} \\ L_3 = 220 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$M_y, E_d = -420,5 \text{ mKN}$

$N_{Ed} = -158,8 \text{ KN}$

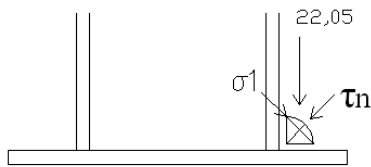
$V_z, E_d = -170,4 \text{ KN}$

	Axil			Flector			Cortante		
	$\sigma_l$	$\tau_n$	$\tau_a$	$\sigma_l$	$\tau_n$	$\tau_a$	$\sigma_l$	$\tau_n$	$\tau_a$
S1	5,5	5,5	-	168,5	168,5	-	-	-	-
S2	5,5	5,5	-	134,1	134,1	-	-	-	-
S3	5,5	5,5	-	118,5	118,5	-	-	-	55,3

- Axil.- (-158,8 KN)

$$\sigma = \frac{N_{Ed}}{\text{Área}} = \frac{158800}{2 \cdot 280 \cdot 13 + 4 \cdot 120 \cdot 13 + 2 \cdot 220 \cdot 7} = 9,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

S1.-

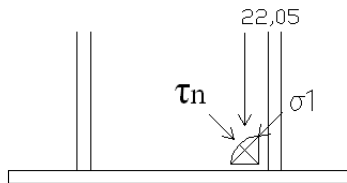


$$\sigma_1 = 9,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_n = 9,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_a = 0$$

S2.-

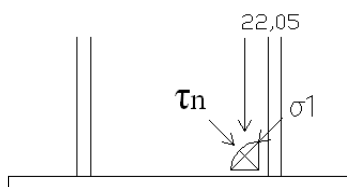


$$\sigma_1 = 9,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_n = 9,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_a = 0$$

S3.-



$$\sigma_1 = 9,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_n = 9,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_a = 0$$

- Flector. (-420,5 KN)

$$\sigma = \frac{M_{y,Ed}}{W_{sol}}$$

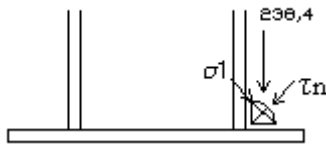
$$W_{sol} = \frac{a_1 \cdot L_1 \cdot (h + a_1)^2 + 2 \cdot a_2 \cdot L_2 \cdot (h - 2 \cdot t_f - a_2)^2 + \frac{L_3^3 \cdot a_3}{3}}{h + 2 \cdot a_1}$$

$$= \frac{13.280 \cdot (300 + 13)^2 + 2 \cdot 13 \cdot 120 \cdot (300 - 2 \cdot 19 - 13)^2 + \frac{220^3 \cdot 7}{3}}{300 + 2 \cdot 13}$$

$$= 1.763.483,5 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{M_{y,Ed}}{W_{sol}} = \frac{420.500.000}{1.763.483,5} = 238,4 \text{ N/mm}^2$$

S1.-

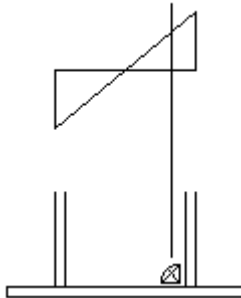


$$\sigma_1 = 238,4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 168,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_n = 238,4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 168,5 \text{ N/mm}^2$$

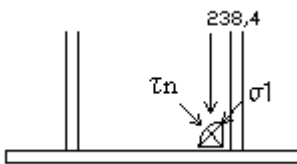
$$\tau_a = 0$$

S2.-



$$\sigma_{\text{cordon2}} = \sigma_{\text{cordon1}} \cdot \frac{\frac{h}{2} - t_f - \frac{a_2}{2}}{\frac{h_2}{2} + \frac{a_1}{2}} = 238,4 \cdot \frac{\frac{300}{2} - 19 - \frac{13}{2}}{\frac{300}{2} + \frac{13}{2}}$$

$$= 189,6 \text{ N/mm}^2$$



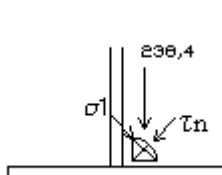
$$\sigma_1 = 189,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 134,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_n = 189,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 134,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_a = 0$$

S3.-

$$\sigma_{\text{cordon3}} = \sigma_{\text{cordon1}} \cdot \frac{\frac{L_3}{2}}{\frac{h}{2} + \frac{a_1}{2}} = 238,4 \cdot \frac{\frac{220}{2}}{\frac{300}{2} + \frac{13}{2}} = 167,6 \text{ N/mm}^2$$



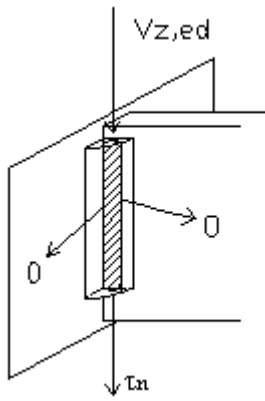
$$\sigma_1 = 167,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 118,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_n = 167,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 118,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_a = 0$$

- Cortante.- (-170,4 KN)

Todo el esfuerzo lo absorbe el alma.



$$\sigma_1 = \tau_n = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_a = \frac{V_{z,Ed}}{\Sigma a_3 \cdot L_3} = \frac{170400 \text{ N}}{2 \cdot 7 \cdot 220} = 55,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot (\tau_n^2 + \tau_a^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{410 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{0,85 \cdot 1,25} = 385 \text{ N/mm}^2$$

S1.-

$$\sqrt{(5,5 + 168,5)^2 + 3 \cdot [(5,5 + 168,5)^2 + 0^2]} = 349,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{Cumple}$$

S2.-

$$\sqrt{(5,5 + 341,1)^2 + 3 \cdot [(5,5 + 341,1)^2 + 0^2]} = 279,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{Cumple}$$

S3.-

$$\sqrt{(5,5 + 118)^2 + 3 \cdot [(5,5 + 118)^2 + 55,3^2]} = 264,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{Cumple}$$



## 5.10.-CÁLCULO DE CRUCES DE SAN ANDRÉS Y CORREAS

Esfuerzos provocados sobre el arriostramiento por los fenómenos de inestabilidad y las imperfecciones.

Cruces: Cables de acero de diámetro 16 mm

Correas: Perfil Zf 160x3 mm

$$W_o = \frac{L}{500} \cdot Kr = \frac{3038}{500} 0,837 = 5,08 \text{ cm}$$

$$\text{Siendo } Kr = \sqrt{0,2 + \frac{1}{n_r}} = 0,837$$

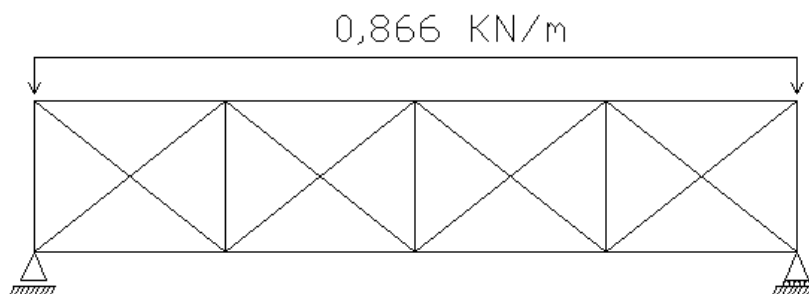
$$n_r = \frac{n^\circ \text{ de porticos}}{n^\circ \text{ de cruces}} = \frac{16}{8} = 2$$

$$q = \Sigma Ned \cdot 8 \frac{W_o}{L^2} \rightarrow *$$

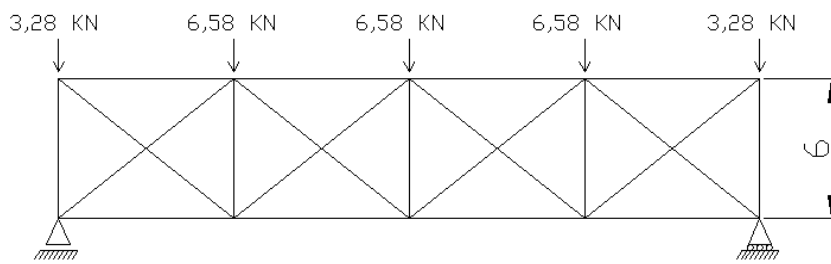
$$Ned = Ned + \frac{Med}{h}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Zona con refuerzo} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ned = 185,71 \text{ KN} \\ Med = 530,81 \text{ mKN} \rightarrow \frac{530,81}{0,765} = 693,9 \text{ KN} \rightarrow Ned = 879,6 \text{ KN} \end{array} \right. \\ \text{Zona sin refuerzo} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ned = 181,1 \text{ KN} \\ Med = 321,81 \text{ mKN} \rightarrow \frac{321,1}{0,4} = 802,75 \text{ KN} \rightarrow Ned = 983,8 \text{ KN} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

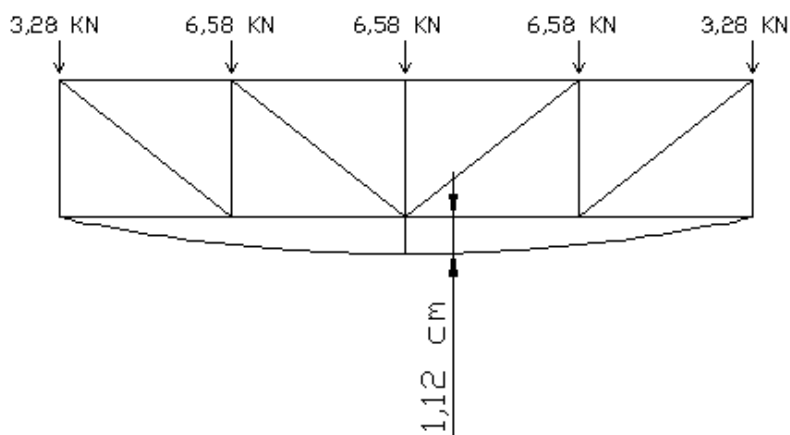
$$* \rightarrow q = \frac{16}{8} 983,8 \cdot 8 \frac{0,0508}{30,38^2} = 0,866 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$



Nos llevamos la carga a los nudos:

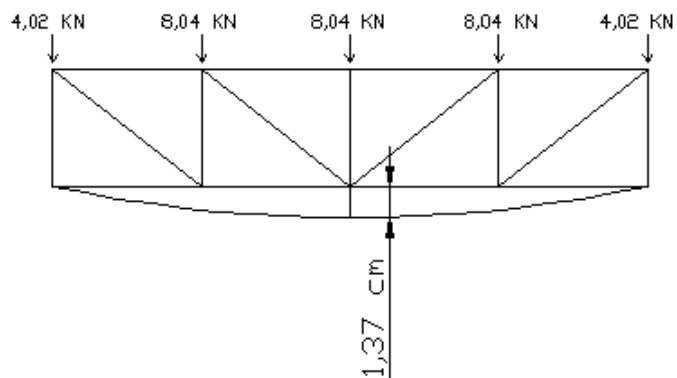
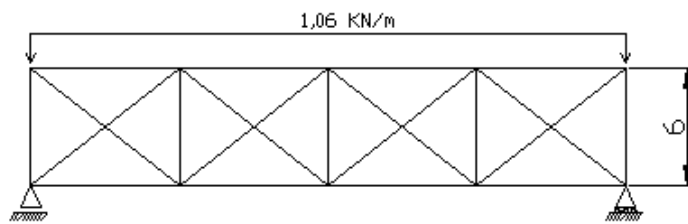


Metemos la estructura en cype y obtenemos el nuevo desplazamiento:



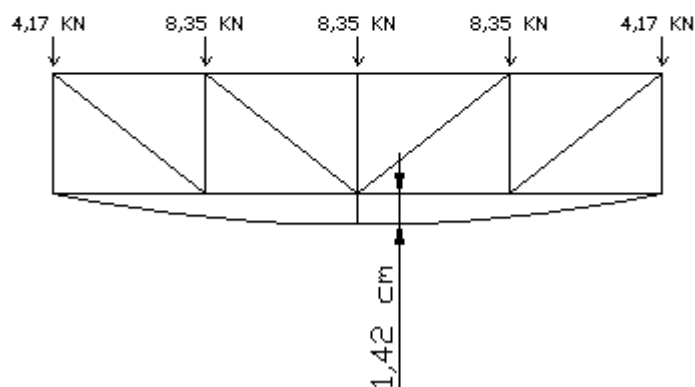
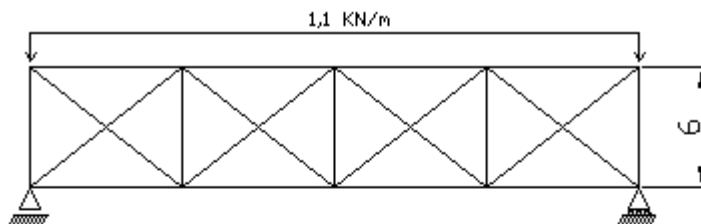
Con este valor de desplazamiento volvemos a usar la ecuación para obtener un nuevo valor de q:

$$q = \frac{16}{8} 983,8 \cdot 8 \frac{0,0508 + 0,0112}{30,38^2} = 1,06 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$



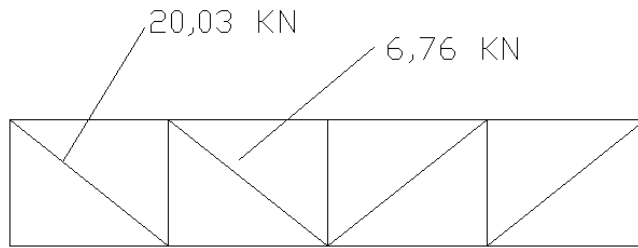
Volviendo a iterar obtenemos:

$$q = \frac{16}{8} 983,8 \cdot 8 \frac{0,0508 + 0,0137}{30,38^2} = 1,1 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$



Consideramos  $1,42 \approx 1,37$  cm

Obtenemos las solicitaciones con la ayuda de cype:



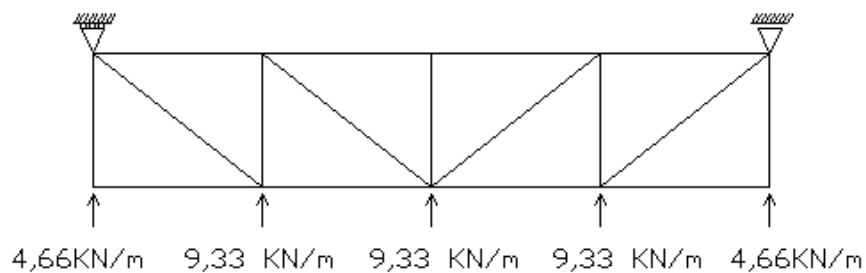
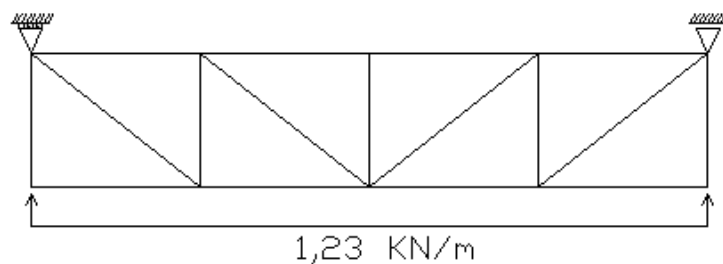
$$\sigma_A = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{20,03}{\frac{\pi}{4} 1,6^2} (10) = 99,62 \text{ MPa} < \frac{f_y}{1,05}$$

Por lo tanto afirmamos que las cruces de San Andrés se realizan mediante redondo de diámetro 16 mm.

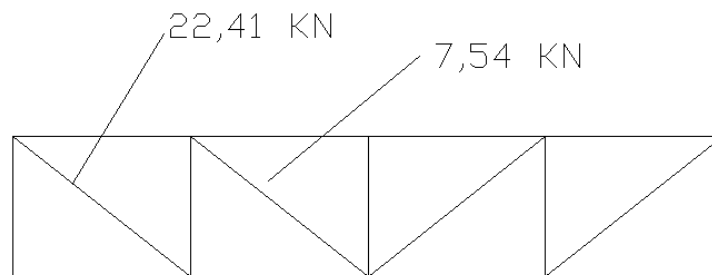
#### Esfuerzos provocados por el viento:

De todas las combinaciones me quedo con la más desfavorable, en la que el viento tiene un valor de 0,41 KN/m<sup>2</sup>

Consideramos que la carga de toda la superficie se reparte entre los nudos superiores y los inferiores, por lo que  $q = 0,41 \text{ KN/m}^2 \times 3 \text{ ml} = 1,23 \text{ KN/ml}$



Con la ayuda de cype obtenemos las solicitaciones:



$$\sigma_A = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{22,41}{\frac{\pi}{4} 1,6^2} (10) = 111,5 \text{ MPa} < \frac{f_y}{1,05}$$

## **CAPÍTULO VI: ILUMINACIÓN**

### **6.1.- ILUMINACIÓN INTERIOR**

Para el cálculo de las luminarias se considera toda la planta como una zona diáfana de superficie igual a 2.700 metros. Tomando el nivel de iluminación media exigido de 400 lúmenes.

Las luminarias están formadas por 4 lámparas fluorescentes de 18 W, proporcionando cada una de ellas 2.600 lúmenes.

Las dimensiones:

- Largo: 90 m
- Ancho: 30 m
- Altura total: 3,5 m
- Altura del plano de trabajo: 1 m

El sistema de alumbrado escogido es el de iluminación directa, siendo la altura de suspensión de las luminarias de 3,5 m.

Seguidamente, se calcula el índice del local (k):

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \rightarrow k = \frac{90 \cdot 30}{2,5 \cdot (90 + 30)} = 9$$

Se determinan los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo:

$$\text{Coeficientes de reflexión: } \begin{cases} \text{Techo: Claro} \rightarrow 0,7 \\ \text{Paredes: Medio} \rightarrow 0,5 \\ \text{Suelo: medio} \rightarrow 0,3 \end{cases}$$

A continuación, se determina el factor de utilización ( $\eta$ )

En este caso el factor de iluminación será  $\rightarrow \eta = 0,59$

Seguidamente, se determina el factor de mantenimiento ( $f_m$ ):

Ambiente limpio  $\rightarrow f_m = 0,8$

Se calcula el flujo luminoso total necesario ( $\Phi_T$ ):

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m} = \frac{400 \cdot 2.700}{0,59 \cdot 0,8} = 2.288.135,6 \text{ lm}$$

Por último se calcula el número mínimo de luminarias necesarias (N):

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} = \frac{2.288.135,6}{4 \cdot 2.600} = 220 \text{ luminarias}$$

El reparto se realiza de forma aproximada, resultando:

$$\frac{220}{2.700} = 0,082 \text{ luminarias por m}^2$$

Luminarias colocadas por zona:

- Recepción de huevos (81 m<sup>2</sup>) : 8 luminarias
- Tratamiento de huevos (189 m<sup>2</sup>): 18 luminarias
- Salas de incubación (612 m<sup>2</sup>): 48 luminarias
- Limpieza de carros de incubación (100m<sup>2</sup>): 10 luminarias
- Secado de carros de incubación (44 m<sup>2</sup>): 4 luminarias
- Vestuarios (91 m<sup>2</sup>): 10 luminarias
- Comedor (70 m<sup>2</sup>): 6 luminarias
- Sala de transferencia (84 m<sup>2</sup>): 6 luminarias
- Salas de nacimiento (114 m<sup>2</sup>): 9 luminarias/sala
- Carros de pavipollos 176 m<sup>2</sup>): 15 luminarias
- Sala de selección (176 m<sup>2</sup>): 15 luminarias
- Sala de pavipollos (225 m<sup>2</sup>): 17 luminarias
- Expedición de pavipollos (45 m<sup>2</sup>): 4 luminarias
- Cajas de plástico (135 m<sup>2</sup>): 12 luminarias
- Lavado de carros de nacimiento (104 m<sup>2</sup>): 10 luminarias
- Secado de carros de nacimiento (50 m<sup>2</sup>): 4 luminarias
- Sala técnica complementaria (126 m<sup>2</sup>): 11 luminarias
- Pasillo 1 (72 m<sup>2</sup>): 6 luminarias

- Pasillo 2 (26 m<sup>2</sup>): 3 luminarias
- Dirección: 4 luminarias
- Oficina: 4 luminarias

Habr  lugares en los que por diferentes motivos se colocarn luminarias compuestas por dos lámparas, por lo que en estos casos se coloca el doble de las indicadas anteriormente.

## 6.2.- ILUMINACIÓN EXTERIOR

Para el alumbrado exterior se utilizan dos tipos de luminarias diferentes, ambas de vapor de mercurio de color corregido.

Tipo A → Brazo de tubo de acero, para sujeción mural, con luminaria de alumbrado viario, con alojamiento de equipo para lámparas de 200 W y 20.000 lm .

Tipo B → Columna de iluminación con base de hierro fundido y altura 6.000 mm., con alojamiento de equipo para lámparas de 200 W y 20.000 lm.

Se distinguen dos zonas: zona perimetral de la nave y resto de la parcela.

Para la zona perimetral la luminancia requerida debe ser de  $E_m=60$  lux. (La zona perimetral abarca hasta una distancia de 5 metros desde cada punto de la nave).

Se usarn lámparas de vapor de mercurio con color corregido de 200 W y 20.000 lm de flujo.

El sistema de alumbrado escogido es el de iluminación directa, siendo la altura de suspensión de las luminarias de 5,5 m.

El factor de iluminación será →  $\eta = 0,6$

Seguidamente, se determina el factor de mantenimiento ( $f_m$ ):

Ambiente sucio →  $f_m = 0,6$

Se calcula el flujo luminoso total necesario ( $\Phi_T$ ):

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m} = \frac{60 \cdot 1.300}{0,6 \cdot 0,6} \rightarrow \Phi_T = 216.667 \text{ lm}$$

El número mínimo de luminarias necesarias (N):

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_l} = \frac{216.667}{1 \cdot 20.000} \approx 11 \text{ luminarias}$$



Para el resto de la parcela la luminancia requerida debe ser de  $E_m = 15 \text{ lux}$ .

Se usarán lámparas de vapor de mercurio con color corregido de 200 W y 20.000 lm de flujo.

El sistema de alumbrado escogido es el de iluminación directa, siendo la altura de suspensión de las luminarias de 3,5 m.

El factor de iluminación será  $\rightarrow \eta = 0,6$

Seguidamente, se determina el factor de mantenimiento ( $f_m$ ):

Ambiente sucio  $\rightarrow f_m = 0,6$

Se calcula el flujo luminoso total necesario ( $\Phi_T$ ):

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m} = \frac{15 \cdot 12.000}{0,6 \cdot 0,6} \rightarrow \Phi_T = 500.000 \text{ lm}$$

El número mínimo de luminarias necesarias (N):

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_l} = \frac{500.000}{1 \cdot 20.000} = 25 \text{ luminarias}$$

Estas 25 luminarias se reparten de manera uniforme por toda la parcela.

## **CAPÍTULO VII: CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

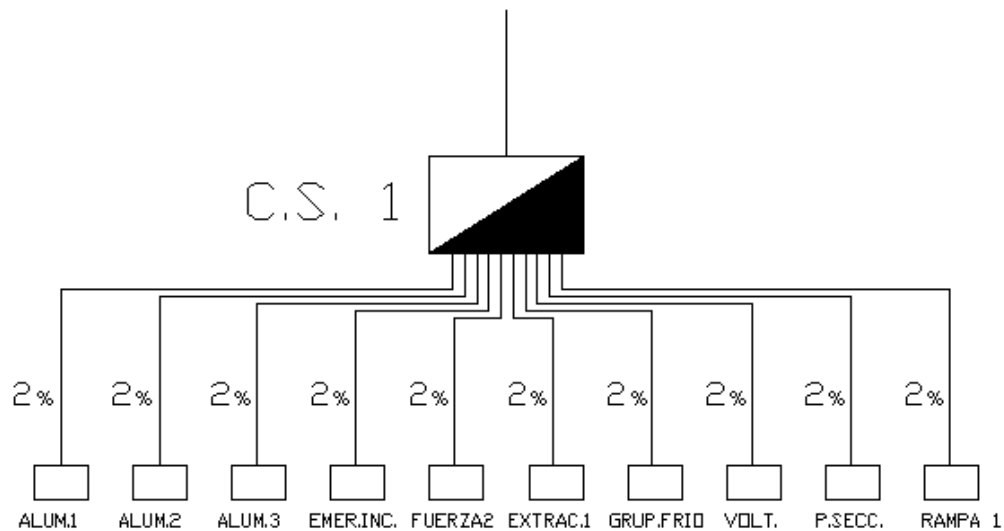
### **7.1.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN**

De acuerdo con las características del local se ha establecido, además del cuadro principal, cinco cuadros secundarios dividiendo la planta en 5 zonas (cuatro cuadros secundarios más el cuadro principal), además de otro cuadro secundario en la caseta de bombeo.

#### **7.1.1.- Cuadro principal**

L.A.C.S.1: Línea de alimentación al cuadro secundario 1  
L.A.C.S.2: Línea de alimentación al cuadro secundario 2  
ALUM. S.I.: Circuito de alumbrado de la sala de instalaciones  
EMERG. S.I: Circuito de alumbrado de emergencia de la sala de instalaciones  
A. EXT. 1: Alumbrado exterior 1  
A. EXT. 2: Alumbrado exterior 2  
A. EXT. 3: Alumbrado exterior 3  
FUERZA 1: Circuito de fuerza de la sala de instalaciones  
COMP. 1: Circuito de compresor 1  
COMP. 2: Circuito de compresor 2  
CLIMAT. 1: Circuito del climatizador 1  
CLIMAT. 2: Circuito del climatizador 2  
CLIMAT. 3: Circuito del climatizador 3  
CLIMAT. 4: Circuito del climatizador 4  
CALD. 1: Circuito de la caldera 1  
CALD. 2: Circuito de la caldera 2  
BOM. CAL. 1: Circuito de la bomba de agua caliente 1  
BOM. CAL. 2: Circuito de la bomba de agua caliente 2  
L.A.C.S.3: Línea de alimentación al cuadro secundario 3  
L.A.C.S.4: Línea de alimentación al cuadro secundario 4  
L.A.C.S.5: Línea de alimentación al cuadro secundario 5  
ENF. 1: Enfriadora 1  
ENF. 2: Enfriadora 2  
BOMB. CLIMA 1: Bomba para el climatizador 1  
BOMB. CLIMA 2: Bomba para el climatizador 2  
BOMB. CLIMA 3: Bomba para el climatizador 3  
BOMB. 1 ENF: Bomba 1 para enfriadoras  
BOMB. 2 ENF: Bomba 2 para enfriadoras  
BOMB. 3 ENF: Bomba 3 para enfriadoras  
PRES. INC.: Grupo de presión para incubadoras

### 7.1.2.- Cuadro secundario 1



ALUM. 1: Circuito de alumbrado 1 de la zona de recepción e incubación (R)

ALUM. 2: Circuito de alumbrado 2 de la zona de recepción e incubación (S)

ALUM. 3: Circuito de alumbrado 3 de la zona de recepción e incubación (T)

EMERG. INC.: Circuito de alumbrado de emergencia de la zona de recepción e incubación (R)

FUERZA 2: Circuito de fuerza de la zona de recepción e incubación (R)

EXTRAC. 1: Extractores de la zona de recepción e incubación (R)

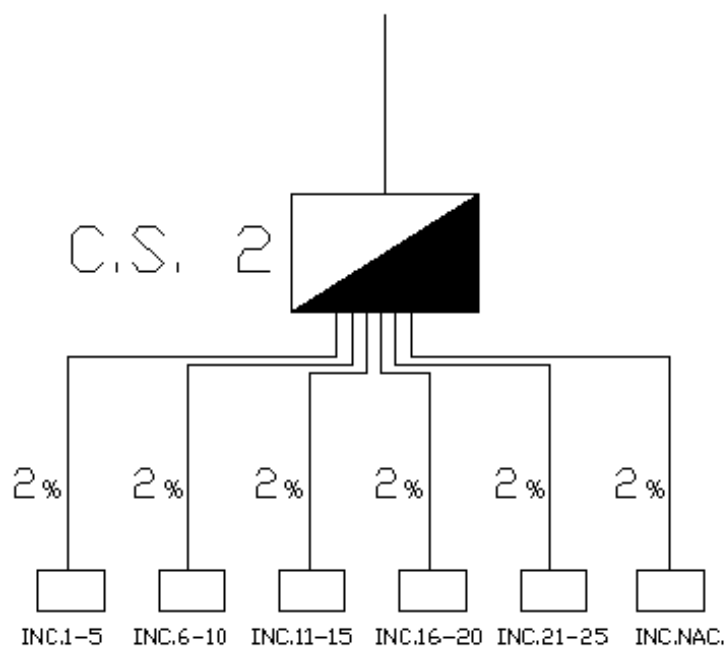
GRUPO FRIO: Grupo de frío para conservación de huevos antes de la incubación

VOLT.: Máquina volteadora de huevos

P. SECC.: Puerta seccional de recepción de huevos

RAMPA 1: Rampa electrohidráulica de entrada

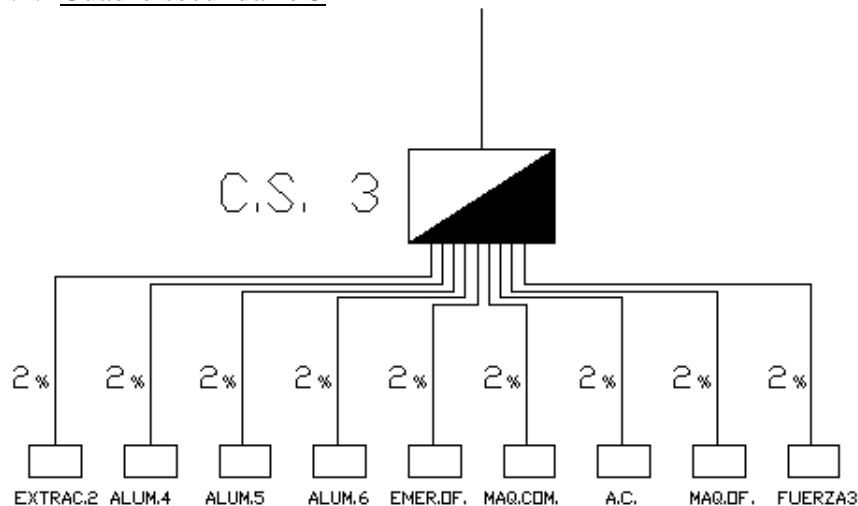
### 7.1.3.- Cuadro secundario 2



INC. 1-5: Circuito para las incubadoras de la 1 a la 5

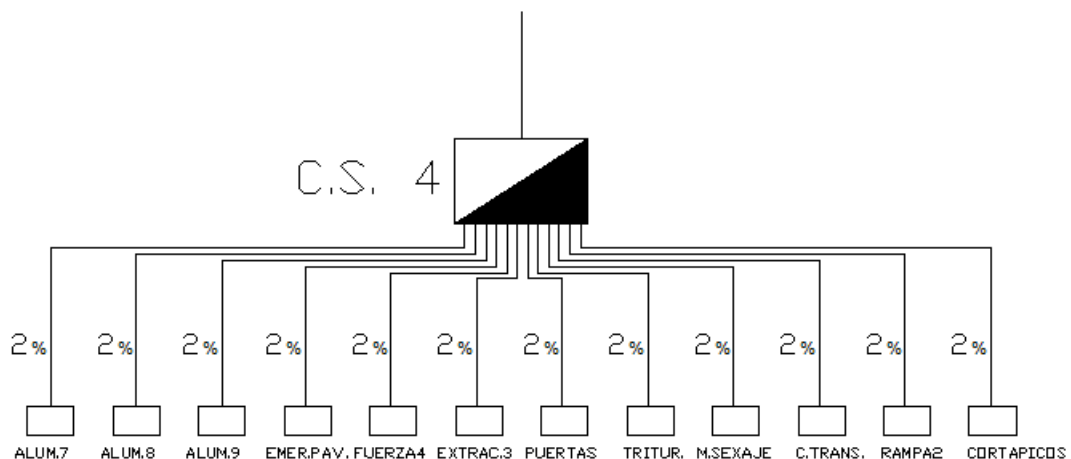
INC. 6-10: Circuito para las incubadoras de la 6 a la 10  
 INC. 11-15: Circuito para las incubadoras de la 11 a la 15  
 INC. 16-20: Circuito para las incubadoras de la 16 a la 20  
 INC. 21-25: Circuito para las incubadoras de la 21 a la 25  
 INC. NAC: Circuito para las incubadoras de nacimiento

#### 7.1.4.- Cuadro secundario 3



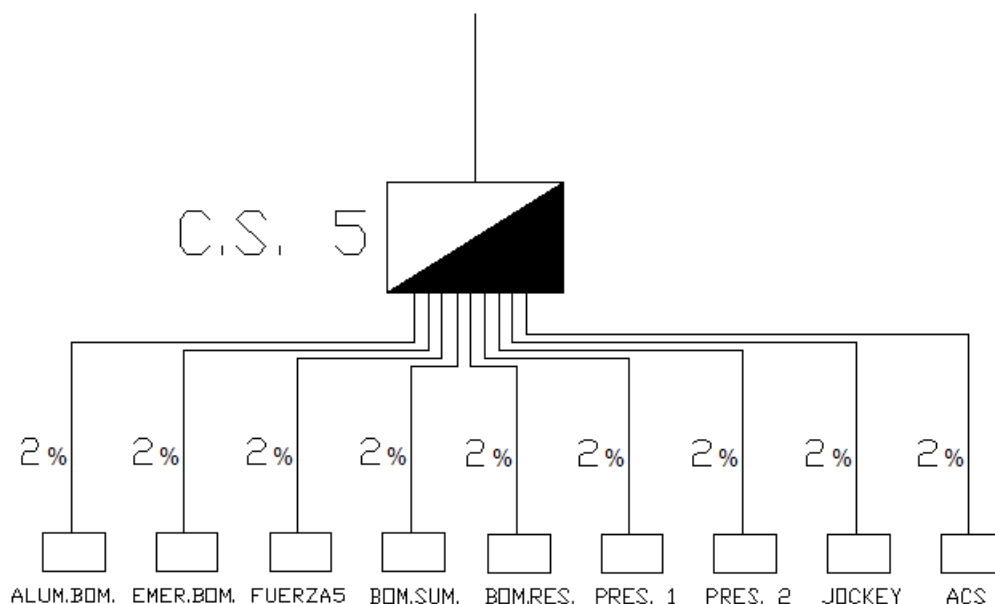
EXTRAC. 2: Extractores de la zona de oficinas, comedor y vestuarios  
 ALUM. 4: Circuito de alumbrado 1 de la zona de oficinas, comedor y vestuarios (R)  
 ALUM. 5: Circuito de alumbrado 2 de la zona de oficinas, comedor y vestuarios (R)  
 ALUM. 6: Circuito de alumbrado 3 de la zona de oficinas, comedor y vestuarios (R)  
 EMER. OF.: Alumbrado de emergencia de la zona de oficinas, comedor y vestuarios  
 MAQ. COM.: Maquinaria comedor  
 A.C.: Aire acondicionado tipo Split  
 MAQ. OF.: Maquinaria de las oficinas  
 FUERZA 3: Circuito de fuerza de la zona de oficinas, comedor y vestuarios

#### 7.1.5.- Cuadro secundario 4



ALUM. 7: Circuito de alumbrado 1 de la zona de pavipollos (R)  
 ALUM. 8: Circuito de alumbrado 2 de la zona de pavipollos (S)  
 ALUM. 9: Circuito de alumbrado 3 de la zona de pavipollos (T)  
 EMR.PAV.: Alumbrado de emergencia de la zona de pavipollos  
 FUERZA 4: Circuito de fuerza de la zona de pavipollos  
 EXTRAC. 3: Extractores de la zona de pavipollos  
 PUERTAS: Puertas seccionales de expedición  
 TRITUR.: Trituradora  
 M. SEXAJE: Mesa de sexaje  
 C. TRANS.: Cintas transportadoras  
 RAMPA 2: Rampa electrohidráulica 2  
 CORTAPICOS: Máquina cortapicos

#### 7.1.6.- Cuadro secundario 5



ALUM. BOM.: Circuito de alumbrado de la caseta de bombeo  
 EMER. BOM.: Circuito de alumbrado de emergencia de la caseta de bombeo  
 FUERZA 5: Circuito de fuerza de la caseta de bombeo  
 BOM. SUM.: Bomba sumergida en pozo  
 BOM. RES.: Bomba sumergible de reserva  
 PRES.1: Bomba de presión 1  
 PRES.2: Bomba de presión 2  
 JOCKEY: Bomba Jockey  
 ACS: Agua caliente sanitaria

#### 7.2.- PREVISIÓN DE CARGA

Para realizar la previsión de carga se determina en primer lugar la potencia de los cuadros secundarios, y posteriormente, se obtiene la potencia total en el cuadro principal.

7.2.1.- Potencia del cuadro secundario 1

RECEPTOR	UNIDAD	P. ud. (W)	cos $\phi$	P (W)	Q (var)
Alum. 1 (R)	1	2.256	0,9	2.256	1.092
Alum. 2 (S)	1	2.256	0,9	2.256	1.092
Alum. 3 (T)	1	2.256	0,9	2.256	1.092
Emerg. Inc.	1	180	0,9	180	88
Fuerza 2	1	3.000	0,85	3.000	1.860
Extrac. 1	1	900	0,85	900	558
Grupo frio	2	3.000	0,85	6.000	3.719
Volt.	1	1.000	0,85	1.000	620
P. secc.	1	1.000	0,85	1.000	620
Rampa 1	1	1.000	0,85	1.000	620
<b>Totales cuadro secundario 1</b>			0,85	19.848	11.361

7.2.2.- Potencia del cuadro secundario 2

RECEPTOR	UNIDAD	P. ud. (W)	cos $\phi$	P (W)	Q (var)
Incub. "x"- "y"	6	35.000	0,85	210.000	130.146
<b>Totales cuadro secundario 2</b>			0,85	210.000	130.146

7.2.3.- Potencia del cuadro secundario 3

RECEPTOR	UNIDAD	P. ud. (W)	cos $\phi$	P (W)	Q (var)
Extrc. 2	2	50	0,85	100	62
Alum. 4 (R)	1	816	0,9	816	395
Alum. 5 (S)	1	816	0,9	816	395
Alum. 6 (T)	1	816	0,9	816	395
Emerg. Of.	1	180	0,9	180	88
Maq. Com.	1	3.000	0,85	3.000	1.860
A.C.	2	1.800	0,85	3.600	2.231
Maq. Of.	1	2.000	0,85	2.000	1.240

Fuerza 3	1	3.000	0,85	3.000	1.860
<b>Totales cuadro secundario 3</b>			0,85	14.328	8.526

#### 7.2.4.- Potencia del cuadro secundario 4

RECEPTOR	UNIDAD	P. ud. (W)	cos $\varphi$	P (W)	Q (var)
Alum. 7 (R)	1	2.352	0,9	2.352	1.140
Alum. 8 (S)	1	2.352	0,9	2.352	1.140
Alum. 9 (T)	1	2.352	0,9	2.352	1.140
Emerg. Pav.	1	270	0,9	270	130
Fuerza 4	1	3.000	0,85	3.000	1.860
Extrac. 3	1	50	0,85	50	31
Puertas	1	1.550	0,85	1.550	961
Tritur.	1	370	0,85	370	230
M. Sexaje	1	250	0,85	250	155
C. trans.	1	2.500	0,85	2.500	1.550
Rampa 2	2	1.100	0,85	2.200	1.363
Cortapicos	1	1.000	0,85	1.000	620
<b>Totales cuadro secundario 4</b>			0,85	18.246	10.320

#### 7.2.5.- Potencia del cuadro secundario 5

RECEPTOR	UNIDAD	P. ud. (W)	cos $\varphi$	P (W)	Q (var)
Alum. Bom.	1	500	0,9	500	242
Emerg. Bom.	1	36	0,9	36	18
Fuerza 5	1	3000	0,85	3.000	1.860
Bom. Sum.	1	2.208	0,85	2.208	1.369
Bom. Res.	1	2.208	0,85	2.208	1.369
Pres. 1	2	1.104	0,85	2.208	1.369
Pres. 2	3	2.000	0,85	6.000	3.719
Contraincendios	2	11.000	0,85	22.000	13.634
ACS	2	736	0,85	1.472	913

<b>Totales cuadro secundario 5</b>		0,85	39.632	24.493
------------------------------------	--	------	--------	--------

### 7.2.6.- Potencia total (cuadro principal)

<b>RECEPTOR</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P. ud. (W)</b>	<b>cos <math>\varphi</math></b>	<b>P (W)</b>	<b>Q (var)</b>
Alum. S.I.	1	792	0,9	792	384
Emerg. S.I.	1	36	0,9	36	18
A. Ext. 1 (R)	1	2.400	0,9	2.400	1.162
A. Ext. 2 (S)	1	2.400	0,9	2.400	1.162
A. Ext. 3 (T)	1	2.400	0,9	2.400	1.162
Fuerza 1	1	5.000	0,85	5.000	3.098
Compresores	2	7.360	0,85	14.720	9.123
Climatizadores	4	8.000	0,85	32.000	19.832
Bom. Cal.	2	1.500	0,85	3.000	1.860
Enfriadores	2	70.000	0,85	140.000	86.764
Bombas climat.	4	550	0,85	2.200	1.363
Bombas enfr.	3	1.500	0,85	4.500	2.789
Grupo presión incub.	3	1.500	0,85	4.500	2.789
Cuadro secundario 1	1	35.508		19.848	11.361
Cuadro secundario 2	1	210.000		210.000	173.529
Cuadro secundario 3	1	14.328		14.328	8.526
Cuadro secundario 4	1	17.246		18.246	10.320
Cuadro secundario 5	1	24.212		39.632	24.493
<b>Totales</b>				516.002	316.286

### 7.3.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Para el cálculo de la derivación individual se toman los datos necesarios de la tabla de potencia total (cuadro principal).

Potencia:	P = 516.002 W
Factor de potencia:	cos $\varphi$ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Caída de tensión:	e = 6 V (1,5% de 400 V)
Longitud:	L = 36 m
Sistema de Instalación:	Conductores aislados con aislamiento de XLPE, en tubos enterrados



Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{36 \cdot 516.002}{44 \cdot 6 \cdot 400} = 175,9 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por la derivación individual tendrá el siguiente valor:

$$I_C = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{516.002}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 876,2 \text{ A}$$

Al obtener una intensidad demasiado elevada, se divide la línea en 3, circulando por cada una de ellas una intensidad de 292,1 A.

De acuerdo con el sistema de instalación utilizado (conductores aislados de cobre en instalación enterrada), se elige una sección que posea una intensidad máxima admisible superior a la de cálculo.

Según los datos calculados, para una sección de 240 mm<sup>2</sup> corresponde una intensidad admisible máxima de 315 A.

Por tanto el rango de valores que pueden adoptar los fusibles de CGPM es:

$$I_C < I_N < I_{adm.} \rightarrow 292,1 \text{ A} < I_N < 315 \text{ A}$$

El calibre de los fusibles de la CGPM es de 300 A.

El conductor de protección se obtiene en función de lo indicado en la ITC-BT-18. Como la  $S > 35 \text{ mm}^2$ , la sección mínima de los conductores de protección será de  $S_p = S/2$ , es decir,  $S_p = 240/2 = 120 \text{ mm}^2$ .

#### 7.4.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CGPM)

Se trata de un suministro para un único usuario, por lo que se adopta la colocación de una caja general de protección de medida, en lugar de instalar la CGP por un lado y el equipo de medida por otro.

Según lo expuesto en el apartado anterior, los fusibles de la CGPM tendrán un calibre de 300 A.

## 7.5.- INSTALACIONES INTERIORES

En este punto se calculan las secciones de todos los circuitos y líneas que se han establecido en la fase de diseño, junto con sus protecciones.

### 7.5.1.- Circuitos de alumbrado y fuerza de la sala de instalaciones.

En este apartado se incluye el cálculo de tres circuitos independientes, que se corresponden con los siguientes:

- Circuito de alumbrado de la sala de instalaciones (ALUM. S.I.).
- Circuito de alumbrado de emergencia de la sala de instalaciones (EMER. S.I.).
- Circuito de fuerza de la sala de instalaciones (FUERZA 1).

#### 7.5.1.1.- CIRCUITO DE ALUMBRADO DE LA S.I. (ALUM. S.I.)

Este circuito alimenta a todas las luminarias de la sala de instalaciones:

Potencia:	$P = 792 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,9$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = 1,8 \cdot \cos \varphi \cdot P = 1.283 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 6,9 \text{ V}$ (3% de 230 V)
Longitud:	$L = 15 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 1.283}{44 \cdot 6,9 \cdot 230} = 0,55 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{1.283}{230 \cdot 0,9} = 6,2 \text{ A}$$

Empleando la tabla 1 de ITC –BT-19 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado (B2), se elige una sección que posea una intensidad máxima admisible superior a la intensidad calculada (columna 8).

- Sección adoptada y protección:

Para una sección =  $1,5 \text{ mm}^2$ ,  $I_{\text{adm.}} = 18 \text{ A} (> 6,2 \text{ A})$

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{\text{adm}} \rightarrow 6,2 < I_N < 18$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

<b>ALUM. S.I.</b>	
Cables	2 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x16 A, curva C

#### 7.5.1.2.- CIRCUITO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE LA S.I. (ALUM. S.I.)

Sabiendo que la potencia de este circuito es menor que la anterior, y siendo las longitudes son similares se eligen los siguientes conductores y protecciones:

<b>EMER. S.I.</b>	
Cables	2 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x6 A, curva C

#### 7.5.1.3.- CIRCUITO DE FUERZA DE LA S.I. (FUERZA 1)

Este circuito alimenta a todas las luminarias de la sala de instalaciones:

Potencia:	$P = 5.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Caída de tensión:	$e = 11,5 \text{ V}$ (5% de 230 V)
Longitud:	$L = 20 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{\text{CT}} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 5.000}{44 \cdot 11,5 \cdot 230} = 1,72 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\phi} = \frac{5.000}{230 \cdot 0,85} = 25,57 \text{ A}$$

- Sección adoptada y protección:

Para una sección = 4 mm<sup>2</sup>, I<sub>adm.</sub> = 34 A (> 25,57 A)

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 25,57 \text{ A} < I_N < 34 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32 A.

FUERZA 1	
Cables	2 conductores 4 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 4 mm <sup>2</sup>
Protección	2x32 A, curva C

#### 7.5.2.- Circuitos de alumbrado exterior

En este apartado se incluye el cálculo de cuatro circuitos de alumbrado exterior, que se corresponden con los siguientes:

- Circuito de 1/3 del alumbrado exterior (A.EXT.1).
- Circuito de 1/3 del alumbrado exterior (A.EXT.2).
- Circuito de 1/3 del alumbrado exterior (A.EXT.3).

Se procederá al cálculo del circuito de alumbrado exterior más desfavorable, ya que todos ellos presentan características similares.

El circuito A.EXT.3 es el más desfavorable, por presentar la mayor longitud.

##### 7.5.2.1.- CIRCUITO DE ALUMBRADO EXTERIOR 3 (A.EXT.3)

Este circuito alimenta lámparas de vapor de mercurio.

Potencia:  $P = 2.400 \text{ W}$

Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,9$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = 1,8 \cdot \cos \varphi \cdot P = 3.888 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 6,9 \text{ V}$ (3% de 230 V)
Longitud:	$L = 90 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos enterrados
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 90 \cdot 3.888}{44 \cdot 6,9 \cdot 230} = 10 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{3.888}{230 \cdot 0,9} = 18,8 \text{ A}$$

Se elige una sección de 6 mm<sup>2</sup> (mínima sección permitida para una conducción enterrada), que posee una intensidad admisible de 66 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá una sección normalizada:  $S = 10 \text{ mm}^2$  (mayor de las dos anteriores)

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 18,8 \text{ A} < I_N < 60 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32 A.

<b>ALUM.1, ALUM.2 Y ALUM.3</b>	
Cables	2 conductores 6 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 6 mm <sup>2</sup>
Protección	2x40 A, curva C

### 7.5.3.- Circuitos de alimentación a compresores

En este apartado se incluye el cálculo de dos circuitos de compresores, que se corresponden con los siguientes:

- Circuito del compresor 1 (COMP.1).
- Circuito del compresor 2 (COMP.2).

Cada uno de estos circuitos alimenta a un compresor de 10 CV.

Al ser los dos circuitos similares se procederá al cálculo de uno de ellos.

#### 7.5.3.1.- CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE LOS COMPRESORES (COM. 1 Y COM. 2)

Potencia:	$P = 7.360 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot P = 9.200 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 20 \text{ V}$ (5% de 400 V)
Longitud:	$L = 7 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{7 \cdot 9.200}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 0,18 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{9.200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 15,6 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,6 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Al no existir valores normalizados disponibles hay que aumentar la sección de la derivación individual, por lo que la nueva sección será:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ , que corresponde con una intensidad admisible de 22 A.

Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar la protección es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,6 \text{ A} < I_N < 22 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 20 A.

COMP.1 Y COMP.2	
Cables	4 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	4x20 A, curva D

#### 7.5.4.- Circuitos de alimentación a los climatizadores

En este apartado se incluye el cálculo de cuatro circuitos de alimentación a climatizadores, que se corresponden con los siguientes:

- Circuito del climatizador 1 (CLIMAT. 1)
- Circuito del climatizador 2 (CLIMAT. 2)
- Circuito del climatizador 3 (CLIMAT. 3)
- Circuito del climatizador 4 (CLIMAT. 4)

Cada uno de estos circuitos alimenta un climatizador de 10.000 W

Al ser los cuatro circuitos similares se procederá al cálculo de uno de ellos.

##### 7.5.4.1.- CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE LOS CLIMATIZADORES (CLIMAT. 1, CLIMAT. 2, CLIMAT.3 Y CLIMAT. 4)

Potencia:	P = 8.000 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot P = 10.000 \text{ W}$
Caída de tensión:	e = 20 V (5% de 400 V)
Longitud:	L = 8 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{8 \cdot 10.000}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 0,23 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{10.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 16,98 \text{ A}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow I_{adm.} = 22 \text{ A}$$

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 16,98 \text{ A} < I_N < 22 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 20 A.

CLIMAT.1 ,CLIMAT.2,CLIMAT.3 Y CLIMAT.4	
Cables	4 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	4x20 A, curva D

#### 7.5.5.- Circuitos de alimentación a las bombas de agua caliente

En este apartado se incluye el cálculo de dos circuitos de alimentación a bombas de agua caliente, que se corresponden con los siguientes:

- Circuito de la bomba 1 (BOM. CAL. 1)
- Circuito de la bomba 2 (BOM. CAL. 2)

Cada uno de estos circuitos alimenta una bomba de 1.500 W

Al ser los dos circuitos similares se procederá al cálculo de uno de ellos.

##### 7.5.5.1.- CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN DE LAS BOMBAS DE AGUA CALIENTE (BOM. CAL. 1 Y BOM. CAL. 2)

Potencia:	$P = 1.500 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica



Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot P = 1.875 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 20 \text{ V}$ (5% de 400 V)
Longitud:	$L = 12 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{12 \cdot 1.875}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 0,064 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{1.875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 3,18 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{\text{adm}} \rightarrow 3,18 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

<b>BOMBAS AGUA CALIENTE</b>	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.6.- Circuito de alimentación de los enfriadores

Potencia:	$P = 70.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica

Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot P = 85.500 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 20 \text{ V}$ (5% de 400 V)
Longitud:	$L = 5 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{5 \cdot 85.500}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 1,21 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{85.500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 145,2 \text{ A}$$

Para una sección de 70 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 171 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 70 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 145,2 \text{ A} < I_N < 171 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 150 A.

ENFR.1 Y ENFR. 2	
Cables	4 conductores 70 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 35 mm <sup>2</sup>
Protección	4x150 A, curva D

#### 7.5.7.- Circuito de alimentación de las bombas para los climatizadores

Potencia:	$P = 550 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot P = 688 \text{ W}$

Caída de tensión:	$e = 20 \text{ V}$ (5% de 400 V)
Longitud:	$L = 5 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{5 \cdot 688}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 0,01 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{688}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 1,17 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 1,17 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

<b>B.1CLIMA., B.2CLIMA., B.3CLIMA. Y B.4CLIMA.</b>	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.8.- Circuito de alimentación de las bombas para los enfriadores

Potencia:	$P = 1.500 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot P = 1.875 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 20 \text{ V}$ (5% de 400 V)

Longitud:  $L = 5 \text{ m}$   
 Sistema de Instalación: Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial  
 Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a  $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{5 \cdot 1.875}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 0,03 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{1.875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 3,18 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 3,18 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

<b>BOM.1ENFR., BOM.2ENFR. Y BOM.3ENFR.</b>	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.9.- Circuito de alimentación del grupo de presión para las incubadoras

Potencia:  $P = 1.500 \text{ W}$   
 Factor de potencia:  $\cos \varphi = 0,85$   
 Tensión:  $400 \text{ V}$ , trifásica  
 Potencia de cálculo:  $P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot P = 1.875 \text{ W}$   
 Caída de tensión:  $e = 20 \text{ V}$  (5% de  $400 \text{ V}$ )  
 Longitud:  $L = 5 \text{ m}$

Sistema de Instalación: Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial

Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{5 \cdot 1.875}{44 \cdot 20 \cdot 400} = 0,03 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{1.875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 3,18 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 3,18 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

PRES.INC.1, PRES.INC.2 Y PRES.INC.3	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.10.- Línea de alimentación al cuadro secundario 1 (csd1)

Esta línea se calculará teniendo en cuenta todos los receptores que se conectan al cuadro secundario 1.

Potencia:  $P = 19.848 \text{ W}$

Factor de potencia:  $\cos \varphi = 0,85$

Tensión:  $400 \text{ V}$ , trifásica

Caída de tensión:	$e = 12 \text{ V}$ (3% de 400 V)
Longitud:	$L = 70 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{70 \cdot 19.848}{44 \cdot 12 \cdot 400} = 6,6 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{19.848}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 33,7 \text{ A}$$

Para una sección de  $6 \text{ mm}^2$  tenemos una tensión admisible de 37 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 6 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 33,7 \text{ A} < I_N < 37 \text{ A}$$

Al no existir valores normalizados disponibles hay que aumentar la sección de la línea de alimentación al CSD1, por lo que la nueva sección será:  $S = 10 \text{ mm}^2$ , que corresponde con una intensidad admisible de 52 A.

Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 33,7 \text{ A} < I_N < 52 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 40 A.

<b>C.S.D.1</b>	
Cables	4 conductores 10 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 10 mm <sup>2</sup>
Protección	4x40 A, curva C

### 7.5.10.1.- CIRCUITO DE ALUMBRADO 1 (ALUM.1)

Potencia:	$P = 2.256 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,9$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = 1,8 \cdot \cos \varphi \cdot P = 3.858 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 45 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 3.858}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 7,46 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{3.858}{230 \cdot 0,9} = 18,63 \text{ A}$$

Para una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 25 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 10 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 18,63 \text{ A} < I_N < 60 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32 A.

ALUM. 1	
Cables	2 conductores 10 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 10 mm <sup>2</sup>
Protección	2x32 A, curva C

#### 7.5.10.2.- CIRCUITO DE ALUMBRADO 2 (ALUM.2)

Por semejanza al anterior la sección y protección será:

<b>ALUM. 2</b>	
Cables	2 conductores 10 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 10 mm <sup>2</sup>
Protección	2x32 A, curva C

#### 7.5.10.3.- CIRCUITO DE ALUMBRADO 3 (ALUM.3)

Por semejanza al anterior la sección y protección será:

<b>ALUM. 3</b>	
Cables	2 conductores 10 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 10 mm <sup>2</sup>
Protección	2x32 A, curva C

#### 7.5.10.4.- CIRCUITO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE LA ZONA DE INCUBACIÓN (EMER. INCUB.)

Potencia:	P = 180 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,9
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	P <sub>c</sub> = 1,8 · cos φ · P = 292 W
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 45 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 292}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 0,56 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \phi} = \frac{292}{230 \cdot 0,9} = 1,41 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.



- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 1,41 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 6 A.

<b>EMER. INCUB.</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x6 A, curva C

#### 7.5.10.5.- CIRCUITO DE FUERZA (FUERZA 2)

Potencia:	$P = 3.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 45 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 3.000}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 5,8 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{3.000}{230 \cdot 0,85} = 15,34 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,34 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

El único valor de magnetotérmico que entra en el rango es de 16 A, al estar muy próximo a 15,34 A se elige un valor superior de sección. Para  $S=2,5 \text{ mm}^2$ , se tiene una máxima intensidad admisible de 25 A.

Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,34 \text{ A} < I_N < 25 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 20 A.

<b>FUERZA 2</b>	
Cables	2 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x20 A, curva C

#### 7.5.10.6.- CIRCUITO DE EXTRACTORES DE LA ZONA DE INCUBACIÓN (EXTRAC.1)

Potencia:	$P = 900 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 700 + 200 = 1.075 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 45 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 45 \cdot 1.075}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 2,1 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{1.075}{230 \cdot 0,85} = 5,5 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 5,5 \text{ A} < I_N < 25 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

EXTRAC. 1	
Cables	2 conductores $2,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $2,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x,16 A, curva C

#### 7.5.10.7.- CIRCUITO DEL GRUPO DE FRIO (GRUPO FRIO)

Potencia:	$P = 13.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 6.500 + 6500 = 14.625$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 14 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{14 \cdot 14.625}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 1,45 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{14.625}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 24,8 \text{ A}$$

Para una sección de  $4 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 30 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 4 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 24,8 \text{ A} < I_N < 30 \text{ A}$$

El único valor de magnetotérmico que entra en el rango es de 25 A, al estar muy próximo a 24,8 A se elige un valor superior de sección. Para  $S = 6 \text{ mm}^2$ , se tiene una máxima intensidad admisible de 37 A.

Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 24,8 \text{ A} < I_N < 37 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32 A.

GRUPO FRIO	
Cables	4 conductores $6 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $6 \text{ mm}^2$
Protección	4x32 A, curva D

#### 7.5.10.8.- CIRCUITO DEL VOLTEADOR (VOLT.)

Potencia:	$P = 1.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 1.000 = 1.250$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 15 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{15 \cdot 1.250}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,13 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{1.250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 2,12 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 2,12 \text{ A} < I_N < 15 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

VOLT.	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.10.9.- CIRCUITO DE LA PUERTA SECCIONAL (P. SEC.)

Potencia:	$P = 1.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot 1.000 = 1.250$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 25 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 1.250}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,07 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{1.250}{230 \cdot 0,85} = 6,39 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 6,39 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

<b>P. SEC.</b>	
Cables	2 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.10.10.- CIRCUITO DE LA RAMPA1

Por similitud con el circuito anterior, la sección y protección colocada será:

<b>RAMPA 1</b>	
Cables	2 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.11.- Línea de alimentación al cuadro secundario 2 (csd2)

Esta línea se calculará teniendo en cuenta todos los receptores que se conectan al cuadro secundario 2.

Potencia:	P = 210.000 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Caída de tensión:	e = 12 V (3% de 400 V)
Longitud:	L = 70 m
Sistema de Instalación:	Conductores aislados con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{70 \cdot 210.000}{44 \cdot 12 \cdot 400} = 69,6 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{210.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 356,6 \text{ A}$$

Al ser elevada la intensidad, la línea se divide en dos, circulando por cada una de ellas una intensidad de 178,3 A.

Para una sección de 120 mm<sup>2</sup> tenemos una tensión admisible de 208 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 120 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 178,3 \text{ A} < I_N < 208 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 200 A.

<b>CSD2</b>	
Cables	2x(3 conductores 120 mm <sup>2</sup> /neutro 600 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 600 mm <sup>2</sup> )
Protección	2x(4x200 A, curva C)

#### 7.5.11.1.- CIRCUITO DE INCUBADORAS DE LA 1 A LA 5 (INCUB.1-5)

Potencia:	P = 35.000 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Caída de tensión:	e = 8 V (2% de 400 V)
Longitud:	L = 35 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{35 \cdot 35.000}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 8,7 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{35.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 59,4 \text{ A}$$

Para una sección de 16 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 70 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 16 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 59,4 \text{ A} < I_N < 70 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 63 A.

<b>INCUB. 1-5</b>	
Cables	4 conductores 16 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 16 mm <sup>2</sup>
Protección	4x63 A, curva C

Todos los circuitos de alimentación a incubadoras tendrán las mismas características.



### 7.5.12.- Línea de alimentación al cuadro secundario 3 (csd3)

Esta línea se calculará teniendo en cuenta todos los receptores que se conectan al cuadro secundario 3.

Potencia:	P = 14.328 W
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Caída de tensión:	e = 12 V (3% de 400 V)
Longitud:	L = 30 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{30 \cdot 14.328}{44 \cdot 12 \cdot 400} = 2,03 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{14.328}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 24,3 \text{ A}$$

Para una sección de 4 mm<sup>2</sup> tenemos una tensión admisible de 30 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 4 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 24,3 \text{ A} < I_N < 30 \text{ A}$$

El único valor de magnetotérmico que entra en el rango es de 25 A, al estar muy próximo a 24,8 A se elige un valor superior de sección. Para S= 6 mm<sup>2</sup>, se tiene una máxima intensidad admisible de 37 A.

Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 24,3 \text{ A} < I_N < 37 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32 A.

<b>CSD3</b>	
Cables	4 conductores 6 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 6 mm <sup>2</sup>
Protección	4x32 A, curva C

#### 7.5.12.1.- CIRCUITO DE EXTRACTORES DE LA ZONA DE OFICINAS (EXTRAC.2)

<b>EXTRAC. 2</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x10 A, curva C

#### 7.5.12.2.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE LA ZONA DE OFICINAS (ALUM. 4, ALUM. 5, ALUM. 6)

Potencia:	P = 816 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,9
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	P <sub>c</sub> = 1,8 · cos φ · P = 1.322 W
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 30 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 1.322}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,7 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \phi} = \frac{1.322}{230 \cdot 0,9} = 6,39 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 6,39 < I_N < 25 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

<b>ALUM.1, ALUM.2 Y ALUM.3</b>	
Cables	2 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x,16 A, curva C

#### 7.5.12.3.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE LA ZONA DE OFICINAS (EMERG. OF.)

Todos los circuitos de alumbrado de emergencia tendrán las mismas características:

<b>EMERG. OF.</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x6 A, curva C

#### 7.5.12.4.- CIRCUITOS DE MAQUINARIA DEL COMEDOR (MAQ. COM.)

Potencia:	$P = 3.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 1.000 + 2.000 = 3.250 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3.250}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,39 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{3.250}{230 \cdot 0,85} = 16,62 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 16,62 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Al no existir valores normalizados disponibles hay que aumentar la sección de la línea, por lo que la nueva sección será:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ , que corresponde con una intensidad admisible de 25 A. Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 16,62 \text{ A} < I_N < 25 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 20 A.

MAQ. COM.	
Cables	2 conductores $2,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $2,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x20 A, curva D

#### 7.5.12.5.- CIRCUITOS DE AIRE ACONDICIONADO (A.C.)

Potencia:	$P = 3.600 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 1.800 + 1.800 = 4.050 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 4.050}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,74 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{4.050}{230 \cdot 0,85} = 20,72 \text{ A}$$

Para una sección de  $2,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 25 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 20,72 \text{ A} < I_N < 25 \text{ A}$$

Al no existir valores normalizados disponibles hay que aumentar la sección de la línea, por lo que la nueva sección será:  $S = 4 \text{ mm}^2$ , que corresponde con una intensidad admisible de 34 A. Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 20,72 \text{ A} < I_N < 34 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 25 A.

A.C.	
Cables	2 conductores 4 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 4 mm <sup>2</sup>
Protección	2x25 A, curva D

#### 7.5.12.6.- CIRCUITOS DE MAQUINARIA DE LA OFICINA (MAQ. OF.)

Potencia:	$P = 2.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 800 + 1.200 = 2.200 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)

Longitud:  $L = 15 \text{ m}$   
 Sistema de Instalación: Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial  
 Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a  $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 2.200}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,42 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{2.200}{230 \cdot 0,85} = 11,25 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 11,25 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

MAQ. OF.	
Cables	2 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.12.7.- CIRCUITOS DE MAQUINARIA FUERZA (FUERZA 3.)

Potencia:  $P = 3.000 \text{ W}$   
 Factor de potencia:  $\cos \varphi = 0,85$   
 Tensión:  $230 \text{ V}$ , monofásica  
 Potencia de cálculo:  $P_c = 3.000 \text{ W}$   
 Caída de tensión:  $e = 4,6 \text{ V}$  (2% de  $230 \text{ V}$ )  
 Longitud:  $L = 15 \text{ m}$

Sistema de Instalación: Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial

Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 3.000}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,93 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{3.000}{230 \cdot 0,85} = 15,34 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,34 \text{ A} < I_N < 25 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 20 A.

<b>FUERZA 3</b>	
Cables	2 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x20 A, curva C

#### 7.5.13.- Línea de alimentación al cuadro secundario 4 (csd4)

Esta línea se calculará teniendo en cuenta todos los receptores que se conectan al cuadro secundario 4.

Potencia:  $P = 18.246 \text{ W}$

Factor de potencia:  $\cos \varphi = 0,85$

Tensión: 400 V, trifásica

Caída de tensión:  $e = 12 \text{ V}$  (3% de 400 V)

Longitud:  $L = 55 \text{ m}$

Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{55 \cdot 18.246}{44 \cdot 12 \cdot 400} = 4,75 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{18.246}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 30,98 \text{ A}$$

Para una sección de 6 mm<sup>2</sup> tenemos una tensión admisible de 37 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 6 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 30,98 \text{ A} < I_N < 37 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32A.

<b>C.S.D.4</b>	
Cables	4 conductores 6 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 6 mm <sup>2</sup>
Protección	4x32 A, curva C

#### 7.5.13.1.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE LA ZONA DE PAVIPOLLOS (ALUM. 7, ALUM. 8, ALUM. 9)

Potencia:	$P = 2.352 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,9$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = 1,8 \cdot \cos \varphi \cdot P = 3.600 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 40 \text{ m}$



Sistema de Instalación: Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial

Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3.600}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 6,16 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{3.600}{230 \cdot 0,9} = 17,39 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 10 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 17,39 < I_N < 60 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 32 A.

ALUM.7, ALUM.8 Y ALUM.9	
Cables	2 conductores 10 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 10 mm <sup>2</sup>
Protección	2x32 A, curva C

#### 7.5.13.2.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE LA ZONA DE PAVIPOLLOS (EMERG. PAV.)

Todos los circuitos de alumbrado de emergencia tendrán las mismas características:

<b>EMERG. PAV.</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x6 A, curva C

#### 7.5.13.3.- CIRCUITOS DE MAQUINARIA FUERZA (FUERZA 4.)

Potencia:	P = 3.000 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	P <sub>c</sub> = 3.000 W
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 40 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3.000}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 5,15 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{3.000}{230 \cdot 0,85} = 15,34 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 6 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,34 \text{ A} < I_N < 44 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 25 A.

<b>FUERZA 4</b>	
Cables	2 conductores 6 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 6 mm <sup>2</sup>
Protección	2x25 A, curva C

#### 7.5.13.4.- CIRCUITO DE EXTRACTORES DE LA ZONA DE PAVIPOLLOS (EXTRAC.2)

<b>EXTRAC. 3</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x10 A, curva D

#### 7.5.13.5.- CIRCUITOS DE LAS PUERTAS DE EXPEDICIONES (PUERTAS)

Potencia:	P = 1.550 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot 775 + 775 = 1.745 \text{ W}$
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 20 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 1.745}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,5 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \phi} = \frac{1.745}{230 \cdot 0,85} = 8,92 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 1,5 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 8,92 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

PUERTAS	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.13.6.- CIRCUITOS DE LA MÁQUINA TRITURADORA (TRITUR.)

Potencia:	P = 350 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 350 = 438 \text{ W}$
Caída de tensión:	e = 8 V (2% de 400 V)
Longitud:	L = 20 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{20 \cdot 438}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,06 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{438}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 0,74 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 1,5 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 0,74 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

TRITUR.	
Cables	4 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x10 A, curva D

#### 7.5.13.7.- CIRCUITOS DE MESA DE SEXAJE (MESA. SEX.)

Potencia:	P = 250 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 250 = 315 \text{ W}$
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 15 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 315}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 0,2 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{315}{230 \cdot 0,85} = 1,61 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 1,5 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 1,61 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

MESA SEXAJE	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.13.8.- CIRCUITOS DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS (C. TRANSP.)

Potencia:	P = 2.500 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 625 + 1.875 = 2.660 \text{ W}$
Caída de tensión:	e = 8 V (2% de 400 V)
Longitud:	L = 15 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{15 \cdot 2.660}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,28 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = \frac{2.660}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 4,51 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 1,5 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 4,51 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

CINTAS TRANS.	
Cables	4 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.13.9.- CIRCUITOS DE RAMPAS DE EXPEDICIÓN (RAMPA 2)

Potencia:	P = 2.200 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot 1.100 + 1.100 = 2.475 \text{ W}$
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 20 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 2.475}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 2,12 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \phi} = \frac{2.475}{230 \cdot 0,85} = 12,66 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 2,5 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{\text{adm}} \rightarrow 12,66 \text{ A} < I_N < 25 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

RAMPA 2	
Cables	2 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.13.10.- CIRCUITOS DE LA MÁQUINA CORTAPICOS

Potencia:	P = 1.000 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 1.000 = 1.250$
Caída de tensión:	e = 4,6 V (2% de 230 V)
Longitud:	L = 15 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 1.250}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 0,8 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \phi} = \frac{1.250}{230 \cdot 0,85} = 6,39 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 1,5 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 6,39 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.



<b>CORTAPICOS</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x16 A, curva D

#### 7.5.14.- Línea de alimentación al cuadro secundario 5 (csd5)

Esta línea se calculará teniendo en cuenta todos los receptores que se conectan al cuadro secundario 4.

Potencia:	P = 39.632 W
Factor de potencia:	cos φ = 0,85
Tensión:	400 V, trifásica
Caída de tensión:	e = 12 V (3% de 400 V)
Longitud:	L = 60 m
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	σ = 44 m/Ω mm <sup>2</sup> (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{60 \cdot 39.632}{44 \cdot 12 \cdot 400} = 10,4 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por este circuito tendrá el siguiente valor:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{39.632}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 67,3 \text{ A}$$

Para una sección de 16 mm<sup>2</sup> tenemos una tensión admisible de 80 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto: S = 16 mm<sup>2</sup>.

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 67,3 \text{ A} < I_N < 80 \text{ A}$$

Al no existir valores normalizados disponibles hay que aumentar la sección de la línea, por lo que la nueva sección será:  $S = 25 \text{ mm}^2$ , que corresponde con una intensidad admisible de 106 A. Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 67,3 \text{ A} < I_N < 106 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 50 A.

<b>C.S.D.5</b>	
Cables	4 conductores 125 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 25 mm <sup>2</sup>
Protección	4x80 A, curva C

#### 7.5.14.1.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE LA CASETA DE BOMBEO (ALUM. BOM.)

Potencia:	$P = 500 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,9$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = 1,8 \cdot \cos \varphi \cdot P = 810 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 810}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 0,35 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{810}{230 \cdot 0,9} = 3,91 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 3,91 < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

<b>ALUM. BOM.</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x16 A, curva C

#### 7.5.14.2.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE LA CASETA DE BOMBEO (EMERG. BOM.)

Todos los circuitos de alumbrado de emergencia tendrán las mismas características:

<b>EMERG. PAV.</b>	
Cables	2 conductores 1,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 1,5 mm <sup>2</sup>
Protección	2x6 A, curva C

#### 7.5.14.3.- CIRCUITOS DE MAQUINARIA FUERZA (FUERZA 5.)

Potencia:	$P = 3.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	230 V, monofásica
Potencia de cálculo:	$P_c = 3.000 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 4,6 \text{ V}$ (2% de 230 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 3.000}{44 \cdot 4,6 \cdot 230} = 1,29 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{3.000}{230 \cdot 0,85} = 15,34 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 18 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 15,34 \text{ A} < I_N < 18 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 16 A.

<b>FUERZA 5</b>	
Cables	2 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x16 A, curva C

#### 7.5.14.4.- CIRCUITOS DE LA BOMBA SUMERGIDA (BOM. SUM.)

Este circuito tendrá las mismas características que el de la bomba de reserva.

Potencia:	$P = 2.208 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 2.208 = 2.760$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 20 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{20 \cdot 2.760}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,39 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{2.760}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 4,69 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 4,69 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

BOM. SUM. Y BOM. RES.	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	2x10 A, curva D

#### 7.5.14.5.- CIRCUITOS DEL GUPO DE PRESIÓN PARA AGUA POTABLE (PRES. 1)

Potencia:	$P = 2.208 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 1.104 + 1.104 = 2.484 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a $90^\circ \text{ C}$ ).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{10 \cdot 2.484}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,18 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{2.484}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 4,22 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 4,22 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

<b>PRES. 1</b>	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

#### 7.5.14.6.- CIRCUITOS DEL GUPO DE PRESIÓN PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA PLANTA (PRES. 2)

Potencia:	$P = 6.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{mayor} + \Sigma P_{resto} = 1,25 \cdot 2.000 + 4.000 = 6.500 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial

Conductividad:  $\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$  (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_C}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{10 \cdot 6.500}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,46 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{6.500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 11,03 \text{ A}$$

Para una sección de 1,5 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 11,03 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Al no existir valores normalizados disponibles hay que aumentar la sección de la línea, por lo que la nueva sección será:  $S = 2,5 \text{ mm}^2$ , que corresponde con una intensidad admisible de 22 A. Por tanto el nuevo rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 11,03 \text{ A} < I_N < 22 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 20 A.

<b>PRES. 2</b>	
Cables	4 conductores 2,5 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 2,5 mm <sup>2</sup>
Protección	4x20 A, curva D

#### 7.5.14.7.- CIRCUITOS ALIMENTACIÓN A LAS BOMBAS CONTRAINCENDIOS.

Potencia:	$P = 22.000 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot 11.000$ $11.000 = 24.750 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{10 \cdot 24.750}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 1,75 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{24.750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 42,03 \text{ A}$$

Para una sección de 10 mm<sup>2</sup> resulta una intensidad admisible máxima de 52 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 10 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 42,03 \text{ A} < I_N < 52 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 50 A.

<b>CONTRAINCENDIOS</b>	
Cables	4 conductores 10 mm <sup>2</sup> + 1 conductor 10 mm <sup>2</sup>
Protección	4x50 A, curva D



#### 7.5.14.8.- CIRCUITOS DEL GUPO DE PRESIÓN PARA AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Potencia:	$P = 1.472 \text{ W}$
Factor de potencia:	$\cos \varphi = 0,85$
Tensión:	400 V, trifásica
Potencia de cálculo:	$P_c = F_a \cdot P_{\text{mayor}} + \Sigma P_{\text{resto}} = 1,25 \cdot 736 + 736 = 1656 \text{ W}$
Caída de tensión:	$e = 8 \text{ V}$ (2% de 400 V)
Longitud:	$L = 10 \text{ m}$
Sistema de Instalación:	Cables multiconductores con aislamiento de XLPE, en tubos en montaje superficial
Conductividad:	$\sigma = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90° C).

- Sección por caída de Tensión:

$$S_{CT} = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot e \cdot V} = \frac{10 \cdot 1.656}{44 \cdot 8 \cdot 400} = 0,12 \text{ mm}^2$$

- Sección por Intensidad máxima admisible:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{1.656}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 2,81 \text{ A}$$

Para una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  resulta una intensidad admisible máxima de 16 A.

- Sección adoptada y protección:

Se elegirá la sección normalizada mayor de las anteriores, siendo por tanto:  $S = 1,5 \text{ mm}^2$ .

Por tanto el rango de valores que puede adoptar el magnetotérmico de este circuito es:

$$I_c < I_N < I_{adm} \rightarrow 2,81 \text{ A} < I_N < 16 \text{ A}$$

Puesto que sí existen valores normalizados, se elige un calibre para el magnetotérmico de 10 A.

<b>PRES. 1</b>	
Cables	4 conductores $1,5 \text{ mm}^2$ + 1 conductor $1,5 \text{ mm}^2$
Protección	4x10 A, curva D

## 7.6.- CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Los cuadros de distribución, CGD, CSD1, CSD2, CSD3, CSD4, y CSD5, alojan las protecciones de los circuitos y las de personas, por lo que se procederá al cálculo de las protecciones de cada cuadro de distribución.

### 7.6.1.- Cuadro general de distribución

- Corriente de cortocircuito:

Para seleccionar todas las protecciones de la instalación se precisará de la corriente de cortocircuito más desfavorable que pueda existir para decidir sobre el poder de corte mínimo que han de tener las protecciones.

$$R = \frac{L}{\sigma \cdot S} = \frac{36 \text{ m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega} \cdot \text{mm}^2 \cdot 400 \text{ mm}^2} = 0,002045 \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_F}{R} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,002045} = 89.975 \text{ A}$$

A la vista del resultado, los dispositivos de protección presentarán un poder de corte superior a 89.975 A.

- Interruptor general de corte omnipolar:

El REBT no permite utilizar un interruptor diferencial para la  $I_{cc}$  calculada, por lo que se utilizará un magnetotérmico tetrapolar, ya que la derivación individual es trifásica.

Puesto que el calibre debe ser mayor que la intensidad total que circula por la derivación individual (353,32 A) y menor que la intensidad máxima admisible para la sección adoptada en ese tramo (423 A), se escogerá un interruptor con las siguientes características:

INTERRUPTOR GENERAL	
Protección	4x400 A, curva D

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

Para cada circuito que parte del cuadro general de distribución se utilizarán interruptores magnetotérmicos los cuales ya se han calculado anteriormente.

- Protección contra contactos indirectos:

Se emplearán interruptores diferenciales en cada circuito para protegerlos contra contactos indirectos por ser el esquema de distribución de tipo TT. Sus características se calculan a continuación:

#### 7.6.1.1.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALUMBRADO Y FUERZA DE LA SALA DE INSTALACIONES

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 2, por ser monofásica

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{5.828}{230 \cdot 0,85} = 29,81 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 40 A.

#### 7.6.1.2.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALUMBRADO EXTERIOR

- Sensibilidad nominal: 300 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 2, por ser monofásica

$$I_c = \frac{P_c}{V \cdot \cos\varphi} = \frac{7.200}{230 \cdot 0,9} = 34,78 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 40 A.

#### 7.6.1.3.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN A COMPRESORES

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{14.720}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 24,99 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 40 A.

#### 7.6.1.4.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN A CLIMATIZADORES

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$

- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{40.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 67,92 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 80 A.

#### 7.6.1.5.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN A LAS BOMBAS DE AGUA CALIENTE

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{5.888}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 9,99 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 16 A.

#### 7.6.1.6.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN A LOS ENFRIADORES

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{140.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 237,7 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 300 A.

#### 7.6.1.7.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN A LAS BOMBAS PARA LA CLIMATIZACIÓN

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{2.200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 3,73 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 16 A.

#### 7.6.1.8.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN A LAS BOMBAS PARA ENFRIADORES

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{4.500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 7,64 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 16 A.

#### 7.6.1.9.- INTERRUPTOR DIFERENCIAL PARA EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN AL GRUPO DE PRESIÓN PARA LAS INCUBADORAS

- Sensibilidad nominal: 30 mA
- Intensidad nominal asignada y poder de corte:  $I_N > I_c$
- Número de polos: 4, tres fases más neutro

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{4.500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 7,64 \text{ A}$$

Por lo tanto se elegirá un diferencial de 16 A.

#### 7.6.2.- Cuadro secundario de distribución 1

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

Para cada circuito que parte del cuadro secundario de distribución 1 se utilizará interruptores magnetotérmicos los cuales ya se han calculado anteriormente.

- Protección contra contactos indirectos:

Se elige un diferencial cuya intensidad nominal se mayor que la intensidad nominal que circula por la línea de alimentación al CSD 1 (60,29 A), se podría

escogerá un interruptor de intensidad nominal 63 A, pero por estar muy próximo a 60,29 A se elige uno de 80 A.

INTERRUPTOR GENERAL DEL CSD 1	
Protección	4x80 A

#### 7.6.3.- Cuadro secundario de distribución 2

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

Para cada circuito que parte del cuadro secundario de distribución 1 se utilizará interruptores magnetotérmicos los cuales ya se han calculado anteriormente.

- Protección contra contactos indirectos:

El REBT no permite utilizar un interruptor diferencial para la  $I_c$  calculada (356,6 A), por lo que se utilizará un relé electromagnético de protección.

Puesto que el calibre debe ser igual o mayor que la intensidad nominal que circula por la línea de alimentación al CSD 2 (356,6 A), se escoge un relé de intensidad nominal 400 A

INTERRUPTOR GENERAL DEL CSD 2	
Protección	4x400 A

#### 7.6.4.- Cuadro secundario de distribución 3

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

Para cada circuito que parte del cuadro secundario de distribución 1 se utilizará interruptores magnetotérmicos los cuales ya se han calculado anteriormente.

- Protección contra contactos indirectos:

Se elige un diferencial cuya intensidad nominal se mayor que la intensidad nominal que circula por la línea de alimentación al CSD 3 (24,3 A), se podría escogerá un interruptor de intensidad nominal 25 A, pero por estar muy próximo a 24,3 A se elige uno de 40 A.

INTERRUPTOR GENERAL DEL CSD 3	
Protección	4x40 A

#### 7.6.5.- Cuadro secundario de distribución 4

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

Para cada circuito que parte del cuadro secundario de distribución 1 se utilizará interruptores magnetotérmicos los cuales ya se han calculado anteriormente.

- Protección contra contactos indirectos:

Se elige un diferencial cuya intensidad nominal se mayor que la intensidad nominal que circula por la línea de alimentación al CSD 4 (29,28 A), se elige uno de 40 A.

INTERRUPTOR GENERAL DEL CSD 4	
Protección	4x40 A

#### 7.6.6.- Cuadro secundario de distribución 5

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

Para cada circuito que parte del cuadro secundario de distribución 1 se utilizará interruptores magnetotérmicos los cuales ya se han calculado anteriormente.

- Protección contra contactos indirectos:

Se elige un diferencial cuya intensidad nominal se mayor que la intensidad nominal que circula por la línea de alimentación al CSD1 (42,03 A), se elige uno de 50 A.

INTERRUPTOR GENERAL DEL CSD 5	
Protección	4x50 A

### 7.7.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### 7.7.1.- Resistencia de puesta a tierra

La resistencia de tierra tendrá el valor siguiente:

$$R_T \leq \frac{U_d}{I_{\Delta n}} = \frac{50 V}{30 mA} = 1.666,6 \Omega$$

No obstante, para mayor seguridad, Industria establece un valor máximo para la resistencia de puesta a tierra de  $R_T = 18 \Omega$ .

## 7.2.- Electrodos

Para conseguir el valor de resistencia de tierra fijado en el apartado anterior, se utilizarán electrodos tipo pica de acero cobreado de 16 mm de diámetro y 2 m de longitud.

El valor de la resistividad del terreno es de  $500 \Omega \cdot m$ , por lo que la resistencia de una pica es de:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{500 \Omega \cdot m}{2 m} = 250 \Omega$$

Por lo que el número de picas será:

$$n = \frac{R}{R_T} = \frac{250 \Omega}{18 \Omega} = 13,88 \text{ picas} \Rightarrow n = 14 \text{ picas}$$

## 7.8.- CÁLCULO DE LOS TUBOS EN LAS CANALIZACIONES

Para el cálculo de los diámetros de los tubos se cogerán los valores de las tablas recogidas en la ITC-BT-21 del REBT, según sean canalizaciones fijas en superficie o enterradas.

Por lo tanto, según la canalización y la sección de los cables, se tendrán los siguientes valores para los diámetros de los tubos:

- Derivación individual (canalización enterrada):

La derivación individual se divide en tres líneas. Cada una de ellas con conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup> de sección. Cada una de las tres líneas va bajo tubos de diámetro exterior 225 mm

- Línea de alimentación al cuadro secundario 1:  $D_{ext} = 32 \text{ mm}$

- Línea de alimentación al cuadro secundario 2:  $2 \times D_{ext} = 75 \text{ mm}$

- Línea de alimentación al cuadro secundario 3:  $D_{ext} = 25 \text{ mm}$

- Línea de alimentación al cuadro secundario 4:  $D_{ext} = 25 \text{ mm}$

- Línea de alimentación al cuadro secundario 5 (canalización enterrada):  $D_{ext} = 40 \text{ mm}$



- Circuitos de alumbrado:  $D_{ext} = 20 \text{ mm}$
- Circuitos de alumbrado de emergencia:  $D_{ext} = 16 \text{ mm}$
- Circuitos de fuerza:  $D_{ext} = 20 \text{ mm}$
- Circuitos de alumbrado exterior:  $D_{ext} = 25 \text{ mm}$
- Circuitos de compresores:  $D_{ext} = 20 \text{ mm}$
- Circuitos de climatizadores:  $D_{ext} = 20 \text{ mm}$
- Circuitos de calderas:  $D_{ext} = 20 \text{ mm}$
- Circuitos de bombas:  $D_{ext} = 16 \text{ mm}$
- Circuitos de enfriadores:  $D_{ext} = 63 \text{ mm}$
- Circuitos de incubadoras:  $D_{ext} = 40 \text{ mm}$
- Circuitos restantes:  $D_{ext} = 20 \text{ mm}$

## CAPÍTULO VIII: SANEAMIENTO

### 8.1.- RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El cálculo para el dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales está basado en el CTE-DB-HS.

Todas las canalizaciones tienen una pendiente del 2%.

- Salida de vestuarios:

A cada aparato se le adjudica una unidad de desagüe y un diámetro mínimo de los sifones y las derivaciones individuales:

APARATO	UD	Ø SIFÓN Y DERIVACIÓN IND.
LAVABO	2	40
DUCHA	3	50
INODORO	5	100

En los vestuarios hay una instalación de:

8 lavabos  
8 duchas  
6 inodoros

Por lo que el número de UD asignado será:

$$8 \times 2 + 8 \times 3 + 6 \times 5 = 70 \text{ UD}$$

Según la tabla corresponde con un diámetro de 110 mm.

- Aseos

APARATO	UD	Ø SIFÓN Y DERIVACIÓN IND.
LAVABO	2	40
INODORO	5	100

En los aseos hay una instalación de:

2 lavabos  
2 inodoros

Por lo que el número de UD asignado será:

$$2 \times 2 + 2 \times 5 = 14 \text{ UD}$$

Según la tabla corresponde con un diámetro de 75 mm.

Para el sistema de saneamiento del resto de la planta se hace una estimación aproximada, ya que este consumo no está tabulado. Siempre teniendo en cuenta que una conducción nunca puede ser menor que una que le preceda aguas arriba.

La solución adoptada se encuentra reflejada en el plano nº14- Saneamiento.

## 8.2.- RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Para la recogida de aguas pluviales de la cubierta de la nave se colocan canalones a lo largo de la cubierta, uno a cada lado. El desnivel para los canalones será del 4%.

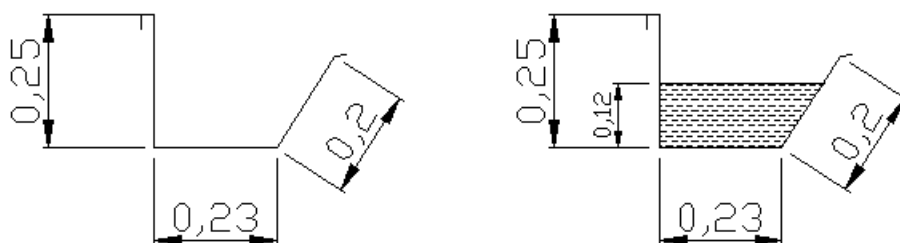
La superficie de la cubierta es de 2.700 m<sup>2</sup>, pero estará dividida en tres zonas, cada una con su correspondiente bajante (habrá tres bajantes a cada lado de la nave).

Si fuera semicircular el diámetro nominal del canalón sería de 250 mm., por lo que tendría una sección de:

$$\text{Sección semicircular} = \frac{(\pi \cdot r^2)}{2} = \frac{(\pi \cdot 125^2)}{2} = 24.543,6 \text{ mm}^2 = 245,4 \text{ cm}^2$$

Al ser cuadrangular, la sección correspondiente será:  $1,1 \times 254,4 = 297 \text{ cm}^2$

Las dimensiones del canalón será:



El diámetro nominal para cada uno de los seis bajantes será de 160 mm.

Asimismo los colectores tendrán una pendiente de un 2% y un diámetro nominal de 250 mm.

## CAPÍTULO IX: FONTANERÍA

### 9.1.- ELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Los materiales elegidos para cada parte de la instalación son:

Acometida: Acero galvanizado

Instalación de agua fría: Cobre

Instalación de agua caliente: Cobre calorificado

### 9.2.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA PROCEDENTE DE LA RED REGERAL DE ABASTECIMIENTO

#### 9.2.1.- Cálculo de diámetros.-

Para el cálculo de la instalación de agua fría sanitaria, utilizaremos el método de las longitudes equivalentes, determinándose las pérdidas de carga de cada tramo en función de la velocidad y del caudal de agua por la tubería.

Una vez obtenido el diámetro nominal de cada tramo, se calculan las pérdidas de carga, y se comprueba que a cada aparato le llegue el agua con una presión adecuada (15 m.c.a.) (según CTE-DB-HS, se debe asegurar una presión de 100 KPa (10,2 m.c.a.)).

Como datos de partida, tomamos:

- Presión de agua suministrada: 25 m.c.a
- Velocidad: 1,5 m/s

El caudal instantáneo para cada aparato es:

- Retrete: 0,1 l/s
- Lavabo: 0,1 l/s
- Ducha: 0,2 l/s
- Fuente: 0,1 l/s

Para la obtención de los distintos diámetros nos basamos en la relación:

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Donde:

Q = Caudal que circula por el conducto (l/s)

V = Velocidad del agua. La consideramos 1,2 m/s para todos los casos.

D = Diámetro del conducto

Para obtener la pérdida de carga nos basamos en la relación:

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25}$$

Donde:

J = Pérdida de carga (m.c.a)

L = Longitud del conducto

F = Rugosidad de la superficie interior del conducto (para el cobre: F = 0,00560)

V = Velocidad del agua

D = Diámetro del conducto

Aplicando las ecuaciones anteriores obtenemos el diámetro correspondiente para cada tramo de la instalación:

Tramo 1-2 (Q = 5,35 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%: Q = 3,745 l/s = 0,003745 m<sup>3</sup>/s

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003745 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 56,38 \text{ mm}$$

Tramo 2-3 (Q = 5,35 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%: Q = 3,745 l/s = 0,003745 m<sup>3</sup>/s

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003745 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 56,38 \text{ mm}$$

Tramo 3-4 (Q = 5,35 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%: Q = 3,745 l/s = 0,003745 m<sup>3</sup>/s

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003745 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 56,38 \text{ mm}$$

Tramo 4-5 (Q = 0,4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%: Q = 0,28 l/s = 0,00028 m<sup>3</sup>/s

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00028 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 15,4 \text{ mm}$$

Tramo 4-6 (Q = 4.95 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 3,465 \text{ l/s} = 0,003465 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,003465 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 54,23 \text{ mm}$$

Tramo 6-7 ( $Q = 3,5 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 2,45 \text{ l/s} = 0,00245 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00245 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 45,6 \text{ mm}$$

Tramo 7-8 ( $Q = 0,1 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,07 \text{ l/s} = 0,00007 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00007 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 7,7 \text{ mm}$$

Tramo 7-9 ( $Q = 3,4 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 2,38 \text{ l/s} = 0,00238 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00238 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 45 \text{ mm}$$

Tramo 9-10 ( $Q = 1,0 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,7 \text{ l/s} = 0,0007 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0007 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 24,4 \text{ mm}$$

Tramo 9-11 ( $Q = 2,4 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 1,68 \text{ l/s} = 0,00168 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00168 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 37,8 \text{ mm}$$

Tramo 11-12 (Q = 0,4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,28 \text{ l/s} = 0,00028 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00028 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 15,4 \text{ mm}$$

Tramo 11-13 (Q = 0,6 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,42 \text{ l/s} = 0,00042 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00042 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 18,9 \text{ mm}$$

Tramo 11-14 (Q = 1,4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,98 \text{ l/s} = 0,00098 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00098 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 28,8 \text{ mm}$$

Tramo 14-15 (Q = 1,0 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,7 \text{ l/s} = 0,0007 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0007 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 24,4 \text{ mm}$$

Tramo 14-16 (Q = 0,4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,28 \text{ l/s} = 0,00028 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00028 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 15,4 \text{ mm}$$

Resumen de resultados obtenidos:

<b>TRAMO</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>
1-2	56,4
2-3	56,4
3-4	56,4
4-5	15,4
4-6	54,2
6-7	45,6
7-8	7,7
7-9	45
9-10	24,4
9-11	37,8
11-12	15,4
11-13	18,9
11-14	28,8
14-15	24,4
14-16	15,4

Pasando a diámetros comerciales (cuidando que la velocidad del agua en los distintos tramos no baje del mínimo):

<b>TRAMO</b>	<b>DIÁMETRO (mm)</b>
1-2	63
2-3	63
3-4	63
4-5	16
4-6	63
6-7	54
7-8	12
7-9	54
9-10	25
9-11	40
11-12	16
11-13	20
11-14	32
14-15	25
14-16	16

El diámetro nominal para las derivaciones de los retretes, lavabos y duchas será de 12 mm.



### 9.2.2.- Comprobación de la necesidad de colocar grupos de bombeo.-

El dimensionamiento final de la instalación deberá garantizar que la presión mínima en el elemento más alejado sea superior a 15 m.c.a., siendo la presión de acometida 25 m.c.a.

- Cálculo de la pérdida de carga por tramos:

#### Tramo 1-2

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,063^{-1,25} = 0,031 \text{ m. c. a./m}$$

Donde:

J = Pérdida de carga (m.c.a)

L = Longitud del conducto

F = Rugosidad de la superficie interior del conducto (para el cobre: F = 0,00560)

V = Velocidad del agua

D = Diámetro del conducto

#### Tramo 2-3

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,063^{-1,25} = 0,031 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 3-4

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,063^{-1,25} = 0,031 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 4-5

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,016^{-1,25} = 0,2 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 4-6

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,063^{-1,25} = 0,031 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 6-7

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,054^{-1,25} = 0,043 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 7-8

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,012^{-1,25} = 0,287 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 7-9

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,054^{-1,25} = 0,043 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 9-10

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,025^{-1,25} = 0,114 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 9-11

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,040^{-1,25} = 0,064 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 11-12

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,016^{-1,25} = 0,2 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 11-13

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,020^{-1,25} = 0,151 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 11-14

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,032^{-1,25} = 0,08 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 14-15

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,025^{-1,25} = 0,114 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 14-16

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,016^{-1,25} = 0,2 \text{ m. c. a./m}$$

- Cálculo de las longitudes equivalentes:

Las longitudes equivalentes de los distintos aparatos son:

Codo → 0,55 m

Te → 1,15 m

Llave → 1,00 m

Reducción → 0,15 m

Las longitudes equivalentes de los distintos tramos son:

TRAMO	ACCESORIOS	L <sub>tramo</sub> (m)	L <sub>acc</sub> (m)	L <sub>eq</sub> (m)
1-2	Contador + Te	50,5	1,8 + 1,15	53,5
2-3	Codo + Te	5,8	0,55 + 1,15	7,5
3-4	Te	6,0	1,15	7,15
4-5	Reducción + Codo	14,2	0,15 + 0,55	14,9
4-6	Codo + Te	61,5	0,55 + 1,15	63,2
6-7	Te	11,5	1,15	12,65
7-8	Reducción	3,2	0,15	3,35
7-9	Reducción + Codo	14,2	0,15 + 0,55	14,9
9-10	Te + Reducción	7,8	1,15 + 0,15	9,1
9-11	Reducción + Te	3,3	0,15 + 1,15	4,6
11-12	Reducción	1,0	0,15	1,15
11-13	Reducción	8,0	0,15	8,15
11-14	Reducción + Te	3,6	0,15 + 1,15	4,9
14-15	Reducción	6,9	0,15	7,05
14-16	Reducción + Codo	13	0,15 + 0,55	13,7

Finalmente se detallan todos los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tramo	Q (l/s)	D (mm)	v (m/s)	J mca/m	L m	L <sub>acc</sub> m	L <sub>T</sub> m	J mca	P <sub>i</sub> mca	P <sub>F</sub> mca
1-2	3,9	54	1,5	0,031	50,5	2,95	53,5	1,66	25	23,34
2-3	3,9	54	1,5	0,031	5,8	1,7	7,5	0,24	23,34	23,1
3-4	3,9	54	1,5	0,031	6,0	1,15	7,15	0,22	23,1	22,88
4-5	0,4	16	1,5	0,2	14,2	0,7	14,9	2,98	22,88	19,9
4-6	3,5	54	1,5	0,031	61,5	1,7	63,2	1,96	22,88	20,92
6-7	3,5	54	1,5	0,043	11,5	1,15	12,65	0,54	20,92	20,38
7-8	0,1	12	1,5	0,287	3,2	0,15	3,35	0,96	20,38	19,42
7-9	3,4	54	1,5	0,043	14,2	0,7	14,9	0,64	20,38	19,74
9-10	1,0	25	1,5	0,114	7,8	1,3	9,1	1,03	19,74	18,71
9-11	2,4	40	1,5	0,064	3,3	1,3	4,6	0,29	19,74	19,45
11-12	0,4	16	1,5	0,2	1,0	0,15	1,15	0,23	19,45	19,22
11-13	0,6	20	1,5	0,151	8,0	0,15	8,15	0,23	19,45	19,22
11-14	1,4	32	1,5	0,08	3,6	1,3	4,9	0,39	19,45	19,06
14-15	1,0	25	1,5	0,114	6,9	0,15	7,05	0,8	19,06	18,26
14-16	0,4	16	1,5	0,2	13,0	0,7	13,7	2,74	19,06	16,32

Se comprueba que ningún punto de la red tiene una presión por debajo de 15 m.c.a., por lo que no es necesario colocar un grupo de bombeo auxiliar.

### 9.2.3.- Cálculo del grupo de presión auxiliar

En el apartado anterior se demuestra que no hay necesidad de colocar un grupo de presión para el uso habitual de las instalaciones, pero con el fin de poder abastecer a la planta en el caso de cortes en el suministro se coloca un grupo de presión auxiliar y dos depósitos.

- Caudal de la bomba.-

La bomba instalada debe poder abastecer el caudal máximo de proyecto, que en este caso será 3,9 l/s (agua fría) + 1,45 l/s (agua caliente) = 5,35 l/s

Para la demanda exigida se opta por la colocación de 2 bombas de las mismas características.

- Potencia de las bombas.-

Para obtener la potencia requerida de las bombas nos basamos en la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot \rho} \cdot \gamma$$

Donde:

Q = Caudal de la bomba

H<sub>m</sub> = Altura manométrica

γ = Peso específico del agua

ρ = Rendimiento

P = Potencia

Se instalarán dos bombas en paralelo, por lo que cada una proporcionará un caudal ligeramente superior a la mitad del caudal demandado ( $\frac{5,35}{2} \cdot 1,3 = 3,48$  l/s)

Altura manométrica de la bomba:

Para obtener la altura manométrica se suma:

- Altura geométrica a salvar (despreciable)
- Presión mínima requerida
- Pérdida de carga en el circuito

$$H_m = 0 + 15 + 8,68 = 23,68 \text{ m. c. a.}$$

Por lo tanto:

$$P = \frac{3,48 \left(\frac{l}{s}\right) \cdot 23,68(\text{m. c. a.})}{75 \cdot 0,75} \cdot 1 = 1,46 \text{ CV}$$

Según los resultados obtenidos se colocan dos bombas de 1,5 CV cada una.

- Volumen del depósito.-

El consumo de agua requerido es de 3,9 l/s, pero considerando que en el supuesto caso de restricciones de agua el consumo de agua en las duchas se podría anular y aplicando un factor de simultaneidad del 0,6, para asegurar el abastecimiento durante 5 horas (teniendo en cuenta solo el agua fría, ya que el agua caliente dispondrá de su propio depósito):

$$3,9 \text{ l/s} - 8 \cdot 0,2 \text{ l/s} = 2,3 \text{ l/s} \cdot 0,6 = 1,38 \text{ l/s}$$

$$1,38 \text{ l/s} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 5 \text{ h} = 24.840 \text{ l}$$

Por lo que las dimensiones de los depósitos serán:

- $r = 1 \text{ m}$
- $h = 4 \text{ m}$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot 1^2 \cdot 4 = 12,56 \text{ m}^3 \rightarrow 12.560 \text{ l} \cdot 2 \text{ depósitos} \cong 25.000 \text{ l}$$

El llenado de este depósito desde la red se hace directamente sin necesidad de colocación de bombas.

### 9.3.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CALIENTE SANITARIA

#### 9.3.1.- Cálculo de diámetros

Para el cálculo de la instalación de agua caliente sanitaria, se utiliza el mismo método utilizado para el agua fría.

Como datos de partida, tomamos:

- Velocidad: 1,5 m/s

El caudal instantáneo para cada aparato es:

- Lavabo: 0,065 l/s
- Ducha: 0,1 l/s

Para la obtención de los distintos diámetros nos basamos en la relación:

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Donde:

Q = Caudal que circula por el conducto (l/s)

V = Velocidad del agua. La consideramos 1,2 m/s para todos los casos.

D = Diámetro del conducto

Para obtener la pérdida de carga nos basamos en la relación:

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25}$$

Donde:

J = Pérdida de carga (m.c.a)

L = Longitud del conducto

F = Rugosidad de la superficie interior del conducto (para el cobre: F = 0,00560)

V = Velocidad del agua

D = Diámetro del conducto

Aplicando las ecuaciones anteriores obtenemos el diámetro correspondiente para cada tramo de la instalación:

Tramo 1'-2' (Q = 1,45 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%: Q = 1,01 l/s = 0,00101 m<sup>3</sup>/s

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00101 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 29,3 \text{ mm}$$

Tramo 2'-3' (Q = 0,4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,28 \text{ l/s} = 0,000028 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000028 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 15,4 \text{ mm}$$

Tramo 2'-4' (Q = 1,05 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,735 \text{ l/s} = 0,0000735 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000735 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 24,97 \text{ mm}$$

Tramo 4'-5' (Q = 0,39 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,273 \text{ l/s} = 0,0000273 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000273 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 15,22 \text{ mm}$$

Tramo 4'-6' (Q = 0,13 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,091 \text{ l/s} = 0,0000091 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000091 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 8,79 \text{ mm}$$

Tramo 4'-7' (Q = 0,53 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,371 \text{ l/s} = 0,0000371 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000371 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 17,74 \text{ mm}$$

Tramo 7'-8' (Q = 0,4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,28 \text{ l/s} = 0,000028 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000028 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 15,4 \text{ mm}$$

Tramo 7'-9' ( $Q = 0,13 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,091 \text{ l/s} = 0,0000091 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0000091 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 8,78 \text{ mm}$$

Resumen de resultados obtenidos:

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
1'-2'	29,3
2'-3'	15,4
2'-4'	24,97
4'-5'	15,22
4'-6'	8,79
4'-7'	17,74
7'-8'	15,4
7'-9'	8,78

Pasando a diámetros comerciales (cuidando que la velocidad del agua en los distintos tramos no baje del mínimo):

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
1'-2'	32
2'-3'	16
2'-4'	25
4'-5'	16
4'-6'	12
4'-7'	20
7'-8'	16
7'-9'	12

El diámetro nominal para las derivaciones de los retretes, lavabos y duchas será de 12 mm.



### 9.3.2.- Cálculo del grupo de presión

El dimensionamiento final de la instalación deberá garantizar que la presión mínima en el elemento más alejado sea superior a 15 m.c.a.

- Cálculo de la pérdida de carga por tramos:

#### Tramo 1'-2'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,032^{-1,25} = 0,084 \text{ m. c. a./m}$$

Donde:

J = Pérdida de carga (m.c.a)

L = Longitud del conducto

F = Rugosidad de la superficie interior del conducto (para el cobre: F = 0,00560)

V = Velocidad del agua

D = Diámetro del conducto

#### Tramo 2'-3'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,016^{-1,25} = 0,2 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 2'-4'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,025^{-1,25} = 0,114 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 4'-5'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,016^{-1,25} = 0,2 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 4'-6'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,012^{-1,25} = 0,287 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 4'-7'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,012^{-1,25} = 0,287 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 7'-8'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,016^{-1,25} = 0,2 \text{ m. c. a./m}$$

### Tramo 7'-9'

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,012^{-1,25} = 0,287 \text{ m. c. a./m}$$

- Cálculo de las longitudes equivalentes:

Las longitudes equivalentes de los distintos aparatos son:

Codo  $\rightarrow 0,55 \text{ m}$

Te  $\rightarrow 1,15 \text{ m}$

Llave  $\rightarrow 1,00 \text{ m}$

Reducción  $\rightarrow 0,15 \text{ m}$

Las longitudes equivalentes de los distintos tramos son:

TRAMO	ACCESORIOS	L <sub>tramo</sub> (m)	L <sub>acc</sub> (m)	L <sub>eq</sub> (m)
1'-2'	Llave + Codo	27	1,0+0,55	1,55
2'-3'	Reducción + Codo + Te	7,8	0,15+0,55+1,15	1,85
2'-4'	Reducción + Te	3,3	0,15+1,15	1,3
4'-5'	Reducción	8,0	0,15	0,15
4'-6'	Reducción	1,0	0,15	0,15
4'-7'	Reducción + Te	3,6	0,15+1,15	1,3
7'-8'	Reducción	6,9	0,15	0,15
7'-9'	Reducción + Codo	13	0,15+0,55	0,7

Finalmente se detallan todos los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tramo	Q (l/s)	D (mm)	v (m/s)	J mca/m	L m	L <sub>acc</sub> m	L <sub>T</sub> m	J mca	Pérdida al final de tramo mca
1'-2'	1,45	32	1,5	0,084	27	1,55	28,55	2,4	2,4
2'-3'	0,4	16	1,5	0,2	7,8	1,85	9,65	1,93	4,33
2'-4'	1,05	25	1,5	0,114	3,3	1,3	4,6	0,52	4,85
4'-5'	0,39	16	1,5	0,2	8,	0,15	8,15	1,63	6,48
4'-6'	0,13	12	1,5	0,287	1,0	0,15	1,15	0,33	5,18
4'-7'	0,53	12	1,5	0,287	3,6	1,3	4,9	1,4	6,25
7'-8'	0,4	16	1,5	0,2	6,9	0,15	7,05	1,41	7,66
7'-9'	0,13	12	1,5	0,287	13	0,7	13,7	3,93	10,18

En la tabla se observa que la bomba colocada debe salvar una pérdida de carga en el circuito de 10,18 m.c.a.

Para el abastecimiento de agua caliente se colocan dos bombas en paralelo de la siguiente potencia:

Para obtener la potencia requerida de las bombas nos basamos en la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot \rho} \cdot \gamma$$

Donde:

Q = Caudal de la bomba

H<sub>m</sub> = Altura manométrica

γ = Peso específico del agua

ρ = Rendimiento

P = Potencia

Se instalarán dos bombas en paralelo, por lo que cada una proporcionará un caudal ligeramente superior a la mitad del caudal demandado ( $\frac{1,45}{2} \cdot 1,3 = 0,94$  l/s)

Altura manométrica de la bomba:

Para obtener la altura manométrica se suma:

- Altura geométrica a salvar (despreciable)
- Presión mínima requerida
- Pérdida de carga en el circuito

$$H_m = 0 + 15 + 10,18 = 25,18 \text{ m. c. a.}$$

Por lo tanto:

$$P = \frac{0,94 \left(\frac{l}{s}\right) \cdot 23,08(\text{m. c. a.})}{75 \cdot 0,75} \cdot 1 = 0,38 \text{ CV}$$

Según los resultados obtenidos se colocan dos bombas de 1 CV cada una.

- Volumen del depósito.-

El consumo de agua requerido es de 1,45 l/s, pero considerando que en el supuesto caso de restricciones de agua el consumo de agua en las duchas se podría anular y aplicando un factor de simultaneidad del 0,6, para asegurar el abastecimiento durante 5 horas:

$$1,45 \text{ l/s} - 8 \cdot 0,1 \text{ l/s} = 0,65 \text{ l/s} \cdot 0,6 = 0,39 \text{ l/s}$$

$$0,39 \text{ l/s} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 5 \text{ h} = 7.020 \text{ l}$$

Por lo que las dimensiones de los depósitos serán:

- $r = 1 \text{ m}$
- $h = 2,5 \text{ m}$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot 1^2 \cdot 2,5 \cong 7.800 \text{ l}$$

El llenado de este depósito desde la red de agua potable.

## 9.4.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO DE LA PLANTA

### 9.4.1.- Cálculo de diámetros

Para el cálculo de la instalación de abastecimiento de agua para la planta, se utiliza el mismo método utilizado anteriormente.

Como datos de partida, tomamos:

- Velocidad: 1,5 m/s

El caudal instantáneo para cada aparato es:

- Enfriadoras: 2 x 0,2 l/s (las enfriadoras suministran el agua a los climatizadores y a las incubadoras)
- Grupos de limpieza: 5 x 2 l/s
- Caldera: 0,2 l/s

Para el consumo de las enfriadoras y la caldera hay que tener en cuenta que no son consumos reales, ya que son circuitos cerrados donde el único consumo será el producido por las distintas pérdidas.

Para la obtención de los distintos diámetros nos basamos en la relación:

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Y para la pérdida de carga:

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25}$$

Aplicando las ecuaciones anteriores obtenemos el diámetro correspondiente para cada tramo de la instalación:

Tramo 1''-2'' (Q = 10,6 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 7,42 \text{ l/s} = 0,00742 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00742 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 73,4 \text{ mm}$$

Tramo 2''-3'' (Q = 2 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 1,4 \text{ l/s} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 34,5 \text{ mm}$$

Tramo 2''-4'' (Q = 8,6 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 6,02 \text{ l/s} = 0,00602 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00602 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 71,5 \text{ mm}$$

Tramo 4''-5'' (Q = 2 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 1,4 \text{ l/s} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 34,5 \text{ mm}$$

Tramo 4''-6'' (Q = 6,6 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 4,62 \text{ l/s} = 0,00462 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00462 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 62,6 \text{ mm}$$

Tramo 6''-7'' (Q = 2 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 1,4 \text{ l/s} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 34,5 \text{ mm}$$

Tramo 6''-8'' (Q = 4,6 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 3,22 \text{ l/s} = 0,00322 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00322 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 52,3 \text{ mm}$$

Tramo 8''-9'' (Q = 4,2 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 2,94 \text{ l/s} = 0,00294 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00294 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 49,9 \text{ mm}$$

Tramo 9''-10'' (Q = 0,2 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 0,14 \text{ l/s} = 0,00014 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00014 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 10,9 \text{ mm}$$

Tramo 9''-11'' (Q = 4 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 2,8 \text{ l/s} = 0,0028 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0028 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 48,7 \text{ mm}$$

Tramo 11''-12'' (Q = 2 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 1,4 \text{ l/s} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 34,5 \text{ mm}$$

Resumen de resultados obtenidos:

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
1''-2''	73,4
2''-3''	34,5
2''-4''	71,5
4''-5''	34,5
4''-6''	62,6
6''-7''	34,5
6''-8''	52,3
8''-9''	49,9
9''-10''	10,9
9''-11''	48,7
11''-12''	34,5

Pasando a diámetros comerciales (cuidando que la velocidad del agua en los distintos tramos no baje del mínimo):

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
1''-2''	80
2''-3''	40
2''-4''	80
4''-5''	40
4''-6''	63
6''-7''	40
6''-8''	54
8''-9''	54
9''-10''	10
9''-11''	54
11''-12''	40

#### 9.4.2.- Cálculo del grupo de presión

El dimensionamiento final de la instalación deberá garantizar que la presión mínima en el elemento más alejado sea superior a 30 m.c.a.

- Cálculo de la pérdida de carga por tramos:

##### Tramo 1''-2''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,080^{-1,25} = 0,027 \text{ m. c. a./m}$$

##### Tramo 2''-3''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,040^{-1,25} = 0,064 \text{ m. c. a./m}$$

##### Tramo 2''-4''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,080^{-1,25} = 0,027 \text{ m. c. a./m}$$

##### Tramo 4''-5''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,040^{-1,25} = 0,064 \text{ m. c. a./m}$$

##### Tramo 4''-6''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,063^{-1,25} = 0,036 \text{ m. c. a./m}$$



Tramo 6''-7''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,040^{-1,25} = 0,064 \text{ m. c. a./m}$$

Tramo 6''-8''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,054^{-1,25} = 0,044 \text{ m. c. a./m}$$

Tramo 8''-9''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,054^{-1,25} = 0,044 \text{ m. c. a./m}$$

Tramo 9''-10''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,012^{-1,25} = 0,29 \text{ m. c. a./m}$$

Tramo 9''-11''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,054^{-1,25} = 0,044 \text{ m. c. a./m}$$

Tramo 11''-12''

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,040^{-1,25} = 0,064 \text{ m. c. a./m}$$

- Cálculo de las longitudes equivalentes:

Las longitudes equivalentes de los distintos aparatos son:

Codo  $\rightarrow 0,55 \text{ m}$

Te  $\rightarrow 1,15 \text{ m}$

Llave  $\rightarrow 1,00 \text{ m}$

Reducción  $\rightarrow 0,15 \text{ m}$

Las longitudes equivalentes de los distintos tramos son:

TRAMO	ACCESORIOS	L <sub>tramo</sub> (m)	L <sub>acc</sub> (m)	L <sub>eq</sub> (m)
1''-2''	Llave + 2Codos + Te	36	1,0+2x0,55+1,15	3,25
2''-3''	Reducción + Llave	12	0,15+1,0	1,15
2''-4''	Te	9	1,15	1,15

4''-5''	Reducción + Llave	4,2	0,15+1,0	1,15
4''-6''	Reducción + Te	8,5	0,15+1,15	1,3
6''-7''	Reducción + Llave	4,2	0,15+1,0	1,15
6''-8''	Reducción + Llave	10	0,15+1,0	1,15
8''-9''	Te	6	1,15	1,15
9''-10''	Codo + Llave	7,5	0,55+1,0	1,55
9'-11''	Codo + Te + Llave	20,7	0,55+1,15+1,0	2,7
11''-12''	Reducción + Llave	10	0,15+1,0	1,15

Finalmente se detallan todos los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

<b>Tramo</b>	<b>Q</b> <b>(l/s)</b>	<b>D</b> <b>(mm)</b>	<b>v</b> <b>(m/s)</b>	<b>J</b> <b>mca/m</b>	<b>L</b> <b>m</b>	<b>L<sub>acc</sub></b> <b>m</b>	<b>L<sub>T</sub></b> <b>m</b>	<b>J</b> <b>mca</b>	<b>Pérdida al final de tramo</b> <b>mca</b>
1''-2''	10,6	80	1,5	0,027	36	3,25	39,25	1,06	1,06
2''-3''	2,0	40	1,5	0,0064	12	1,15	13,15	0,084	1,144
2''-4''	8,6	80	1,5	0,027	9	1,15	10,15	0,27	1,41
4''-5''	2,0	40	1,5	0,064	4,2	1,15	5,35	0,34	1,754
4''-6''	6,6	63	1,5	0,036	8,5	1,3	9,8	0,35	1,76
6''-7''	2,0	40	1,5	0,064	4,2	1,15	5,35	0,34	2,1
6''-8''	4,6	54	1,5	0,044	10,0	1,15	11,15	0,51	2,27
8''-9''	4,2	54	1,5	0,044	6,0	1,15	7,15	0,32	2,59
9''-10''	0,2	12	1,5	0,29	7,5	1,55	9,05	2,62	5,21
9'-11''	4,0	1254	1,5	0,044	20,7	2,7	23,4	1,03	3,62
11''-12''	2,0	40	1,5	0,064	10,0	1,15	11,15	0,71	4,33

En la tabla se observa que la bomba colocada debe salvar una pérdida de carga en el circuito de 5,21 m.c.a.

Para el abastecimiento de agua para la planta se colocan 3 bombas de potencia:

Para obtener la potencia requerida de las bombas nos basamos en la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot \rho} \cdot \gamma$$

Se instalarán tres bombas en paralelo, por lo que cada una proporcionará un caudal ligeramente superior a la mitad del caudal demandado ( $\frac{10,6}{3} \cdot 1,2 = 4,24$  l/s)

Altura manométrica de la bomba:

Para obtener la altura manométrica se suma:

- Altura geométrica a salvar (despreciable)
- Presión mínima requerida
- Pérdida de carga en el circuito

$$H_m = 0 + 30 + 5,21 = 35,21 \text{ m. c. a.}$$

Por lo tanto:

$$P = \frac{4,24 \left(\frac{l}{s}\right) \cdot 35,21(\text{m. c. a.})}{75 \cdot 0,75} \cdot 1 = 2,65 \text{ CV}$$

Según los resultados obtenidos se colocan tres bombas de 2,7 CV cada una.

- Volumen del depósito.-

El consumo de agua requerido es de 10,6 l/s, pero en el supuesto caso de restricciones de agua no se realizaría limpieza con los grupos de presión, por lo que el consumo quedaría reducido a 0,6 l/s. Aunque el consumo sea inferior al obtenido anteriormente, es de vital importancia que no falte, puesto que esta agua es la destinada a las incubadoras, las cuales dejarían de funcionar, con la consecuente pérdida de los huevos que en ese momento estén en proceso de incubación.

Para asegurar este abastecimiento se dispone de un depósito con las siguientes características:

$$r = 6,9 \text{ m}$$

$$h = 2,5 \text{ m (se llena hasta una cota de 2 m)}$$

$$V = \pi \cdot 6,9^2 \cdot 2 = 300 \text{ m}^3$$

Por lo que se asegura el abastecimiento durante varios días.

Además en la caseta de bombeo se coloca un generador de gasolina para la extracción de agua del pozo cuando haya cortes de electricidad.

## CAPÍTULO X: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 10.1.- CONFIGURACIÓN DEL EDIFICIO

#### 10.1.1.- Determinación del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

La fábrica pertenece al grupo de los establecimientos industriales ubicados en un edificio, y dentro de este grupo, se clasifica como tipo C, ya que el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está a una distancia mayor de tres metros de otros edificios.

#### 10.1.2.- Caracterización del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco.-

El nivel de riesgo intrínseco del edificio se calcula con la intensidad de carga de fuego de las distintas zonas del edificio. para ello se realiza la siguiente tabla:

			Ai	h	Ci	Fabricación		Almacén		Qsi	Qsi
	Sala	Equivalencia	M2	m		MJ/m2	Ra	MJ/m3	Ra	MJ/m2	MJ/m2
1	Sala de instalaciones	Motores eléct.	124		1,3	300	1				
2	Oficinas y vestuarios	Oficinas	231		1	200	1				
3	Recep., exped., incubación, nacimiento, transf., selección	Máquinas	2210		1	200	1				
4	Almacenes	Dep. Merc. Incom. En cajas de plástico	135	3,5	1			200	1		

La carga de fuego de toda la planta excepto el almacén es:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{300 \cdot 124 \cdot 1,3 + 200 \cdot 231 \cdot 1 + 200 \cdot 2.210 \cdot 1}{2.565} \cdot 1$$

$$= 209 \text{ MJ/m}^2$$

La carga de fuego del almacén es:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i \cdot h_i}{A} \cdot R_a = \frac{200 \cdot 135 \cdot 1 \cdot 3,5}{135} \cdot 1 = 700 \text{ MJ/m}^2$$

Finalmente, la carga de fuego de la planta es:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} = \frac{209 \cdot 2.565 + 700 \cdot 135}{2.700} \cdot 1 = 233 \text{ MJ/m}^2$$

Se considera toda la planta un único sector de incendios.

Consideramos para el edificio un Nivel de Riesgo Intrínseco: BAJO-1

## 10.2.- REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO SEGÚN SU CONFIGURACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

### 10.2.1.- Protección pasiva.-

Dentro de este apartado se encuadran los elementos de protección que no precisan de la actividad humana para actuar.

#### 10.2.1.1.- Materiales.-

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado “CE”.

#### 10.2.1.2.- Productos de revestimiento.-

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial interiores, así como los exteriores deben ser de clase M-2.

#### 10.2.1.3.- Productos incluidos en paredes y cerramientos.

Los productos utilizados para los elementos constructivos utilizados para paredes o cerramientos deben ser de la clase M-3

#### 10.2.1.4.- Otros productos.-

Los productos situados en el interior de falsos techos, deben ser de clase M-1. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase M-0.

#### 10.2.1.5.- Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos portantes deben mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la normativa vigente.

#### 10.2.1.6.- Estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante.

Los materiales que formen parte de los elementos estructurales en planta sobre rasante deben tener una estabilidad al fuego igual a R30 (EF-30).

#### 10.2.1.7.- Estabilidad al fuego de la cubierta y sus soportes.

No se exige estabilidad al fuego mínima para los materiales que formen parte de la cubierta.

#### 10.2.1.8.- Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.-

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento deben mantener las condiciones conforme a la norma UNE 23093.

#### 10.2.1.9.- Evacuación de los establecimientos industriales.

Para la estimación de las distancias de evacuación se precisa la obtención de la ocupación, que será:  $P = 1.1 \times p = 1.1 \times 17 \text{ personas} = 19 \text{ personas}$

La distancia máxima del recorrido de evacuación será de 50 m.

Se dispone de cinco salidas de emergencia.

##### 10.2.1.9.1.- Dimensionado de los elementos de evacuación:

##### - Puertas y pasos.-

La anchura A, en m, de las puertas y pasos debe ser al menos  $A \geq P / 200 \geq 0,80$  m, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación y la anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,80 m, ni exceder de 1,20 m.

$$A \geq 17 / 200 \geq 0,80 \text{ m} \rightarrow A \geq 0,085 \geq 0,80 \text{ m}$$

Por tanto, aunque siendo suficiente una anchura de 0,80 m, las puertas de evacuación tendrán una anchura de 1,0 m. y 2,0 m siendo la apertura hacia el exterior.

- Pasillos.-

La anchura A, en m, de los pasillos debe ser al menos  $A \geq P / 200 \geq 1,00$  m, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación.

$$A \geq 17 / 200 \geq 1,00 \text{ m} \rightarrow A \geq 0,085 \geq 1,00 \text{ m}$$

Por tanto, los pasillos tendrán una anchura mínima de 1m.

- Señalización e iluminación.

La señalización de las salidas habituales serán señales literales con el rótulo “SALIDA”, y tendrán unas medidas que se ajustan a la tabla 1 de la norma UNE 23.034 con una distancia máxima de observación de 10m.

La señalización de la salida de emergencia será una señal literal con el rótulo “Salida de emergencia”, y tendrá unas medidas que se ajustan a la tabla 2 de la norma UNE 23.034 con una distancia máxima de observación de entre 20 y 30 metros.

Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.

El nivel de iluminación de la superficie de las señales se logrará por una iluminación exterior a la señal.

#### 10.2.1.10.- Ventilación y eliminación de humos y gases.-

La eliminación de los humos y gases de la combustión y, con ellos del calor generado, de los espacios ocupados por el sector de incendio del establecimiento industrial, se lleva a cabo por las ventanas y puertas de salida, siendo la superficie aerodinámica de evacuación de humos de 6,75 m<sup>2</sup> en el área de producción y de 0,9 m<sup>2</sup> en los almacenes, con ventilación natural.

Además por la nave se colocan distintos extractores.

#### 10.2.1.11.- Instalaciones técnicas de servicios de los establecimientos industriales.

Las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación, almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

Los cables eléctricos que alimentan a equipos que deben permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la

corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

#### 10.2.2.- Protección activa.-

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.

##### 10.2.2.1.- Sistemas manuales de alarma de incendio-

Se colocará un pulsador en cada una de las salidas del edificio, siendo máxima la distancia entre dos pulsadores de 25 m.

La transmisión sonora de alarma se realizará mediante sirenas de incendios y su nivel sonoro será suficiente.

El pulsador estará provisto de cristal frontal, protegido con material plástico para evitar la caída de cristales, con posibilidad de comprobación de funcionamiento mediante llave de prueba. Irá provisto de un LED indicador de color rojo.

##### 10.2.2.2.- Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE).-

Aunque estrictamente no es necesaria la colocación de BIEs,

Se colocarán tres BIEs, que deben poder funcionar simultáneamente.

El tipo de BIE a colocar será DN 25mm, con una autonomía de 60 min., y una presión de entre 2 y 5 bares.

La distribución se realizará de forma que desde cualquier punto la distancia máxima sea de 25 m de recorrido real.

Se ubicarán preferentemente en las vías de evacuación, en lugares fácilmente accesibles, existiendo siempre una a menos de 5 m de la salida de un sector.

##### 10.2.2.3.- Hidrantes exteriores.-

Se colocarán tres hidrantes exteriores con un caudal de 500 l/min. y autonomía de 30 min., ubicado en la periferia del recinto industrial.



Los hidrantes exteriores serán del tipo de columna hidrante al exterior (CHE).

La zona protegida por los hidrantes exteriores cubren un radio de 40 metros, medidos horizontalmente desde el emplazamiento de los hidrantes.

La distancia entre el emplazamiento de los hidrantes y el límite exterior del edificio será de 5 m.

Los hidrantes tendrán una salida de 100 milímetros, y la presión mínima en la boca de salida será de 5 bar cuando se esté descargando los caudales previstos.

#### 10.2.2.4.- Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.-

Para el abastecimiento de agua en caso de incendio se cuenta con un depósito con capacidad de 300.000 litros, para el suministro del 100% de las necesidades.

El llenado del depósito se realizará desde el pozo, disponiendo de un sistema de llenado automático mediante una electroválvula controlada por un medidor de nivel del agua.

El diseño y cálculo se ajusta a la norma UNE 23500.

El equipo de bombeo necesario para garantizar el abastecimiento de agua a los distintos equipos contra incendios dispondrá de los siguientes elementos:

- Bomba de servicio con motor eléctrico, para el suministro de agua.
- Bomba de servicio con motor Diesel, para garantizar el suministro de agua en caso de fallo en la bomba de servicio con motor eléctrico. Dispone de un depósito de Gas-oil.
- Bomba auxiliar “jockey”, para mantener la red presurizada, compensando las posibles fugas de la instalación y evitando la puesta en marcha de la bomba principal por una pequeña fuga. La bomba jockey arranca y para automáticamente a través de la señal de un presostato.

#### 10.2.2.5.- Extintores portátiles.-

Se instalarán 14 extintores portátiles de clase polivalente de 9 kg (eficacia 21A), y otros 3 de 25 kg sobre carrito; pudiéndose utilizar para fuego de materias orgánicas.

Para fuegos con presencia de corriente eléctrica se dispondrá junto los cuadros eléctricos un extintor de Anhídrido Carbónico de 5kg (eficacia 34B). En nuestro caso tendremos 5 extintores de este tipo.

Los recorridos máximos entre los extintores son menores de 15m.

#### 10.2.2.6.- Alumbrado de emergencia.-

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de la vía de evacuación, los espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios y en los espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

#### 10.2.2.7.- Señalización.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo.

### 10.3.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS.-

En este capítulo se justifica las decisiones adoptadas para los distintos sistemas de la red de abastecimiento de agua para los equipos de protección contra incendios.

#### 10.3.1.- Cálculo de la red hidráulica

Para el cálculo hidráulico se considera una red de distribución ramificada simple alimentada desde un solo punto por bombeo. El cálculo se realizará de forma análoga al de fontanería.

##### 10.3.1.1.- Cálculo de diámetros.-

Como datos de partida, tomamos:

- Velocidad: 1,5 m/s

El caudal instantáneo para cada aparato es:

- BIE:  $3 \times 8,33 \text{ l/s} = 25 \text{ l/s}$  .
- Hidrante:  $3 \times 8,33 \text{ l/s} = 25 \text{ l/s}$ .

Para la obtención de los distintos diámetros nos basamos en la relación:

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Y para la pérdida de carga:

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25}$$

Aplicando las ecuaciones anteriores obtenemos el diámetro correspondiente para cada tramo de la instalación:

Tramo 1-2 (Q = 50 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 33 \text{ l/s} = 0,033 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,033 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 167,4 \text{ mm}$$

Tramo 2'-3 (Q = 16,66 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 11 \text{ l/s} = 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 96,6 \text{ mm}$$

Tramo 3-4 (Q = 8,33 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 68,3 \text{ mm}$$

Tramo 3-5 (Q = 8,33 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 68,3 \text{ mm}$$

Tramo 2-6 (Q = 33,34 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 22 \text{ l/s} = 0,022 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,022 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 136,6 \text{ mm}$$

Tramo 6-7 (Q = 8,33 l/s)

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 68,3 \text{ mm}$$

Tramo 6-8 ( $Q = 25 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 70%:  $Q = 16,5 \text{ l/s} = 0,0165 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0165 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 118,3 \text{ mm}$$

Tramo 8-9 ( $Q = 8,33 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 68,3 \text{ mm}$$

Tramo 8-10 ( $Q = 16,67 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 11 \text{ l/s} = 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 96,6 \text{ mm}$$

Tramo 10-11 ( $Q = 8,33 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 68,3 \text{ mm}$$

Tramo 10-12 ( $Q = 8,33 \text{ l/s}$ )

Aplicando un factor de simultaneidad del 66%:  $Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q = V \cdot S = V \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 1,5 \text{ m/s}}} = 68,3 \text{ mm}$$

Resumen de resultados obtenidos:

TRAMO	DIÁMETRO (mm)
1-2	167,4
2-3	96,6
3-4	68,3
3-5	68,3
2-6	136,6
6-7	68,3
6-8	118,3
8-9	68,3
8-10	96,6
10-11	68,3
10-12	68,3

Pasando a diámetros comerciales (cuidando que la velocidad del agua en los distintos tramos no baje del mínimo):

TRAMO	DIÁMETRO (plg.)
1-2	7"
2-3	4"
3-4	3"
3-5	3"
2-6	5 1/2"
6-7	3"
6-8	5"
8-9	3"
8-10	5"
10-11	3"
10-12	3"

#### 10.3.1.2.- Cálculo del grupo de presión

El dimensionamiento final de la instalación deberá garantizar que la presión mínima en el elemento más alejado sea superior a 5 bares = 50 m.c.a

- Cálculo de la pérdida de carga por tramos:

##### Tramo 1-2

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,178^{-1,25} = 0,010 \text{ m. c. a./m}$$

##### Tramo 2-3

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,102^{-1,25} = 0,020 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 3-4

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,076^{-1,25} = 0,028 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 3-5

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,076^{-1,25} = 0,028 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 2-6

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,14^{-1,25} = 0,013 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 6-7

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,076^{-1,25} = 0,028 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 6-8

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,127^{-1,25} = 0,015 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 8-9

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,076^{-1,25} = 0,028 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 8-10

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,102^{-1,25} = 0,020 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 10-11

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,076^{-1,25} = 0,028 \text{ m. c. a./m}$$

#### Tramo 10-12

$$J = V^{1,75} \cdot L \cdot F \cdot D^{-1,25} = 1,5^{1,75} \cdot 1 \cdot 0,00056 \cdot 0,076^{-1,25} = 0,028 \text{ m. c. a./m}$$

- Cálculo de las longitudes equivalentes:

Las longitudes equivalentes de los distintos aparatos son:

Codo  $\rightarrow 0,55$  m  
 Te  $\rightarrow 1,15$  m  
 Llave  $\rightarrow 1,00$  m  
 Reducción  $\rightarrow 0,15$  m

Las longitudes equivalentes de los distintos tramos son:

TRAMO	ACCESORIOS	L <sub>tramo</sub> (m)	L <sub>acc</sub> (m)	L <sub>eq</sub> (m)
1-2	Llave + Reducción + Te	7,0	1,0+0,15+1,15	2,3
2-3	Reducción + Te + Codo	42,7	0,15+1,15+0,55	1,85
3-4	Reducción + Llave	5,0	0,15+1,0	1,15
3-5	Reducción + Codo	71,2	0,15+0,55	0,7
2-6	Reducción + Te	7,9	0,15+1,15	1,3
6-7	Reducción + Llave	8,7	0,15+1,0	1,15
6-8	Reducción + Codo + Te	35,5	0,15+0,55+1,15	1,85
8-9	Reducción + Llave	5,0	0,15+1,0	1,15
8-10	Reducción + Te	11,5	0,15+1,15	1,3
10-11	Reducción + Llave	11,5	0,15+1,0	1,15
10-12	Reducción + Codo + Llave	41,0	0,15+0,55+1,0	1,7

Finalmente se detallan todos los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tramo	Q (l/s)	D (plg.)	v (m/s)	J mca/m	L m	L <sub>acc</sub> m	L <sub>T</sub> m	J mca	Pérdida al final de tramo mca
1-2	50	7"	1,5	0,178	7,0	2,3	9,3	1,65	1,65
2-3	16,66	4"	1,5	0,102	42,7	1,85	44,55	4,54	6,19
3-4	8,33	3"	1,5	0,076	5,0	1,15	6,15	0,47	6,66
3-5	8,33	3"	1,5	0,076	71,2	0,7	71,9	5,46	11,65
2-6	33,34	5 <sup>1/2</sup> "	1,5	0,14	7,9	1,3	9,2	1,3	2,95
6-7	8,33	3"	1,5	0,076	8,7	1,15	9,85	0,75	3,7
6-8	25	5"	1,5	0,127	35,5	1,85	37,35	4,74	7,69
8-9	8,33	3"	1,5	0,076	5,0	1,15	6,15	0,47	8,16
8-10	16,67	5"	1,5	0,102	11,5	1,3	12,8	1,3	8,99
10-11	8,33	3"	1,5	0,076	11,5	1,15	12,55	0,95	9,94
10-12	8,33	3"	1,5	0,076	41,0	1,7	42,7	3,24	12,23

En la tabla se observa que la bomba colocada debe salvar una pérdida de carga en el circuito de 12,23 m.c.a.

Para obtener la potencia requerida de las bombas nos basamos en la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{75 \cdot \rho} \cdot \gamma$$

$$Q = 25 \text{ l/s}$$

Se instalarán dos bombas en paralelo, por lo que cada una proporcionará un caudal:

$$\left(\frac{25}{2} = 12,5 \text{ l/s}\right)$$

Altura manométrica de la bomba:

Para obtener la altura manométrica se suma:

- Altura geométrica a salvar (despreciable)
- Presión mínima requerida (4 bares = 40 m.c.a.)
- Pérdida de carga en el circuito

$$H_m = 0 + 40 + 12,23 = 42,23 \text{ m. c. a.}$$

Por lo tanto:

$$P = \frac{19,8 \left(\frac{\text{l}}{\text{s}}\right) \cdot 42,23(\text{m. c. a.})}{75 \cdot 0,75} \cdot 1 = 14,86 \text{ CV}$$

Según los resultados obtenidos se colocan dos bombas de 15 CV cada una.

#### 10.3.2.- Determinación de la capacidad del aljibe.-

Puesto que es necesario dar servicio a varios sistemas de lucha contra incendio (un hidrante exterior y dos BIEs), se procederá a calcular el caudal y reserva de agua considerando la simultaneidad de operación mínima que establece el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales:

$$Q = Q_{\text{hidrantes}} = 500 \text{ l/min} \cdot 2 = 1.500 \text{ l/min}$$

$$R = R_{\text{hidrantes}} = 500 \text{ l/min} \cdot 3 \cdot 30 \text{ min} = 45.000 \text{ l}$$



A la vista de los resultados obtenidos se considera apropiado el depósito existente con capacidad para 300 m<sup>3</sup>.

