



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



Universidad de Valladolid

ANEJOS

Carlos Carbajo Vallejo

Contenido

ANEJO I	-FICHA URBANISTICA	1
ANEJO II	-CÁLCULOS DE LA LÍNEA DERECHUBRIMIENTO ELECTROQUÍMICO	4
ANEJO III	-CÁLCULOS DE INSTALACIONES.....	26
ANEJO IV	-DEFECTO, CAUSA Y CORRECCIÓN.....	101
ANEJO V	-ERGONOMÍA	114

ANEJO I - FICHA URBANÍSTICA DEL PROYECTO

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	Obra civil, saneamiento, electricidad, impulsión de agua fría, producción de agua caliente.
DESCRIPCION DEL PROYECTO	Nave para línea de recubrimiento electroquímico de piezas a granel
LOCALIDAD/MUNICIPIO	Arroyo de la Encomienda, Valladolid
CALLE/PLAZA O LUGAR	Calle Atlas, 4, 47095
MANZANA/POLÍGONO/PARCELA	Parque Empresarial La Encomienda, (S.A.U. 8)
IDENTIFICACION CATASTRAL	9086901UM4098N0001DM
PROMOTOR/PROPIETARIO	Universidad de Valladolid

SITUACION URBANÍSTICA	
PLANEAMIENTO EN VIGOR.	Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal
COMARCA URBANÍSTICA	Ciudad Real
CLASIFICACION DE SUELO	Industria General
TIPO DE SUELO	Suelo sin edificar
USO GLOBAL/PORMENORIZADO	Pormenorizado
PROTECCION.	Incendios, ruidos, emisiones y vertidos, seguridad e higiene en el trabajo.
USO COMPATIBLE	-
CONDICIONES DE LOCALIZACION	Infraestructuras, planeamiento urbanístico

GRADO DE URBANIZACION	EXISTENTE	PROYECTADO	OBSERVACIONES
ABASTECIMIENTO DE AGUA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Impulsión
ALCANTARILLADO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Saneamiento
ENERGIA ELECTRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Electricidad
CALZADA PAVIMENTADA.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Accesos
ENCINTADO DE ACERA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Accesos

NORMAS DE EDIFICACION				
EN SUELO URBANO <input checked="" type="checkbox"/>	APLICABLE	PROYECTADO	CUMPLE	EN SUELO NO URBANIZABLE <input type="checkbox"/>
PARCELA MINIMA	3500 m2	525 m2	SI	PARCELA MINIMA M2 :%
OCUPACION EN PLANTA %	70	15	SI	
RETRANQUEOS A FACHADA MTS.	15	15	SI	
RETRANQUEOS A LINDEROS MTS.	5 (Este), 10 (Posterior)	5 (laterales), (posterior)	SI	
EDIFICABILIDAD M2/M2-M3/M2	0,80	0,15	SI	
ALTURA MTS-Nº PLANTAS	12	9	SI	
FONDO MAX. MTS: PLANTA BAJA	-	-	SI	
FONDO MAX. MTS.: OTRAS PLANTAS	-	-	SI	
ANCHO DE LA CALLE MTS	15	15	SI	
VUELOS, ALTURA EN MTS	-	-	SI	
VUELOS SALIENTE MTS	-	-	SI	
USO BAJO CUBIERTA	-	-	SI	
PATIOS MTSxMTS:INTERIORES	-	-	SI	
PATIOS MTSxMTS: A FACHADA	-	-	SI	
PENDIENTE DE CUBIERTA %	50	11,3	SI	
OTROS PARAMETROS				CONDICIONES ESPECIALES

NOTA

El graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales que suscribe, declara bajo su responsabilidad que las circunstancias que concurren y las **Normativas Urbanísticas** de aplicación del **Proyecto**, son las indicadas.

Por ello firma en cumplimiento del artículo 57 del **Reglamento de Disciplina Urbanística**, así como lo dispuesto en el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, firmo el presente documento en Valladolid a julio de 2017.

Fdo:

Carlos Carbajo Vallejo
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

ANEJO II – Cálculos de línea de recubrimiento electroquímico

Tabla de contenido

Tabla de contenido	5
1- TIEMPOS DE APLICACIÓN DE BAÑOS METÁLICOS ELECTROQUÍMICOS	6
1.1- Baño cobre cianurado	7
1.2- Baño cobre ácido.....	8
1.3- Baño níquel.....	8
1.4- Baño preplata	9
1.5- Baño plata.....	10
2- CORRIENTE MÁXIMA APLICADA.....	10
3- DIMENSIONADO CUBAS DE TRATAMIENTO	11
3.1- Distancia mínima de los ánodos	11
3.2- Distancia mínima de las piezas a las paredes	11
3.3- Medidas del tambor elegido	11
3.4- Dimensionado de las cubas	12
4- DIMENSIONADO DE ÁNODOS.....	13
5- SECCIÓN CONDUCTORES RECTIFICADOR-EQUIPO	14
5.1- Material del conductor	15
5.2- Cálculo de la sección.....	15
6- SECCIÓN CONDUCTORES DE CONTACTO	16
7- CÁLCULO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN	18
7.1- Calor necesario para calentar el electrolito.....	18
7.2- Cálculo de pérdidas.....	19
7.2.1- Pérdidas por evaporación del agua en la cuba.....	20
7.2.2- Pérdidas por radiación.....	21
7.2.3- Perdidas por convección natural entre agua y aire	22
7.2.4- Perdidas por inmersión de piezas frías	23
7.2.5- Pérdidas producidas por arrastres	24
7.2.6- Pérdidas totales	25

1- TIEMPOS DE APLICACIÓN DE BAÑOS METÁLICOS ELECTROQUÍMICOS

Los cálculos para calcular el tiempo de aplicación sabiendo el espesor requerido por el cliente lo calculamos mediante la Ley de Faraday.

Las leyes de Faraday en la electrolisis es una relación cuantitativa basadas en las investigaciones electroquímicas publicadas por Michael Faraday en 1834. Las leyes de Faraday pueden resumirse en:

$$W = \frac{Q P_A}{F n}$$

Donde:

- W= Cantidad de masa de la sustancia liberada en un electrodo [g]
- Q= Es la carga eléctrica total que pasa a través de la sustancia en Culombios.
- F= Constante de Faraday = 96485 [A · s / mol]
- P_A =Masa molar de la sustancia [g/mol]
- n = es el número de valencia de los iones de la sustancia (electrones transferidos por ion).

Para la primera Ley de Faraday, P_A, F y n son constantes. De esta forma cuanto mayor sea la carga eléctrica total, más grande será la cantidad de masa liberada.

En la segunda ley de Faraday, Q, F y n son constantes, por lo que cuanto mayor sea la relación P_A/n (peso equivalente) mayor será la cantidad de masa liberada.

En el caso simple de la electrolisis de corriente constante, Q = It

$$m = \frac{IT M}{F z} \Rightarrow m = \frac{IT 1}{F z}$$

Donde:

- m= número de moles liberados de la sustancia [m = W/ P_A]
- T=Tiempo que dura el proceso [s]

En el caso más complicado de una corriente eléctrica variable, la carga total Q es la corriente eléctrica de la función I(τ) integrada en el tiempo (τ).

$$Q = \int_0^T I(\tau) d\tau$$

Si desarrollamos la expresión en el caso simple de la electrolisis de corriente constante llegamos a la siguiente ecuación:

$$W = \frac{I \cdot T \cdot P_A}{n \cdot F}$$

Donde:

- W= Cantidad de metal que se ha corroído o depositado [g]
- I= Corriente [A]
- T=Tiempo que dura el proceso [s]
- P_A=Masa atómica del metal [g/mol]
- n= Valencia del metal
- F=Constante de Faraday = 96485 [A · s / mol]

Como no poseemos el dato de la cantidad de metal a depositar pero si su espesor, y los parámetros óptimos de funcionamiento los tenemos en función de la densidad de corriente y su rendimiento, optemos:

$$T = \frac{W \cdot n \cdot F}{I \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{\rho \cdot V \cdot n \cdot F}{I \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{\rho \cdot (e \cdot A) \cdot n \cdot F}{I \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} =$$

$$T = \frac{\rho \cdot e \cdot n \cdot F}{\rho_A \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}}$$

Donde:

- ρ=Densidad del metal depositado [g/dm³]
- e=Espesor depositado [dm]
- ρ_A=Densidad de corriente [A/dm²]

1.1- Baño cobre cianurado

Condiciones de trabajo del baño de cobre cianurado:

Temperatura	30-65°C
Densidad de corriente	1-1.5 A/dm ²
Rendimiento de la corriente	85-95%
pH	10-12,6
Valencia del cobre	1
Peso Atómico	63,5 g/mol
Densidad del Cobre	8,93 (Kg/dm ³)

Como queremos obtener un espesor de 8 micras obtenemos mediante la segunda ley de Faraday:

$$T = \frac{\rho \cdot e \cdot n \cdot F}{\rho_A \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{8930 \frac{g}{dm^3} \cdot 8 \cdot 10^{-5} dm \cdot 1 \cdot 96485}{1,5 \frac{A}{dm^2} \cdot 63,5 \frac{g}{mol} \cdot 0,85} = 851,368$$

El tiempo obtenido para conseguir dicho espesor será de 14,189 minutos.

1.2- Baño cobre ácido

Condiciones de trabajo del baño de cobre ácido:

Temperatura	25-30°C
Densidad de corriente	2-10 A/dm ²
Rendimiento de la corriente	96%-100%
Valencia del cobre	2
Peso Atómico	63,5 g/mol
Densidad del Cobre	8,93 (Kg/dm ³)

Como queremos obtener un espesor de 7 micras obtenemos mediante la segunda ley de Faraday:

$$T = \frac{\rho \cdot e \cdot n \cdot F}{\rho_A \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{8930 \frac{g}{dm^3} \cdot 7 \cdot 10^{-5} dm \cdot 2 \cdot 96485}{10 \frac{A}{dm^2} \cdot 63,5 \frac{g}{mol} \cdot 0,96} = 197,877s$$

El tiempo obtenido para conseguir dicho espesor será de 3,298 minutos.

1.3- Baño níquel

Condiciones de trabajo del baño de níquel:

Temperatura	50-65°C
Densidad de corriente	1-8 A/dm ²
Rendimiento de la corriente	95%-100%
pH	3,5-4,5

Valencia del níquel	2
Peso Atómico	58.71 g/mol
Densidad del Cobre	8,908 (Kg/dm ³)

Como queremos obtener un espesor de 10 micras obtenemos mediante la segunda ley de Faraday:

$$T = \frac{\rho \cdot e \cdot n \cdot F}{\rho_A \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{8908 \frac{g}{dm^3} \cdot 10 \cdot 10^{-5} dm \cdot 1 \cdot 96485}{8 \frac{A}{dm^2} \cdot 58.71 \frac{g}{mol} \cdot 0,95} = 385,251 s$$

El tiempo obtenido para conseguir dicho espesor será de 6,421 minutos.

1.4- Baño preplata

Condiciones de trabajo del baño de plata cianurado:

Temperatura	28-30 °C
Densidad de corriente	1 A/dm ²
Rendimiento de la corriente	95%-100%
Valencia de la plata	2
Peso Atómico	107.87 g/mol
Densidad de la plata	10,49 (Kg/dm ³)

Como queremos obtener un espesor de 0,1 micras obtenemos mediante la segunda ley de Faraday:

$$T = \frac{\rho \cdot e \cdot n \cdot F}{\rho_A \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{10490 \frac{g}{dm^3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-5} dm \cdot 2 \cdot 96485}{1 \frac{A}{dm^2} \cdot 107,88 \frac{g}{mol} \cdot 0,95} = 19,752 s$$

El tiempo obtenido para conseguir dicho espesor será de 0,329 minutos.

1.5- Baño plata

Condiciones de trabajo del baño de plata cianurado:

Temperatura	28-30°C
Densidad de corriente	1 A/dm ²
Rendimiento de la corriente	95%-100%
Valencia de la plata	2
Peso Atómico	107.87 g/mol
Densidad de la plata	10,49 (Kg/dm ³)

Como queremos obtener un espesor de 2 micras obtenemos mediante la segunda ley de Faraday:

$$T = \frac{\rho \cdot e \cdot n \cdot F}{\rho_A \cdot P_A \cdot \eta_{Corriente}} = \frac{10490 \frac{g}{dm^3} \cdot 0,1 \cdot 10^{-5} dm \cdot 2 \cdot 96485}{1 \frac{A}{dm^2} \cdot 107,88 \frac{g}{mol} \cdot 0,95} = 395,031s$$

El tiempo obtenido para conseguir dicho espesor será de 6,584 minutos.

2- CORRIENTE MÁXIMA APLICADA

Para calcular la corriente máxima aplicada, con multiplicaremos el área a recubrir por la densidad de corriente usada en el proceso.

▪ Desengrase electroquímico:	$I = \rho_A \cdot A = 10 \cdot 100 = 1000 A$
▪ Cobre cianurado:	$I = \rho_A \cdot A = 1,5 \cdot 100 = 150 A$
▪ Cobre ácido:	$I = \rho_A \cdot A = 10 \cdot 100 = 1000 A$
▪ Níquel brillante:	$I = \rho_A \cdot A = 8 \cdot 100 = 800 A$
▪ Preplata:	$I = \rho_A \cdot A = 1 \cdot 100 = 100 A$
▪ Plata:	$I = \rho_A \cdot A = 1 \cdot 100 = 100 A$
▪ Pasivado	$I = \rho_A \cdot A = 1 \cdot 100 = 100 A$

3- DIMENSIONADO CUBAS DE TRATAMIENTO

Para dimensionar las cubas de tratamiento tendremos en cuenta el volumen mínimo necesario de electrolito para tener unas condiciones óptimas en el proceso, distribución de los ánodos, distancia mínima de los objetos respecto las paredes de la cuba, y la superficie.

3.1- Distancia mínima de los ánodos

La distancia mínima aconsejable de las piezas respecto los ánodos. Viene tabulada en la guía de mejores técnicas, debido a las experiencias se determina que la distancia recomendable es de 10 cm desde el tambor para favorecer la distribución de las líneas de corriente dentro del baño.

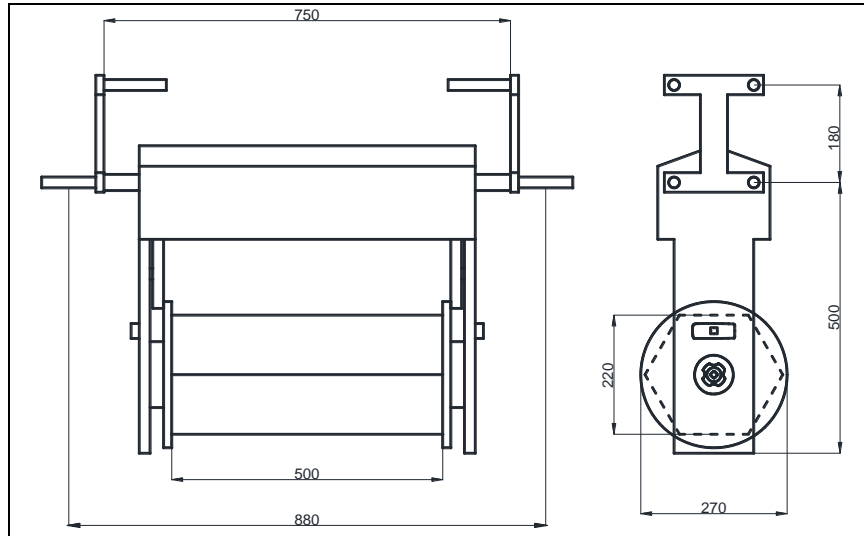
En caso de tener superficies muy complejas se deberá aumentar la distancia por lo que para obtener una mayor flexibilidad de la línea se establecen 5 cm a mayores desde los ánodos hasta la pared de la cuba.

3.2- Distancia mínima de las piezas a las paredes

Para obtener una circulación libre en el fondo y en los laterales para favorecer la filtración y homogeneidad del baño se establecen entre 10 y 20 cm. También habrá que tener en cuenta que las piezas deberán estar 10 cm por debajo de la superficie, también habrá que tener en cuenta de que no rebose el electrolito al introducir piezas voluminosas.

3.3- Medidas del tambor elegido

El tambor está preparado para más de 10 kg, en concreto para 25 Kg del proveedor "Drusidt":



Esta cuba cumple con las exigencias de masa, y de volumen, debido que para poder con el total de las piezas es necesario contar con el siguiente volumen:

$$V_{pieza} = \pi \cdot R^2 \cdot h = \pi \cdot 14^2 \cdot 12,5 = 2450\pi \text{ mm}^3$$

$$V_{total} = 2450\pi \cdot 339 = 2,60 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

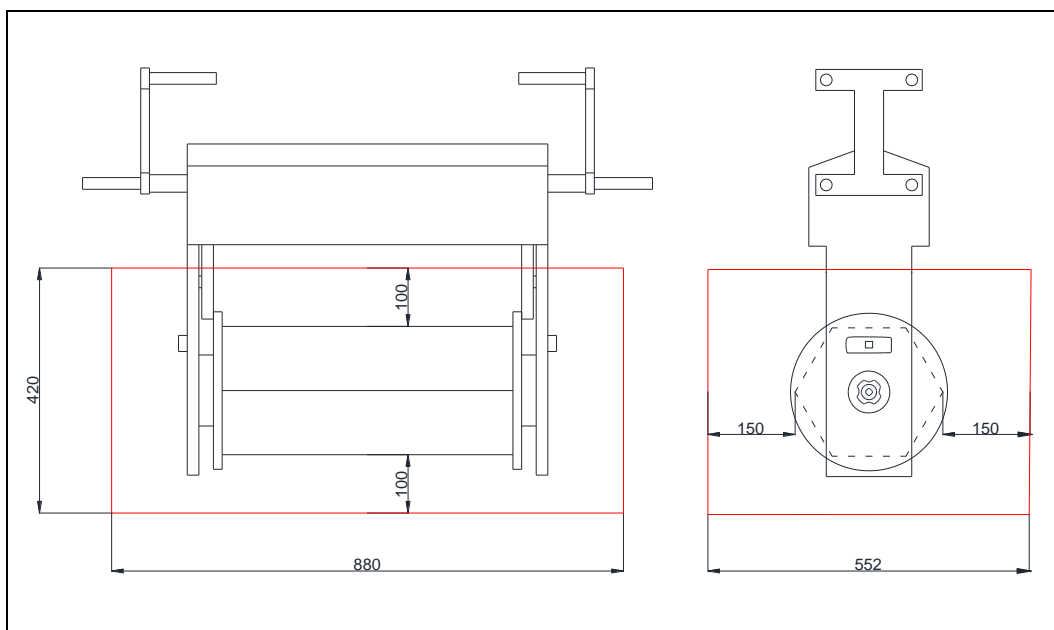
Como se observa es mayor el volumen del bombo por lo que imposibilita su uso para la línea por que se plantea el siguiente modelo:

$$V_{tambor} = \frac{\text{Perimetro} \cdot \text{Apotema}}{2} \cdot L = 20,96 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

El tambor elegido es el modelo 34460 de “Druseidt “, dicho tambor cumple con los requisitos de peso y volumen exigidos por las piezas.

3.4- Dimensionado de las cubas

Para el dimensionado de las cubas, debemos cumplir con las medidas que hemos especificado anteriormete, las cuales eran 10 cm entre el fondo y la superficie, y 150 cm para los ánodos. Por lo que gráficamente queda lo siguiente:



Queda dispuesto que necesitaremos una cuba que cumpla esas especificaciones, lo que da una cuba de aproximadamente de 204 litros de capacidad.

4- DIMENSIONADO DE ÁNODOS

Para tener el mayor rendimiento y la mayor duración posible en los ánodos se calcula principalmente con la relación de superficies.

Para ello la relación de superficies debe normalmente será 1/1 o mayor. Hay que tener en cuenta que los ánodos irán dispuestos de forma equitativa y que nuestra instalación al ser producción continua y granel, tenemos las piezas dispuestas en cestas.

Baño electrolítico	$S_{\text{Ánodo}}/S_{\text{Cátodo}}$	Superficie teórica ánodo
Desengrase electrolítico	1/1	1 m ²
Cobre cianurado	1/1 Mínimo	Mínimo 1 m ²
Cobre ácido	1/1	1 m ²
Níquel brillante	1/1	1 m ²
Latón brillante	1,5/1 Mínimo	1,5 m ²
Plata	1/1 Mínimo	Mínimo 1 m ²
Pasivado	1/1	1 m ²

Por lo que tenemos gran cantidad de piezas y superficies que están siendo recubiertas al mismo tiempo, eso conllevará a tener siempre los ánodos

en la mejor situación posible para minimizar el consumo excesivo de los productos que componen el electrolito y reducir la posibilidad de se produzcan desequilibrios en la solución al alterar sus concentraciones.

Su volumen podremos estimarlo mediante el rendimiento mínimo que tendrá el baño y el volumen de material que deberá depositarse. El rendimiento mínimo es difícil de analizar sin datos previos del suministrador.

El rendimiento del ánodo depende de su pureza y acabado superficial, algo que ya no es inconveniente para conseguir altos rendimiento ya que los métodos de fabricación actuales consiguen purezas de más del 99,90%, fabricantes como Belmont Metals superan el 90,95%. Lastra más la ausencia de una planta piloto en el que tener unos resultados, por lo que se escogerá un rendimiento del 100%, ya que según estudios el ánodo siempre tenderá al máximo rendimiento, mientras que el limitante es el cátodo y la bolsa anódica.

Baño electrolítico	Volumen depositado (m³)	Densidad Ánodo (Kg/m³)	Masa necesaria (Kg)
Ánodo			
Desengrase	Ánodo NO soluble		
Acero inoxidable			
Cobre cianurado	$3,84 \cdot 10^{-4}$	8960	3,440
Cobre			
Cobre ácido	$3,36 \cdot 10^{-4}$	8960	3,011
Cobre-Fosforo			
Níquel brillante	$4,80 \cdot 10^{-4}$	8908	4,276
Níquel			
Preplata	Ánodo NO soluble		
Acero inoxidable			
Plata	$9,60 \cdot 10^{-5}$	10490	1,000
Plata			

5- SECCIÓN CONDUCTORES RECTIFICADOR-EQUIPO

Para la unión entre el rectificador y el equipo electroquímico, necesitaremos secciones no estándares debido a la alta intensidad necesaria y en corriente continua.

5.1- Material del conductor

Primero elegiremos el material a usar, partiendo de su nivel de conductividad y su valor económico. El conductor en este tipo de casos suele ser en forma de barras y pletinas desnudas, aunque también existe como alternativa conductores trenzados. En cuanto a materiales los más comunes son el cobre y el aluminio para este tipo de usos.

- Aluminio

Resistividad	$0,028 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
--------------	---

Conductividad eléctrica	$36,60 \frac{\text{m}}{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}$
-------------------------	---

- Cobre

Resistividad	$0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
--------------	---

Conductividad eléctrica	$59,0 \frac{\text{m}}{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}$
-------------------------	--

Hay que destacar que las secciones de las barras, así como los contactos que una

5.2- Cálculo de la sección

Para el cálculo de sección mínima requerida usaremos la siguiente formula.

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V}$$

Donde:

- S= Sección calculada (mm²)
- ρ=Resistividad
- L=Longitud de la línea (m)
- ΔV=Caída de tensión máxima admisible

Según el reglamento de baja tensión, para instalaciones que no pertenecen a instalaciones domésticas o de alumbrado, la caída de tensión máxima admisible recomendada será del 5%. Por lo que en nuestra instalación para evitar posibles faltas de voltaje será de un 3%

En cuanto a las distancias longitudinales serán de aproximadamente 15 metros de distancia en el peor de los casos.

Desengrase electroquímico

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 1000 \text{ A} \cdot 15 \text{ m}}{5 \cdot 0,03} = 3400 \text{ mm}^2$$

Cobre cianurado

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 150 \text{ A} \cdot 15 \text{ m}}{8 \cdot 0,03} = 318,75 \text{ mm}^2$$

Cobre ácido

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 1000 \text{ A} \cdot 15 \text{ m}}{10 \cdot 0,03} = 1700 \text{ mm}^2$$

Níquel brillante

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 800 \text{ A} \cdot 15 \text{ m}}{8 \cdot 0,03} = 1700 \text{ mm}^2$$

Preplata

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 100 \text{ A} \cdot 15 \text{ m}}{4 \cdot 0,03} = 425 \text{ mm}^2$$

Plata

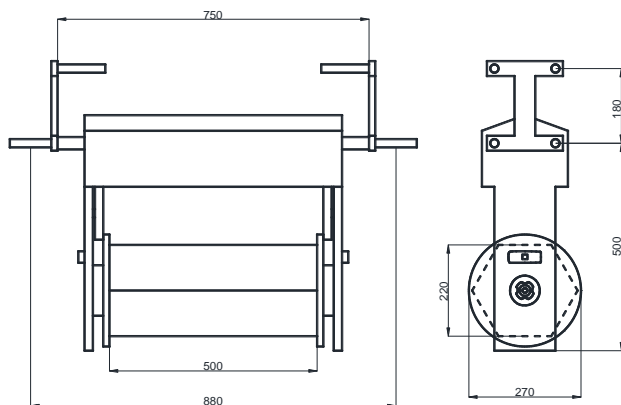
$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 100 \text{ A} \cdot 15 \text{ m}}{4 \cdot 0,03} = 425 \text{ mm}^2$$

6- SECCIÓN CONDUCTORES DE CONTACTO

Como en el apartado anterior para el cálculo de la sección mínima requerida usaremos la siguiente formula:

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V}$$

En cuanto a la longitud de los conductores será la misma en todos los baños debido a que siempre recorre el mismo tambor toda la línea y no hay traspasos entre diferentes tambores en toda la línea.



La longitud será la mitad de longitud hasta la zona de apoyo donde estarán los contactos eléctricos que es 750 (375 mm) sumado la parte lateral hasta la zona de contacto con el resto de la instalación que es aproximadamente 350 mm. Por lo que los conductores deberán tener una longitud de 725 mm,

El en el catálogo del proveedor el modelo más similar es de 700 mm, es importante que sea más corto, debido a que no deben tocarse en el interior de la cuba para evitar cortocircuitos.

La caída de tensión máxima admisible en el conductor será únicamente de 1% al ser una parte crítica de la instalación.

Desengrase electroquímico

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 1000 \text{ A} \cdot 0,7 \text{ m}}{5 \cdot 0,01} = 476 \text{ mm}^2$$

Cobre cianurado

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 150 \text{ A} \cdot 0,7 \text{ m}}{8 \cdot 0,01} = 44,625 \text{ mm}^2$$

Cobre ácido

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 1000 \text{ A} \cdot 0,7 \text{ m}}{10 \cdot 0,01} = 238 \text{ mm}^2$$

Níquel brillante

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 800 \text{ A} \cdot 0,7 \text{ m}}{8 \cdot 0,01} = 238 \text{ mm}^2$$

Preplata/Plata

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L}{\Delta V} = \frac{2 \cdot 0,017 \frac{\text{ohm} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 100 \text{ A} \cdot 0,7 \text{ m}}{4 \cdot 0,01} = 59,5 \text{ mm}^2$$

7- CÁLCULO TÉRMICO DE LA INSTALACIÓN

Como ya se ha previsto, se necesitará una forma de calentar los baños de la instalación, esto se hará mediante resistencias eléctricas introducidas en los baños, los baños que necesitan de este sistema serán:

- Desengrase alcalino
- Lavado
- Desengrase electroquímico
- Baño cobre cianurado
- Baño cobre ácido
- Baño níquel brillante
- Baño plata

7.1- Calor necesario para calentar el electrolito

$$Q_t = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

- Q_t = Calor necesario
- V = Volumen de electrolito
- ρ =Densidad del electrolito (110% la densidad del agua)
- C_p =Calor específico del electrolito (Calor del agua sobredimensionado un 10%)

Desengrase por detergentes

$$Q_t = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 225,5 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 62229882 \text{ julios}$$

Desengrase electroquímico

$$Q_t = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 225,5 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 62229882 \text{ julios}$$

Baño cobre cianurado

$$Q_t = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 225,5 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (65 - 20) = 46672411,5 \text{ julios}$$

Baño cobre ácido

$$Q_t = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 225,5 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 20) = 10371647 \text{ julios}$$

Baño níquel brillante

$$Q_t = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 225,5 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (65 - 20) = 46672411,5 \text{ julios}$$

Baño plata

$$Q_t = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 225,5 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 20) = 10371647 \text{ julios}$$

Los resultados obtenidos pasados a Watios serán:

Baño	Vatios
Desengrase por detergentes	17286,078
Desengrase electroquímico	17286,078
Baño cobre cianurado	12964,559
Baño cobre ácido	2881,013
Baño níquel brillante	12964,559
Baño plata	2881,013

Se observa, que los baños que más calientes necesitan estar, necesitarían una resistencia de unos 18 Kw, lo cual muy grande, por lo cual se estima que es preferible calentar los baños y evitar que estos vuelvan a bajar a la temperatura ambiente. Pudiendo usar una resistencia más pequeña y evitar consumos desproporcionados de electricidad en esta etapa.

7.2- Cálculo de pérdidas

En los baños caliente se producirán pérdidas de calor debido principalmente a la necesidad de renovar parte de baño electrolítico, o por convección y radiación. Estas perdidas se detallan a continuación.

7.2.1- Pérdidas por evaporación del agua en la cuba

Las pérdidas por evaporación se deben a la temperatura y a la capacidad del aire de absorber humedad, para ello se debe calcular primero la cantidad de líquido evaporado. Para ello escogemos los valores de una tabla con una humedad relativa del 30% y para 1 hora, el cual es un valor aconsejable para unas buenas condiciones de trabajo y bastante común en una industria de este tipo.

- $80^{\circ}\text{C} = 1,85 \text{ kg/m}^2$
- $65^{\circ}\text{C} = 1,20 \text{ kg/m}^2$
- $30^{\circ}\text{C} = 0,27 \text{ kg/m}^2$

Después aplicaremos ecuación del calor para evaluar las pérdidas y el calor necesario para contrarrestarlas mediante la adición del volumen necesario de baño electrolítico para mantener estable el volumen total en la cuba.

Desengrase por detergentes

$$M_e = 1,85 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 0,48 = 0,89 \text{ kg}$$

$$Q_e = M_e \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,89 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 245056,032 \text{ J}$$

Desengrase electroquímico

$$M_e = 1,85 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 0,48 = 0,89 \text{ kg}$$

$$Q_e = M_e \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,89 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 245056,032 \text{ J}$$

Baño cobre cianurado

$$M_e = 1,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 0,48 = 0,58 \text{ kg}$$

$$Q_e = M_e \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,58 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (65 - 20) = 1119216,448 \text{ J}$$

Baño cobre ácido

$$M_e = 0,27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 0,48 = 0,13 \text{ kg}$$

$$Q_e = M_e \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,13 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 20) = 5960,822 \text{ J}$$

Baño níquel brillante

$$M_e = 1,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 0,48 = 0,58 \text{ kg}$$

$$Q_e = M_e \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,58 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (65 - 20) = 1119216,448 \text{ J}$$

Baño plata

$$M_e = 0,27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 0,48 = 0,13 \text{ kg}$$

$$Q_e = M_e \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,13 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 20) = 5960,822 \text{ J}$$

7.2.2- Pérdidas por radiación

Estas pérdidas son debidas al calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura. Los cuerpos emiten este tipo de radiación electromagnética dependiendo de la temperatura y de la longitud de onda. Para su correcto cálculo usaremos la ley de Stefan-Boltzmann para la obtención de la potencia emisiva de calor por radiación:

$$Q_r = \sigma \cdot \epsilon \cdot S \cdot (T_L^4 - T_A^4)$$

- Q_r =Calor por radiación (W)
- σ =Constante de Stefan-Boltzmann
 - $5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4})$
- ϵ =Emisividad del agua
 - 0,91
- S =Superficie de la lámina de agua (m^2).
 - En nuestro caso $0,48 \text{ m}^2$
- T_L =Temperatura del líquido (K)
- T_A =Temperatura de ambiente (K)

Desengrase por detergentes

$$Q_r = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot k^4} \cdot 0,91 \cdot 0,48 m^2 \cdot (353,16^4 - 293,16^4) \\ = 202,342 W$$

Desengrase electroquímico

$$Q_r = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot k^4} \cdot 0,91 \cdot 0,48 m^2 \cdot (353,16^4 - 293,16^4) \\ = 202,342 W$$

Baño cobre cianurado

$$Q_r = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot k^4} \cdot 0,91 \cdot 0,48 m^2 \cdot (338,16^4 - 293,16^4) \\ = 140,938 W$$

Baño cobre ácido

$$Q_r = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot k^4} \cdot 0,91 \cdot 0,48 m^2 \cdot (303,16^4 - 293,16^4) \\ = 26,268 W$$

Baño níquel brillante

$$Q_r = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot k^4} \cdot 0,91 \cdot 0,48 m^2 \cdot (338,16^4 - 293,16^4) \\ = 140,938 W$$

Baño plata

$$Q_r = 5,6704 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot k^4} \cdot 0,91 \cdot 0,48 m^2 \cdot (303,16^4 - 293,16^4) \\ = 26,268 W$$

7.2.3- Perdidas por convección natural entre agua y aire

Este tipo de pérdidas se produce por la transmisión a través de un medio del calor existente en la superficie del tanque, para ello usa el aire en contacto y la capa de evaporación. Para calcular este tipo de pérdidas usamos la ley del enfriamiento de newton:

$$Q_c = h \cdot S \cdot (T_L - T_A)$$

- Q_r =Calor por convección (W)

- h =Coeficiente de convección natural
 - Agua en reposo = $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
- T_L =Temperatura del líquido ($^{\circ}\text{C}$)
- T_A =Temperatura de ambiente ($^{\circ}\text{C}$)

Desengrase por detergentes

$$Q_c = 50 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 0,48 \cdot (80 - 20) = 1440 \text{ W}$$

Desengrase electroquímico

$$Q_c = 50 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 0,48 \cdot (80 - 20) = 1440 \text{ W}$$

Baño cobre cianurado

$$Q_c = 50 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 0,48 \cdot (65 - 20) = 1080 \text{ W}$$

Baño cobre ácido

$$Q_c = 50 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 0,48 \cdot (30 - 20) = 240 \text{ W}$$

Baño níquel brillante

$$Q_c = 50 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 0,48 \cdot (65 - 20) = 1080 \text{ W}$$

Baño plata

$$Q_c = 50 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 0,48 \cdot (30 - 20) = 240 \text{ W}$$

7.2.4- Perdidas por inmersión de piezas frías

Este tipo de perdidas provienen al entrar en contacto una pieza a temperatura ambiente con el líquido caliente, lo que producirá la necesidad de contrarrestarlo mediante el calentamiento de las piezas, pese que las piezas irán recubiertas por diferentes recubrimientos en las distintas etapas, al ser espesores muy pequeños, tomaremos como si todas las piezas fuesen sin recubrir.

La ecuación del calor para calentar las distintas piezas será:

$$Q_i = M \cdot Cp_{acero} \cdot \Delta t$$

Sabiendo que el calor específico del acero es de 460 J/ (kg · K)

Desengrase por detergentes

$$Q_{PF} = 60 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 1655784 \text{ julios}$$

Desengrase electroquímico

$$Q_{PF} = 60 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 1655784 \text{ julios}$$

Baño cobre cianurado

$$Q_{PF} = 60 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (65 - 20) = 1241838 \text{ julios}$$

Baño cobre ácido

$$Q_{PF} = 60 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 20) = 276000 \text{ julios}$$

Baño níquel brillante

$$Q_{PF} = 60 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (65 - 20) = 1241838 \text{ julios}$$

Baño plata

$$Q_{PF} = 60 \text{ kg} \cdot 460 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (30 - 20) = 276000 \text{ julios}$$

7.2.5- Pérdidas producidas por arrastres

Estos dependen de muchas características del tambor como puede ser la velocidad de giro, el tipo de piezas en su interior, el diámetro de los orificios. Para una aproximación de cálculos usaremos el promedio normalmente usado y proporciono por la Guía de MTD en España, el cual es 0,05~0,10 L/Kg. Por lo que en el peor de los casos se estiman 6 L de baño a reponer.

Desengrase por detergentes

$$Q_{Ar} = 6,6 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{\text{J}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} \cdot (80 - 20) = 1821362,4 \text{ julios}$$

Desengrase electroquímico

$$Q_{Ar} = 6,6 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{J}{Kg \cdot K} \cdot (80 - 20) = 1821362,4 \text{ julios}$$

Baño cobre cianurado

$$Q_{Ar} = 6,6 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{J}{Kg \cdot K} \cdot (65 - 20) = 119216,448 \text{ julios}$$

Baño cobre ácido

$$Q_{Ar} = 6,6 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{J}{Kg \cdot K} \cdot (30 - 20) = 5960,822 \text{ julios}$$

Baño níquel brillante

$$Q_{Ar} = 6,6 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{J}{Kg \cdot K} \cdot (65 - 20) = 119216,448 \text{ julios}$$

Baño plata

$$Q_{Ar} = 6,6 \text{ kg} \cdot 4599,4 \frac{J}{Kg \cdot K} \cdot (30 - 20) = 5960,822 \text{ julios}$$

7.2.6- Pérdidas totales

Sumamos todas las pérdidas producidas, pasaremos todas a Vatios para tener una referencia más clara, para ello tomaremos un tiempo de 1 hora como se ha asumido en todos los casos calculados.

Baño	Q _e (W)	Q _r (W)	Q _c (W)	Q _{PF} (W)	Q _{Ar} (W)	TOTAL (W)
Desengrase	68,071	202,342	1440	460	505,934	2676,347
Desengrase	68,071	202,342	1440	460	505,934	2676,347
Cobre Cian.	33,116	140,938	1080	345	376,450	1978,504
Cobre ácido	1,656	26,268	240	76,667	84,3223	428,913
Níquel	33,116	140,938	1080	345	376,450	1978,504
Plata	1,656	26,268	240	76,667	84,3223	428,913

ANEJO III – CÁLCULOS DE INSTALACIONES

Tabla de contenido

1	ESTRUCTURA	31
1.1	Sustentación del edificio.....	31
1.2	Sistema estructural	31
2	Iluminación	32
2.1	Condiciones de iluminación.....	33
2.2	Luminarias instaladas.....	33
2.3	Resumen de resultados luminotécnicos	34
2.3.1	Entrada	34
2.3.2	Distribuidor	35
2.3.3	Pasillo.....	36
2.3.4	Sala de control	37
2.3.5	Laboratorio	38
2.3.6	Despacho 1	39
2.3.7	Despacho 2	40
2.3.8	Sala de reuniones	41
2.3.9	Escaleras (1ª Planta).....	42
2.3.10	Zona de descanso	43
2.3.11	Aseos 1 y 2.....	44
2.3.12	Aseos 3 y 4.....	45
2.3.13	Vestuarios	46
2.3.14	Zona de la línea de producción	47
2.3.15	Almacén.....	48
2.3.16	Almacén de productos químicos	49
2.3.17	Zona de tratamiento de aguas	50
2.3.18	Zona de equipos eléctricos.....	51
3	Electricidad	51
3.1	Fórmulas	51
3.2	Cuadro general de mando y protección	56
3.2.1	Demanda de potencias.....	56
3.2.2	Cálculo de la acometida	56
3.2.3	Cálculo de la línea general de alimentación	57

3.2.4	Cálculo de la Derivación individual	57
3.2.5	Cálculo de la Batería de Condensadores	58
3.2.6	Cálculo de la Línea: Rectificador 150 A	59
3.2.7	Cálculo de la Línea: Rectificador 150 A	59
3.2.8	Cálculo de la Línea: Rectificador 300 A	60
3.2.9	Cálculo de la Línea: Rectificador 1000 A	60
3.2.10	Cálculo de la Línea: Rectificador 2000 A	61
3.2.11	Cálculo de la Línea: Rectificador 2000.....	61
3.2.12	Cálculo de la Línea: CMP- Planta Baja	62
3.2.13	Cálculo de la Línea: CMP-Primera Planta	62
3.2.14	Cálculo de la Línea: Nave.....	63
3.2.15	Cálculo de la Línea: Resistencias.....	64
3.2.16	Cálculo de la Línea: CMP-Iluminación.....	64
3.2.17	Calculo de embarrado del CGMP	65
3.3	Subcuadro - Planta Baja	65
3.3.1	Demanda de potencias.....	65
3.3.2	Cálculo de la Línea (Aseos-Vestuarios).....	66
3.3.3	Cálculo de la Línea (Laboratorio)	67
3.3.4	Cálculo de la Línea (Sala de Control).....	68
3.3.5	Cálculo de la Línea (Pasillo, entrada, distribuidor)	69
3.3.6	Calculo de embarrado.....	71
3.4	Subcuadro -Primera Planta.....	72
3.4.1	Demanda de potencias.....	72
3.4.2	Cálculo de la Línea (Aseos, Sala de descanso).....	72
3.4.3	Cálculo de la Línea (Escaleras-Sala de reuniones).....	73
3.4.4	Cálculo de la Línea (Despachos).....	75
3.4.5	Calculo embarrado CMP-Primera Planta	76
3.5	Subcuadro-Nave	77
3.5.1	Demanda de potencias.....	77
3.5.2	Cálculo de la Línea (Almacén)	77
3.5.3	Cálculo de la Línea (Almacén de productos químicos).....	78
3.5.4	Cálculo de la Línea (Zona de tratamiento de aguas).....	79

3.5.5	Calculo de embarrado-Nave	80
3.6	Subcuadro-Resistencias para el calentamiento de baños.....	81
3.6.1	Demanda de potencias.....	81
3.6.2	Cálculo de la Línea: Desengrase por detergentes.....	81
3.6.3	Cálculo de la Línea: Desengrase electroquímico.....	82
3.6.4	Cálculo de la Línea-Cobre Cianurado.....	82
3.6.5	Cálculo de la Línea (Cobre ácido – Niquel)	83
3.6.6	Cálculo de la Línea (Plata).....	84
3.6.7	Calculo de embarrado - Resistencias para el calentamiento de baños	85
3.7	Subcuadro-Iluminación	86
3.7.1	Demanda de potencias.....	86
3.7.2	Cálculo de la Línea: Oficinas	86
3.7.3	Cálculo de la Línea: Línea.....	87
3.7.4	Cálculo de la Línea: Zona T. Aguas	87
3.7.5	Cálculo de la Línea: Almacén	87
3.7.6	Cálculo de la Línea: Almacén P.Químicos	88
3.7.7	Cálculo de la Línea: Emergencias	88
3.7.8	Calculo de embarrado-Iluminación	89
4	AGUA FRÍA SANITARIA	90
4.1	Condiciones mínimas de suministro	90
4.2	Dimensionamiento de las derivaciones a los aparatos.....	90
4.3	Dimensionado de las derivaciones en los cuartos húmedos.....	90
4.4	Dimensionado de la red general	92
5	AGUA CALIENTE SANITARIA	92
5.1	Condiciones mínimas de suministro	92
5.2	Dimensionamiento de las derivaciones a los aparatos.....	93
5.3	Dimensionado de las derivaciones en los cuartos húmedos.....	93
5.4	Dimensionado de la red general	94
6	SANEAMIENTO.....	95
6.1	Red de aguas residuales	95
6.1.1	Ramales colectores.....	96
6.1.2	Bajantes.....	96

6.1.3	Colectores horizontales	97
6.2	RED DE PLUVIALES.....	98
6.2.1	Red de pluvial cubierta dos aguas.....	98
6.2.2	Colectores.....	100

1 ESTRUCTURA

La estructura se ha dimensionado mediante CYPE 3D mediante las siguiente hipótesis y requisitos.

1.1 Sustentación del edificio

Bases de Cálculo	
Método de cálculo	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.
Verificaciones	Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.
Acciones	Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

1.2 Sistema estructural

Cimentación	
Datos y las hipótesis de partida	A la profundidad de la cota de cimentación teórica, con el cual calcularemos los elementos de cimentación, zapatas y zunchos corridos.
Programa de necesidades	El edificio cuenta con dos plantas sobre rasante.
Bases de cálculo	El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio. El dimensionado de los elementos se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 2.2.1.2. DB-SE-C) y los Estados Límites de Servicio (apartado 2.2.1.3. DB-SE)

Procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DBSE)
Características de los materiales que intervienen	Hormigón armado.

Estructura portante	
Datos y las hipótesis de partida	A partir de una cimentación formada por zapata corrida, zapatas aisladas y zunchos corridos, parte la estructura vertical, en su lado más bajo, formada por muros de hormigón y perfiles de hierro.
Programa de necesidades	Los edificios cuentan únicamente con una planta sobre rasante.
Bases de cálculo	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DBSE).
Procedimientos o métodos empleados	Se emplea un programa informático basado en los métodos matriciales de cálculo de la rigidez.
Características de los materiales que intervienen	Hormigón y perfiles de hierro

2 Iluminación

Una correcta iluminación es necesaria para obtener unas buenas condiciones de trabajo. Con lo que se deberán de realizar los cálculos de iluminación de las instalaciones interiores, para ello se utilizara como programa de apoyo el programa Dialux.

Para ello se debe estimar el número necesario de luminarias para obtener unos valores necesarios, lo cual dependerá de diversos factores como el número de ventanas, altura de las luminarias, material de las superficies (techo, paredes, suelo y puertas) y como es lógico del tipo de luminaria elegida.

2.1 Condiciones de iluminación

Las condiciones de luminosidad se han elegido según la norma UNE 12464.1, la cual dicta las siguientes condiciones:

Zona	Nivel de iluminación (lx)
Sala de control	500
Laboratorio	500
Despachos	500
Zona de descanso	150
Aseos y Vestuarios	200
Pasillo	200
Escaleras	200
Entrada	300
Zonas de fabricación y almacenes	300

2.2 Luminarias instaladas

PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120
1xLED28S/840

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 2800 lm

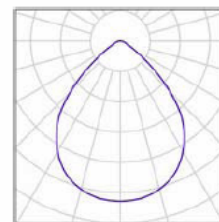
Flujo luminoso (Lámparas): 2800 lm

Potencia de las luminarias: 23.5 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 68 95 99 100 100

Lámpara: 1 x LED28S/840/- (Factor de corrección 1.000).



PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 7175 lm

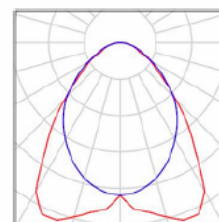
Flujo luminoso (Lámparas): 8750 lm

Potencia de las luminarias: 108.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 61 88 97 100 82

Lámpara: 2 x TL5-49W/840 (Factor de corrección 1.000).



PHILIPS TPS473 3xTL5-73W HFP AC-MLO

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 10414 lm

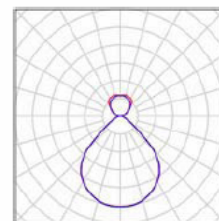
Flujo luminoso (Lámparas): 19650 lm

Potencia de las luminarias: 239.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 75

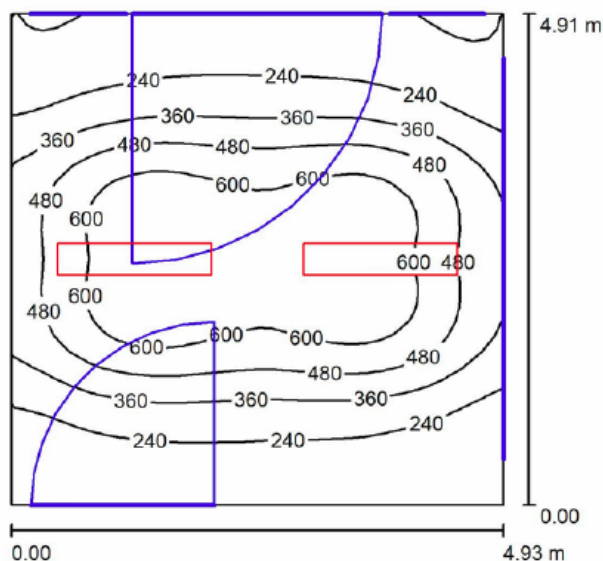
Código CIE Flux: 67 93 99 75 53

Lámpara: 3 x TL5-73W/840 (Factor de corrección 1.000).



2.3 Resumen de resultados luminotécnicos

2.3.1 Entrada



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:64

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	392	105	691	0.267
Suelo	52	339	168	458	0.496
Techo	78	115	79	139	0.685
Paredes (4)	47	173	86	481	/

Plano útil:

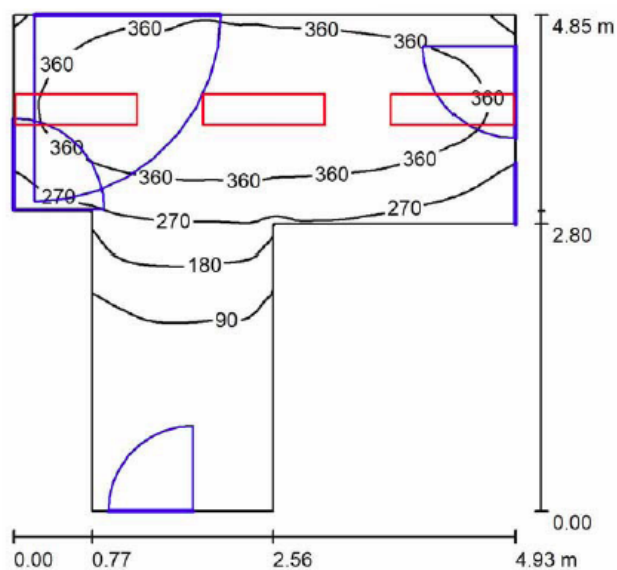
Altura:	0.850 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP (1.000)	7175	8750	108.0
Total:			14350	17500	216.0

Valor de eficiencia energética: $8.93 \text{ W/m}^2 = 2.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.19 m^2)

2.3.2 Distribuidor



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.8/0 m

Valores en Lux, Escala 1:63

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	268	23	449	0.086
Suelo	52	210	32	318	0.155
Techo	78	61	25	138	0.405
Paredes (8)	39	127	23	984	/

Plano útil:

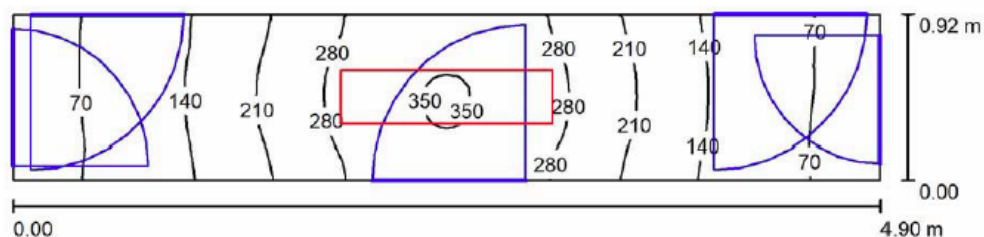
Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/840 (1.000)	2800	2800	23.5
Total:			8400	8400	70.5

Valor de eficiencia energética: $4.69 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.02 m^2)

2.3.3 Pasillo



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.870 m

Valores en Lux, Escala 1:36

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	188	53	354	0.283
Suelo	52	132	70	195	0.531
Techo	78	49	24	100	0.483
Paredes (4)	47	106	24	689	/

Plano útil:

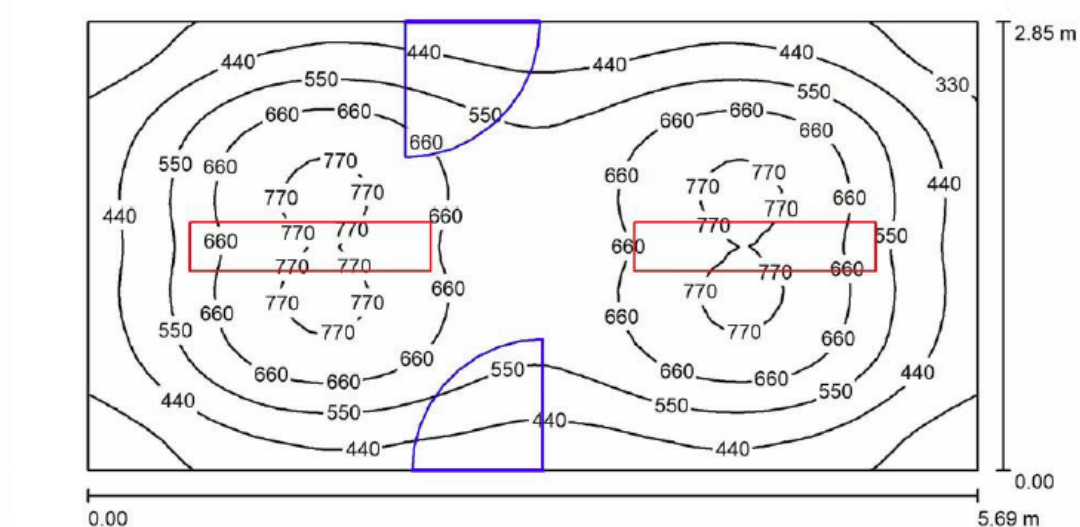
Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 16 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/840 (1.000)	2800	2800	23.5
Total:			2800	Total: 2800	23.5

Valor de eficiencia energética: $5.21 \text{ W/m}^2 = 2.77 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.51 m^2)

2.3.4 Sala de control



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.690 m

Valores en Lux, Escala 1:41

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	558	254	799	0.456
Suelo	52	443	292	514	0.660
Techo	78	150	101	182	0.675
Paredes (4)	47	273	119	402	/

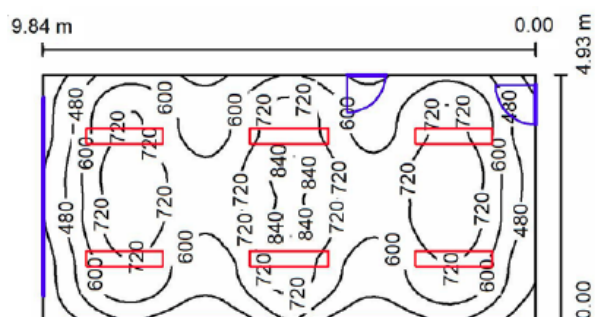
Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama: 32 x 64 Puntos	Pared inferior	17	17	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP (1.000)	7175	8750	108.0
Total:			14350	17500	216.0

Valor de eficiencia energética: $13.30 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.24 m^2)

2.3.5 Laboratorio



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:127

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	624	304	879	0.487
Suelo	52	548	327	776	0.596
Techo	78	199	131	255	0.659
Paredes (4)	47	326	153	495	/

Plano útil:

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

UGR

Pared izq	19
Pared inferior	19
(CIE, SHR = 0.25.)	

Longi-**Tran**

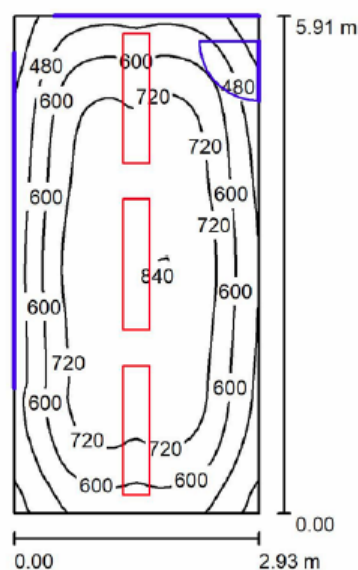
19
19

al eje de luminaria**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP (1.000)	7175	8750	108.0
Total:			43050	52500	648.0

Valor de eficiencia energética: $13.37 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 48.48 m^2)

2.3.6 Despacho 1



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	643	277	847	0.431
Suelo	20	505	347	592	0.687
Techo	70	94	71	176	0.758
Paredes (4)	50	262	92	888	/

Plano útil:

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

UGR

Pared izq
 Pared inferior
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

17
 18

Tran

17
 18

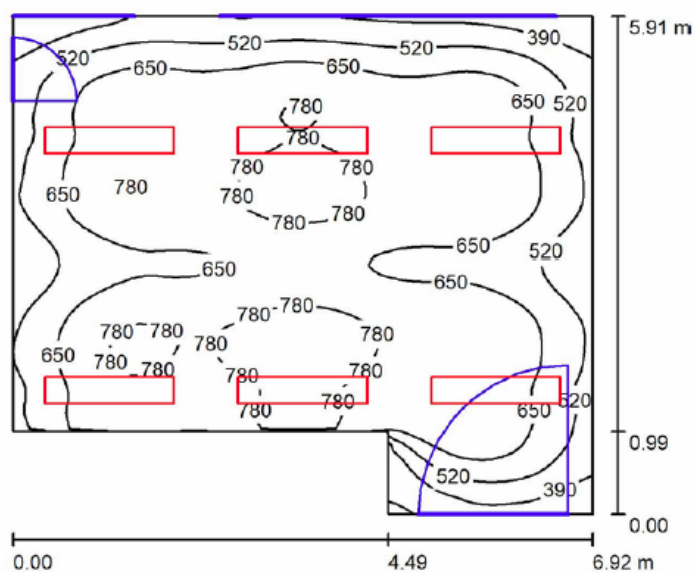
al eje de luminaria

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP (1.000)	7175	8750	108.0
Total:			21525	26250	324.0

Valor de eficiencia energética: $18.74 \text{ W/m}^2 = 2.91 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.29 m^2)

2.3.7 Despacho 2



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:76

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	654	240	858	0.367
Suelo	20	560	271	774	0.484
Techo	70	104	79	151	0.763
Paredes (6)	46	292	96	1060	/

Plano útil:

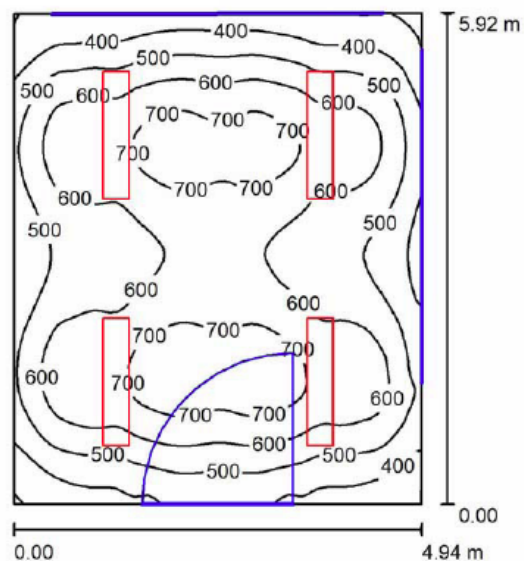
Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP (1.000)	7175	8750	108.0
Total:			43050	52500	648.0

Valor de eficiencia energética: $17.76 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 36.49 m^2)

2.3.8 Sala de reuniones



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	567	274	765	0.483
Suelo	20	477	295	674	0.618
Techo	70	88	61	112	0.691
Paredes (4)	50	230	88	361	/

Plano útil:

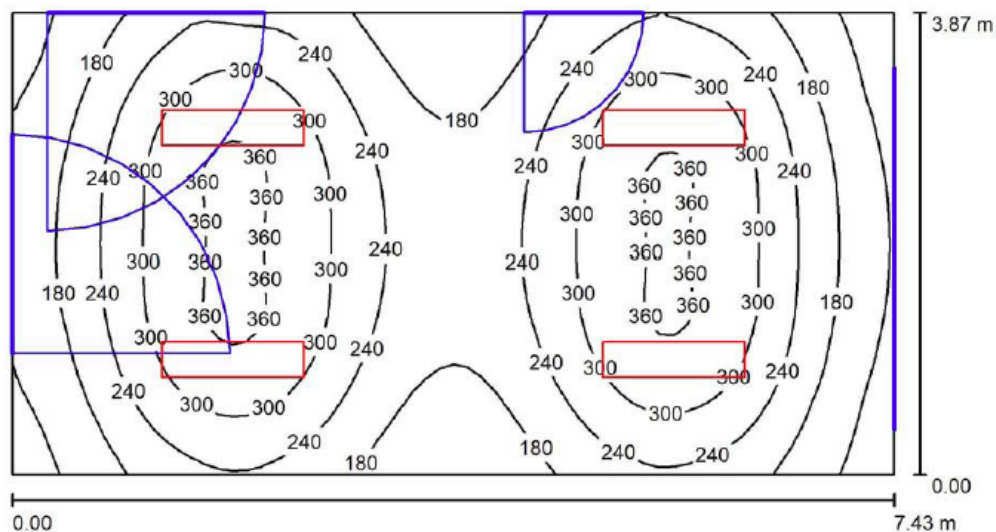
Altura:	0.850 m
Trama:	64 x 64 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS TBH375 2xTL5-49W HFP (1.000)	7175	8750	108.0
Total:			28700	35000	432.0

Valor de eficiencia energética: $14.81 \text{ W/m}^2 = 2.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 29.18 m^2)

2.3.9 Escaleras (1ª Planta)



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.870 m

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	243	93	373	0.382
Suelo	20	206	117	263	0.569
Techo	70	39	26	47	0.666
Paredes (4)	50	85	30	214	/

Plano útil:

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

UGR

Pared izq
 Pared inferior
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

17
 17

Tran

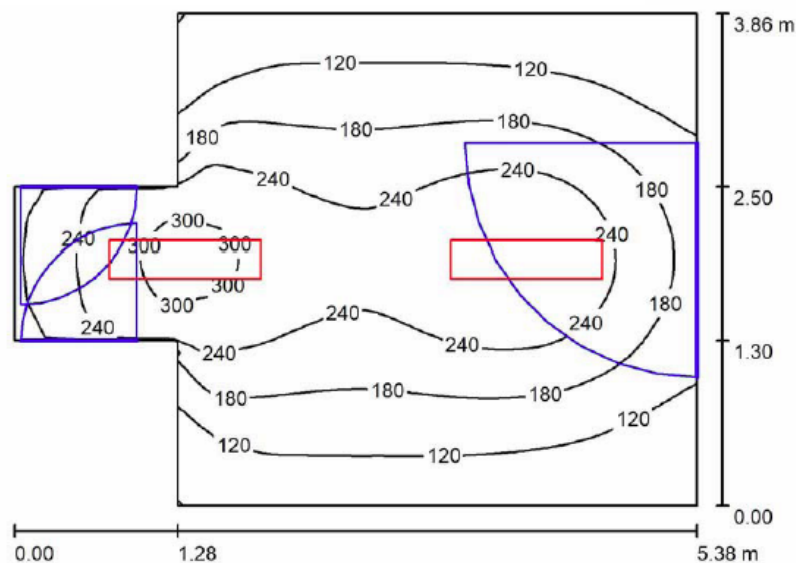
17
 17

al eje de luminaria**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/830 (1.000)	2800	2800	24.5
Total:			11200	11200	98.0

Valor de eficiencia energética: $3.41 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.71 m^2)

2.3.10 Zona de descanso



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	185	56	318	0.301
Suelo	20	149	74	199	0.496
Techo	70	29	19	50	0.662
Paredes (8)	47	66	20	465	/

Plano útil:

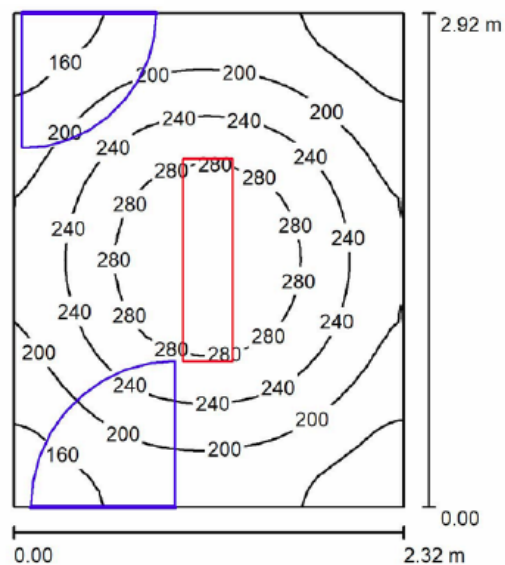
Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/830 (1.000)	2800	2800	24.5
Total:			5600	5600	49.0

Valor de eficiencia energética: $2.82 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.36 m^2)

2.3.11 Aseos 1 y 2



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.870 m

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	220	127	318	0.576
Suelo	68	161	122	190	0.759
Techo	78	55	38	64	0.685
Paredes (4)	50	106	43	182	/

Plano útil:

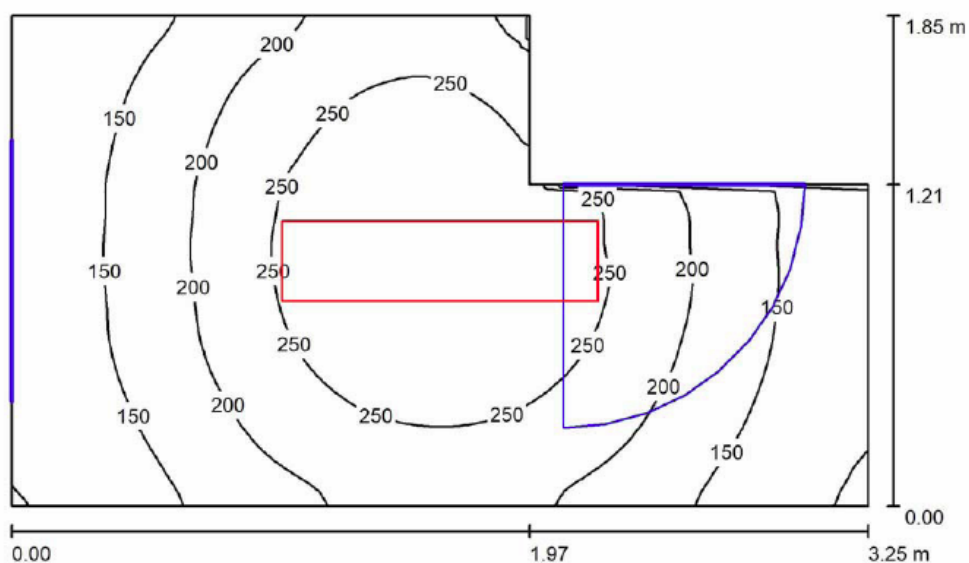
Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/840 (1.000)	2800	2800	23.5
Total:			2800	2800	23.5

Valor de eficiencia energética: $3.47 \text{ W/m}^2 = 1.58 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.78 m^2)

2.3.12 Aseos 3 y 4



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.890 m

Valores en Lux, Escala 1:24

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	201	94	301	0.467
Suelo	20	132	88	164	0.663
Techo	70	31	18	61	0.573
Paredes (6)	41	84	18	849	/

Plano útil:

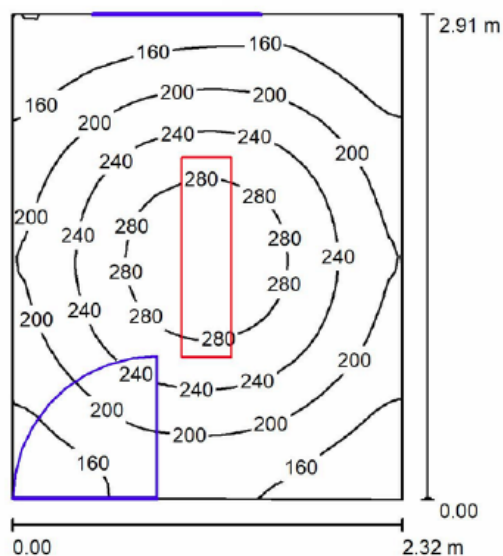
Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/830 (1.000)	2800	2800	24.5
Total:			2800	2800	24.5

Valor de eficiencia energética: $4.72 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.20 m^2)

2.3.13 Vestuarios



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.870 m

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	210	116	310	0.554
Suelo	68	151	112	180	0.741
Techo	78	47	33	54	0.697
Paredes (4)	47	98	37	173	/

Plano útil:

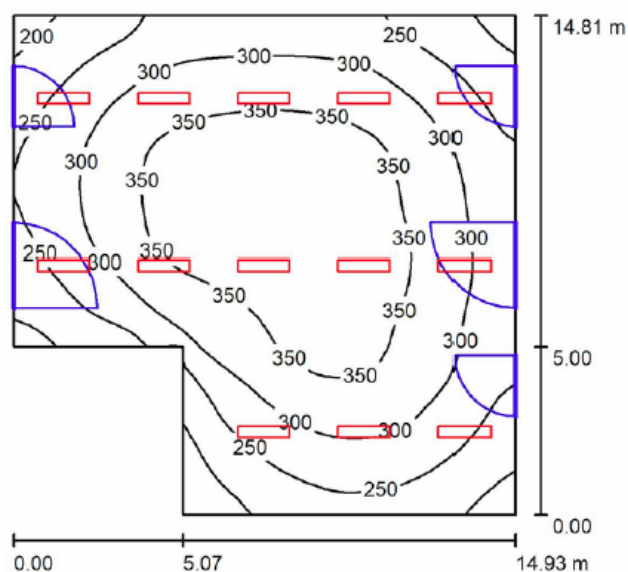
Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED28S/840 (1.000)	2800	2800	23.5
Total:			2800	2800	23.5

Valor de eficiencia energética: $3.48 \text{ W/m}^2 = 1.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.74 m^2)

2.3.14 Zona de la línea de producción



Altura del local: 7.500 m, Altura de montaje: 6.900 m

Valores en Lux, Escala 1:191

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	301	160	390	0.532
Suelo	20	284	164	370	0.577
Techo	70	173	58	885	0.337
Paredes (6)	50	140	70	320	/

Plano útil:

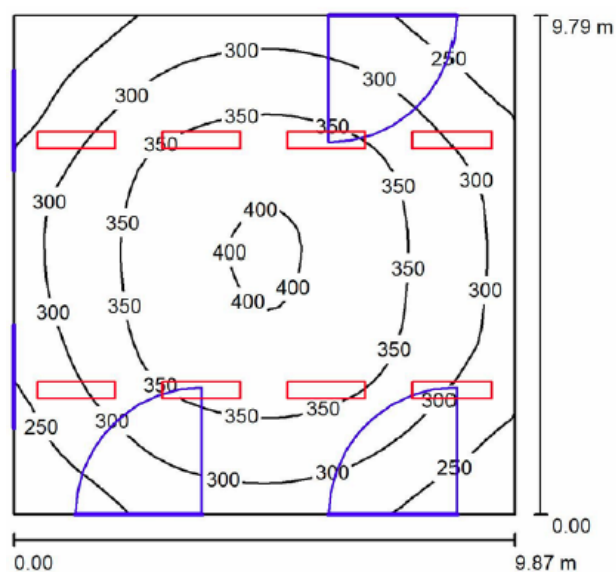
Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	PHILIPS TPS473 3xTL5-73W HFP AC-MLO (1.000)	10414	19650	239.0
Total:			135388	255450	3107.0

Valor de eficiencia energética: $15.87 \text{ W/m}^2 = 5.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 195.80 m^2)

2.3.15 Almacén



Altura del local: 7.500 m, Altura de montaje: 6.900 m

Valores en Lux, Escala 1:126

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	317	202	405	0.636
Suelo	20	293	205	359	0.701
Techo	70	207	68	886	0.326
Paredes (4)	50	163	78	463	/

Plano útil:

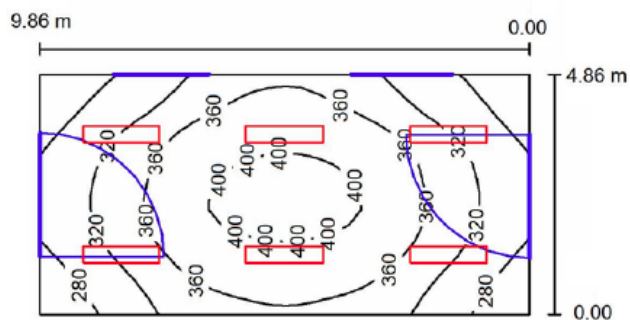
Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS TPS473 3xTL5-73W HFP AC-MLO (1.000)	10414	19650	239.0
Total:			83316	157200	1912.0

Valor de eficiencia energética: $19.80 \text{ W/m}^2 = 6.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 96.58 m^2)

2.3.16 Almacén de productos químicos



Altura del local: 7.500 m, Altura de montaje: 6.900 m

Valores en Lux, Escala 1:127

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	342	246	413	0.719
Suelo	20	304	240	354	0.790
Techo	70	296	110	907	0.370
Paredes (4)	50	213	112	429	/

Plano útil:

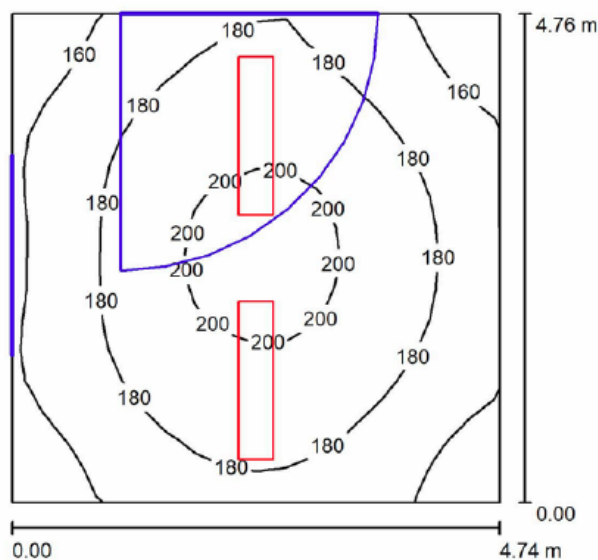
Altura: 0.850 m
 Trama: 16 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TPS473 3xTL5-73W HFP AC-MLO (1.000)	10414	19650	239.0
Total:			62487	117900	1434.0

Valor de eficiencia energética: $29.91 \text{ W/m}^2 = 8.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 47.95 m^2)

2.3.17 Zona de tratamiento de aguas



Altura del local: 7.500 m, Altura de montaje: 6.900 m

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	179	148	206	0.826
Suelo	20	153	131	169	0.860
Techo	70	201	50	878	0.248
Paredes (4)	50	129	57	491	/

Plano útil:

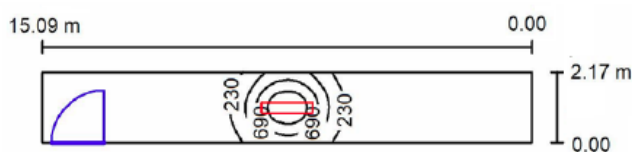
Altura: 0.850 m
 Trama: 16 x 16 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TPS473 3xTL5-73W HFP AC-MLO (1.000)	10414	19650	239.0
Total:			20829	39300	478.0

Valor de eficiencia energética: $21.20 \text{ W/m}^2 = 11.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.55 m^2)

2.3.18 Zona de equipos eléctricos



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 2.400 m

Valores en Lux, Escala 1:195

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	154	5.40	1115	0.035
Suelo	20	123	7.64	540	0.062
Techo	70	72	5.00	872	0.069
Paredes (4)	50	53	5.02	424	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TPS473 3xTL5-73W HFP AC-MLO (1.000)	10414	19650	239.0
Total:			10414	19650	239.0

Valor de eficiencia energética: $7.29 \text{ W/m}^2 = 4.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.79 m^2)

3 Electricidad

Los cálculos han sido realizados con el apoyo del programa Dmelect, programa que ayuda en el dimensionamiento de la instalación según la normativa de baja tensión española.

3.1 Fórmulas

Las fórmulas que ha empleado son las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos j \cdot R} = \text{amp (A)}$$

$$e = \left(\frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \text{Sen } j}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos j} \right) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos j \cdot R} = \text{amp (A)}$$

$$e = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \text{Sen } j}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \text{Cos } j} \right) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

- P_c = Potencia de Cálculo en Watios.
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en Amperios.
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
- S = Sección del conductor en mm^2 .
- $\text{Cos } j$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.
- R = Rendimiento. (Para líneas motor).
- n = N° de conductores por fase.
- X_u = Reactancia por unidad de longitud en mW/m .

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1 + a(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo:

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T .
- r = Resistividad del conductor a la temperatura T .
- r_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .
 - $\text{Cu} = 0.018$
 - $\text{Al} = 0.029$
- a = Coeficiente de temperatura:
 - $\text{Cu} = 0.00392$
 - $\text{Al} = 0.00403$
- T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).
- T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):
 - Cables enterrados = 25°C
 - Cables al aire = 40°C
- T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):
 - XLPE, EPR = 90°C
 - PVC = 70°C
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- I_b : intensidad utilizada en el circuito.
- I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
- I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:
 - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
 - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varnothing = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\operatorname{tg} \varnothing = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P \cdot (\operatorname{tg} \varnothing_1 - \operatorname{tg} \varnothing_2)$$

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega} \rightarrow \text{(Trifásico conexión triángulo)}$$

Siendo:

- P = Potencia activa instalación (kW).
- Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
- Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
- \varnothing_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
- \varnothing_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- U = Tensión compuesta (V).
- $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \rightarrow f = 50 \text{ Hz}$.
- C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000 (\mu F)$.

Fórmulas Cortocircuito

$$I_{pccI} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_t}$$

Siendo:

- I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
- U : Tensión trifásica en V.
- Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = \frac{U_F}{\sqrt{3}Z_t}$$

Siendo:

- I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
- U_F : Tensión monofásica en V.
- Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

Impedancia total hasta el punto de cortocircuito

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

- R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{pccF}^2}$$

Siendo:

- t_{mcicc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .
- C_c : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S : Sección de la línea en mm².
- I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$t_{ficc} = \frac{cte. fusible}{I_{pccF}^2}$$

Siendo:

- t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
- I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$L_{max} = \frac{0,8 U_F}{2 \cdot I_{F5}} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}$$

Siendo:

- L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)
- U_F : Tensión de fase (V)
- K : Conductividad
- S : Sección del conductor (mm^2)
- X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n : nº de conductores por fase
- I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 s.

Curvas válidas. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

- | | |
|----------------|--------------|
| ▪ CURVA B | IMAG = 5 In |
| ▪ CURVA C | IMAG = 10 In |
| ▪ CURVA D Y MA | IMAG = 20 In |

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n}$$

Siendo:

- s_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm^2)
- I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)
- L : Separación entre apoyos (cm)
- d : Separación entre pletinas (cm)
- n : nº de pletinas por fase
- W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm^3)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo,

- I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)
- I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)
- S : Sección total de las pletinas (mm²)
- t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

3.2 Cuadro general de mando y protección

3.2.1 Demanda de potencias

Potencia total instalada	
Rectificador 150 A	1800 W
Rectificador 150 A	1800 W
Rectificador 300 A	3600 W
Rectificador 1000 A	12000 W
Rectificador 2000 A	24000 W
Rectificador 2000 A	24000 W
CMP- Planta Baja	12540 W
CMP-Primera Planta	9840 W
Nave	9900 W
Resistencias	16500 W
CMP-Iluminación	9912 W
TOTAL	125892 W
Potencia Instalada Alumbrado	9912
Potencia Instalada Fuerza	115980
Potencia Máxima Admisible	129692.16

3.2.2 Cálculo de la acometida

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 125892 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
- 125892 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 125892 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 227.14 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 3x120/70mm²Al
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al
- I.ad. a 25 °C (Fc=0.8) 236 A. según ITC-BT-07
- Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 85.21
- $e(\text{parcial}) = 35 \times 125892 / 27.31 \times 400 \times 120 = 3.36 \text{ V.} = 0.84 \%$
- $e(\text{total}) = 0.84\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$

3.2.3 Cálculo de la línea general de alimentación

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 125892 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
- 125892 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 125892 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 227.14 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 299 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 68.86
- $e(\text{parcial}) = 1 \times 125892 / 46.63 \times 400 \times 150 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$
- $e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:Fusibles Int. 250 A.

3.2.4 Cálculo de la Derivación individual

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 125892 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
- 125892 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 125892 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 227.14 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 241 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 84.42
- $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 125892 / 44.36 \times 400 \times 95 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$
- $e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica: Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 234 A.

3.2.5 Cálculo de la Batería de Condensadores

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

- Suministro: Trifásico.
- Tensión Compuesta: 400 V.
- Potencia activa: 125892 W.
- $\cos\phi$ actual: 0.8.
- $\cos\phi$ a conseguir: 1.
- Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 94.42
- Gama de Regulación: (1:2:4)
- Potencia de Escalón (kVAr): 13.49
- Capacidad Condensadores (μF): 89.45

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

- Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).
 1. Primera salida.
 2. Segunda salida.
 3. Primera y segunda salida.
 4. Tercera salida.
 5. Tercera y primera salida.
 6. Tercera y segunda salida.
 7. Tercera, primera y segunda salida.

Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia. Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.

3.2.5.1 Cálculo de la Línea: Batería Condensadores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 1 m; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia reactiva: 94418.99 VAr.

$$I = C_{Re} \times Q_c / (1.732 \times U) = 1.5 \times 94418.99 / (1.732 \times 400) = 204.43 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $3 \times 70 + \text{TT} \times 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 221 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 65.67
- $e(\text{parcial}) = 1 \times 94418.99 / 47.12 \times 400 \times 70 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$
- $e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica: Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 213 A.

Protección diferencial: Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

3.2.6 Cálculo de la Línea: Rectificador 150 A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 2.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: 1800 W.

$$I = 1800 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 3.25 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.02
- $e(\text{parcial}) = 2.5 \times 1800 / 51.51 \times 400 \times 25 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
- $e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.2.7 Cálculo de la Línea: Rectificador 150 A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 4 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: 1800 W.

$$I=1800/1,732 \times 400 \times 0.8=3.25 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.02
- e(parcial)= $4 \times 1800 / 51.51 \times 400 \times 25 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
- e(total)=0.02% ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.2.8 Cálculo de la Línea: Rectificador 300 A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados $\geq D$
- Longitud: 5.75 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3600 W.
- Potencia de cálculo: 3600 W.

$$I=3600/1,732 \times 400 \times 0.8=6.5 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.1
- e(parcial)= $5.75 \times 3600 / 51.5 \times 400 \times 25 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$
- e(total)=0.03% ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.2.9 Cálculo de la Línea: Rectificador 1000 A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados $\geq D$
- Longitud: 7.5 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: 12000 W.

$$I=12000/1,732 \times 400 \times 0.8=21.65 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.1
- e(parcial)=7.5x12000/51.31x400x25=0.18 V.=0.04 %
- e(total)=0.06% ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.2.10 Cálculo de la Línea: Rectificador 2000 A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 9.5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ /m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.
- Potencia de cálculo: 24000 W.

$$I=24000/1,732 \times 400 \times 0.8=43.3 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 44.41
- e(parcial)=9.5x24000/50.7x400x25=0.45 V.=0.11 %
- e(total)=0.13% ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.2.11 Cálculo de la Línea: Rectificador 2000

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 12 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.

- Potencia de cálculo: 24000 W.

$$I=24000/1,732 \times 400 \times 0.8=43.3 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 44.41
- e(parcial)= $12 \times 24000 / 50.7 \times 400 \times 25 = 0.57 \text{ V.} = 0.14 \%$
- e(total)=0.16% ADMIS (6.5% MAX.)

Protección Térmica: Mag. Tetrapolar Int. 47 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.2.12 Cálculo de la Línea: CMP- Planta Baja

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ /m): 0;
- Potencia a instalar: 12540 W.
- Potencia de cálculo: 12540 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=12540/1,732 \times 400 \times 0.8=22.63 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.2
- e(parcial)= $20 \times 12540 / 51.29 \times 400 \times 25 = 0.49 \text{ V.} = 0.12 \%$
- e(total)=0.14% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A.
Sens. Int.: 30 mA.

3.2.13 Cálculo de la Línea: CMP-Primera Planta

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: G-Unip.Separados $\geq D$
- Longitud: 23 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9840 W.
- Potencia de cálculo: 9840 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=9840/1,732 \times 400 \times 0.8=17.75 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 25 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm^2 .

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 40.74
- $e(\text{parcial})=23 \times 9840 / 51.38 \times 400 \times 25=0.44 \text{ V.}=0.11 \%$
- $e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A.

Sens. Int.: 30 mA.

3.2.14 Cálculo de la Línea: Nave

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados $\geq D$
- Longitud: 4 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9900 W.
- Potencia de cálculo: 9900 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=9900/1,732 \times 400 \times 0.8=17.86 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 25 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm^2 .

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 40.75
- $e(\text{parcial})=4 \times 9900 / 51.38 \times 400 \times 25=0.08 \text{ V.}=0.02 \%$
- $e(\text{total})=0.04\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A.
Sens. Int.: 30 mA.

3.2.15 Cálculo de la Línea: Resistencias

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip. Separados \geq D
- Longitud: 14 m; $\cos \phi$: 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 16500 W.
- Potencia de cálculo: 16500 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 16500 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 29.77 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 42.08
- $e(\text{parcial}) = 14 \times 16500 / (51.13 \times 400 \times 25) = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$
- $e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A.
Sens. Int.: 30 mA.

3.2.16 Cálculo de la Línea: CMP-Iluminación

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip. Separados \geq D
- Longitud: 1 m; $\cos \phi$: 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 9912 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 9912 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 9912 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 17.88 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.75

- $e(\text{parcial}) = 1 \times 9912 / 51.38 \times 400 \times 25 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$
- $e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A.
Sens. Int.: 30 mA.

3.2.17 Cálculo de embarrado del CGMP

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4\text{)} : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031$
- I. admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.8^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1160.988$$

$$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 227.14 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 11.8 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

3.3 Subcuadro - Planta Baja

3.3.1 Demanda de potencias

Potencia total instalada	
Aseo 1	700 W
Aseo 2	700 W
Vestuario 1	700 W

Vestuario 2	700 W
Laboratio-Toma 1	700 W
Laboratorio-Toma 2	700 W
Laboratio-Toma 3	700 W
Laboratorio-Toma 4	700 W
Laboratorio-Toma 5	700 W
S. Control -Toma 1	700 W
S. Control -Toma 2	700 W
S. Control -Toma 3	700 W
S. Control -Toma 4	700 W
Pasillo	700 W
Escaleras	1020 W
Entrada	1720 W
TOTAL	12540 W

3.3.2 Cálculo de la Línea (Aseos-Vestuarios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: 2800 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2800/230 \times 0.8=15.22 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 67.14
- $e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 2800 / 46.89 \times 230 \times 2.5=1.04 \text{ V.}=0.45 \%$
- $e(\text{total})=0.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.3.2.1 Cálculo de la Línea: Aseos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- e(parcial)= $2 \times 1 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
- e(total)=0.61% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.2.2 Cálculo de la Línea: Vestuarios

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 2 m; Cos Ω : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- e(parcial)= $2 \times 2 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$
- e(total)=0.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.3 **Cálculo de la Línea (Laboratorio)**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 8 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: 3500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3500/230 \times 0.8=19.02 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- l.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 64.61
- $e(\text{parcial})=2 \times 8 \times 3500 / 47.29 \times 230 \times 4 = 1.29 \text{ V.} = 0.56 \%$
- $e(\text{total})=0.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.3.3.1 Cálculo de la Línea: Laboratorio-Toma

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 6 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega / \text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- l.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- $e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.29 \text{ V.} = 0.12 \%$
- $e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.4 **Cálculo de la Línea (Sala de Control)**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 5 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega / \text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: 2800 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2800/230 \times 0.8=15.22 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- l.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 67.14
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 2800 / 46.89 \times 230 \times 2.5 = 1.04 \text{ V.} = 0.45 \%$
- $e(\text{total}) = 0.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.3.4.1 Cálculo de la Línea: S. Control -Tomas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 2.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I = 700 / 230 \times 0.8 = 3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 2.5 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$
- $e(\text{total}) = 0.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.5 **Cálculo de la Línea (Pasillo, entrada, distribuidor)**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3440 W.
- Potencia de cálculo: 3440 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 3440 / 230 \times 0.8 = 18.7 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 63.78

- $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3440 / 47.42 \times 230 \times 4 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
- $e(\text{total})=0.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.3.5.1 Cálculo de la Línea: Pasillo

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 2.5 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega / \text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I = 700 / 230 \times 0.8 = 3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 41.7
- $e(\text{parcial})=2 \times 2.5 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$
- $e(\text{total})=0.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.5.2 Cálculo de la Línea: Distribuidor

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega / \text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1020 W.
- Potencia de cálculo: 1020 W.

$$I = 1020 / 230 \times 0.8 = 5.54 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 42.09
- $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1020 / 51.13 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$
- $e(\text{total})=0.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.5.3 Cálculo de la Línea: Entrada

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1720 W.
- Potencia de cálculo: 1720 W.

$$I=1720/230 \times 0.8=9.35 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 50.24
- e(parcial)= $2 \times 0.3 \times 1720 / 49.67 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$
- e(total)=0.18% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.3.6 Cálculo de embarrado

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 60
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 3
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4 \text{)} : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045$
- I. admisible del embarrado (A): 220

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 5.74^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1) = 1145.932$$

$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 22.63 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 220 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 5.74 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 60 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 13.92 \text{ kA}$$

3.4 Subcuadro -Primera Planta

3.4.1 Demanda de potencias

Potencia total instalada	
Aseo 3	700 W
Aseo 4	700 W
Zona de descanso	1740 W
Escaleras	700 W
Sala de Reuniones	2500 W
Despachos 1	700 W
Despachos 2	700 W
Despachos 3	700 W
Despachos 4	700 W
Despachos 5	700 W
TOTAL	9840 W

3.4.2 Cálculo de la Línea (Aseos, Sala de descanso)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 8.5 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3140 W.
- Potencia de cálculo: 3140 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 3140 / 230 \times 0.8 = 17.07 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 59.81
- e(parcial)=2x8.5x3140/48.06x230x4=1.21 V.=0.52 %
- e(total)=0.65% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.4.2.1 Cálculo de la Línea: Aseos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 4.7 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m \Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- $e(\text{parcial})=2 \times 4.7 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5=0.22 \text{ V.}=0.1 \%$
- $e(\text{total})=0.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.4.2.2 Cálculo de la Línea: Zona de descanso

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m \Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1740 W.
- Potencia de cálculo: 1740 W.

$$I=1740/230 \times 0.8=9.46 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 50.48
- $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1740 / 49.63 \times 230 \times 2.5=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$
- $e(\text{total})=0.67\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.4.3 **Cálculo de la Línea (Escaleras-Sala de reuniones)**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: 3200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3200/230 \times 0.8=17.39 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 60.58
- $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 3200 / 47.93 \times 230 \times 4=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$
- $e(\text{total})=0.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.4.3.1 Cálculo de la Línea: Escaleras

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m \Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- $e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0.01 \%$
- $e(\text{total})=0.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.4.3.2 Cálculo de la Línea: Sala de Reuniones

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m \Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.

- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 61.63
- e(parcial)= $2 \times 0.3 \times 2500 / 47.76 \times 230 \times 2.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
- e(total)=0.17% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.4.4 Cálculo de la Línea (Despachos)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo:
- 3500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3500/230 \times 0.8=19.02 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 64.61
- e(parcial)= $2 \times 5 \times 3500 / 47.29 \times 230 \times 4 = 0.8 \text{ V.} = 0.35 \%$
- e(total)=0.48% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.4.4.1 Cálculo de la Línea: Tomas Despachos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I=700/230 \times 0.8=3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- e(parcial)= $2 \times 10 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.48 \text{ V.} = 0.21 \%$
- e(total)=0.68% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.4.5 Cálculo embarrado CMP-Primera Planta

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 60
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 3
- $W_x, I_x, W_y, I_y \text{ (cm}^3, \text{cm}^4\text{)} : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045$
- I. admisible del embarrado (A): 220

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 5.33^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1) = 984.577 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 17.75 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 220 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 5.33 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 60 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 13.92 \text{ kA}$$

3.5 Subcuadro-Nave

3.5.1 Demanda de potencias

Potencia total instalada	
Almacén 1	1200 W
Almacén 2	1200 W
Almacén 3	1200 W
Almacén-Químicos 1	1200 W
Almacén-Químicos 2	1200 W
Almacén-Químicos 3	1200 W
Tratamiento de Agua	2500 W
Tratamiento Agua	700 W
TOTAL	9900 W

3.5.2 Cálculo de la Línea (Almacén)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 13 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 3600 W.
- Potencia de cálculo:
- 600 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 3600 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 6.5 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.1
- e(parcial)= $13 \times 3600 / (51.5 \times 400 \times 25) = 0.09 \text{ V.} = 0.02 \%$
- e(total)=0.06% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.5.2.1 Cálculo de la Línea: Tomas almacen

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: 1200 W.

$$I = 1200 / (230 \times 0.8) = 6.52 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 44.98
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 1200 / 50.6 \times 230 \times 2.5 = 0.82 \text{ V.} = 0.36 \%$
- $e(\text{total}) = 0.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.5.3 Cálculo de la Línea (Almacén de productos químicos)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip. Separados $\geq D$
- Longitud: 13 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u (\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: 3100 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 3100 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 5.59 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $4 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm^2 .

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 40.07
- $e(\text{parcial}) = 13 \times 3100 / 51.5 \times 400 \times 25 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$
- $e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.5.3.1 Cálculo de la Línea: Tomas almacén de productos químicos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult. Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 5 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u (\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: 1200 W.

$$I = 1200 / 230 \times 0.8 = 6.52 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 44.98
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 1200 / 50.6 \times 230 \times 2.5 = 0.41 \text{ V.} = 0.18 \%$
- $e(\text{total}) = 0.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.5.4 Cálculo de la Línea (Zona de tratamiento de aguas)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados $\geq D$
- Longitud: 11 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: 3200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 3200 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 5.77 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 4x25mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 113 A. según ITC-BT-19
- Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1).
Sección útil: 14930 mm².

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.08
- $e(\text{parcial}) = 11 \times 3200 / 51.5 \times 400 \times 25 = 0.07 \text{ V.} = 0.02 \%$
- $e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.5.4.1 Cálculo de la Línea: Toma principal

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot.,Pared Aisl.
- Longitud: 2 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I = 2500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 4.51 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

- Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.53
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 2500 / 51.23 \times 400 \times 4 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$
- $e(\text{total}) = 0.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

3.5.4.2 Cálculo de la Línea: Toma 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: A2-Mult.Tubos Empot., Pared Aisl.
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: 700 W.

$$I = 700 / 230 \times 0.8 = 3.8 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 16 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.7
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 700 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
- $e(\text{total}) = 0.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.5.5 **Calculo de embarrado-Nave**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 125
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 5
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$: 0.521, 0.651, 0.104, 0.026
- I. admisible del embarrado (A): 350

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.8^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.104 \cdot 1) = 961.833 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 17.86 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 350 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 9.8 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 125 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 28.99 \text{ kA}$$

3.6 Subcuadro-Resistencias para el calentamiento de baños**3.6.1 Demanda de potencias**

Potencia total instalada	
Desengrase por detergentes	3000 W
Desengrase electroquímico	3000 W
Cobre Cianurado 1	2500 W
Cobre Cianurado 2	2500 W
Cobre Ácido	1000 W
Níquel	2500 W
Preplata	1000 W
Plata	1000 W
TOTAL	16500 W

3.6.2 Cálculo de la Línea: Desengrase por detergentes

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: F-Unip.Contacto Mutuo Dist $\geq D$
- Longitud: 7.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I = 3000 / 230 \times 0.8 = 16.3 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x25+TTx16mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 40.66
- e(parcial)= $2 \times 7.5 \times 3000 / 51.39 \times 230 \times 25 = 0.15 \text{ V.} = 0.07 \%$
- e(total)=0.2% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.6.3 Cálculo de la Línea: Desengrase electroquímico

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 6 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/230 \times 0.8=16.3 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 55.08
- $e(\text{parcial})=2 \times 6 \times 3000 / 48.84 \times 230 \times 2.5=1.28 \text{ V.}=0.56 \%$
- $e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.6.4 Cálculo de la Línea-Cobre Cianurado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=5000/230 \times 0.8=27.17 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 63.05
- $e(\text{parcial})=2 \times 3 \times 5000 / 47.53 \times 230 \times 4=0.69 \text{ V.}=0.3 \%$
- $e(\text{total})=0.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 30 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.6.4.1 Cálculo de la Línea: Toma Cobre Cianurado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 52.56
- $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 2500 / 49.27 \times 230 \times 2.5=0.18 \text{ V.}=0.08 \%$
- $e(\text{total})=0.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.6.5 Cálculo de la Línea (Cobre ácido – Niquel)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 4 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: 3500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=3500/230 \times 0.8=19.02 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 60.52
- $e(\text{parcial})=2 \times 4 \times 3500 / 47.94 \times 230 \times 2.5=1.02 \text{ V.}=0.44 \%$
- $e(\text{total})=0.57\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.6.5.1 Cálculo de la Línea: Cobre Ácido

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega /m)$: 0;

- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.68
- e(parcial)= $2 \times 1 \times 1000 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$
- e(total)=0.6% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.6.5.2 Cálculo de la Línea: Níquel

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 2 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 50.47
- e(parcial)= $2 \times 2 \times 2500 / 49.63 \times 230 \times 2.5 = 0.35 \text{ V.} = 0.15 \%$
- e(total)=0.72% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.6.6 **Cálculo de la Línea (Plata)**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- l.ad. a 40 °C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 46.7
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 5 \times 2000 / 50.29 \times 230 \times 2.5 = 0.69 \text{ V.} = 0.3 \%$
- $e(\text{total}) = 0.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.6.6.1 Cálculo de la Línea: Tomas Plata

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 2 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m } \Omega / \text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 230 \times 0.8 = 5.43 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- l.ad. a 40 °C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 41.68
- $e(\text{parcial}) = 2 \times 2 \times 1000 / 51.2 \times 230 \times 2.5 = 0.14 \text{ V.} = 0.06 \%$
- $e(\text{total}) = 0.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.6.7 **Calculo de embarrado - Resistencias para el calentamiento de baños**

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 90
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 3
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4) : 0.45, 0.675, 0.045, 0.007$

- I. admisible del embarrado (A): 315

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 6.81^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.045 \cdot 1) = 1074.62$$

$$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 29.77 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 315 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 6.81 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 90 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 20.87 \text{ kA}$$

3.7 Subcuadro-Iluminación

3.7.1 Demanda de potencias

Potencia total instalada	
Oficinas	2891 W
Línea	3107 W
Zona T. Aguas	478 W
Almacén	1912 W
Almacén P.Químicos	1434 W
Emergencias	90 W
TOTAL	9912 W

3.7.2 Cálculo de la Línea: Oficinas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 2891 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 2891 W.

$$I = 2891 / 230 \times 1 = 12.57 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 50.75
- e(parcial)=2x20x2891/49.58x230x2.5=4.06 V.=1.76 %
- e(total)=1.79% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.7.3 Cálculo de la Línea: Línea

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18.5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3107 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 3107 W.

$$I=3107/230 \times 1=13.51 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 52.41
- $e(\text{parcial})=2 \times 18.5 \times 3107 / 49.29 \times 230 \times 2.5 = 4.06 \text{ V.} = 1.76 \%$
- $e(\text{total})=1.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.7.4 Cálculo de la Línea: Zona T. Aguas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12.8 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 478 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 478 W.

$$I=478/230 \times 1=2.08 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 40.58
- $e(\text{parcial})=2 \times 12.8 \times 478 / 51.41 \times 230 \times 1.5 = 0.69 \text{ V.} = 0.3 \%$
- $e(\text{total})=0.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.7.5 Cálculo de la Línea: Almacén

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 11.3 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1912 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1912 W.

$$I=1912/230 \times 1=8.31 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 49.21
- $e(\text{parcial})=2 \times 11.3 \times 1912 / 49.85 \times 230 \times 1.5 = 2.51 \text{ V.} = 1.09 \%$
- $e(\text{total})=1.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.7.6 Cálculo de la Línea: Almacén P.Químicos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10.5 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega /m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1434 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 1434 W.

$$I=1434/230 \times 1=6.23 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40 °C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable (°C): 45.18
- $e(\text{parcial})=2 \times 10.5 \times 1434 / 50.56 \times 230 \times 1.5 = 1.73 \text{ V.} = 0.75 \%$
- $e(\text{total})=0.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial: Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

3.7.7 Cálculo de la Línea: Emergencias

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 90 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 90 W.

$$I=90/230 \times 1=0.39 \text{ A.}$$

- Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19
- Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

- Temperatura cable ($^\circ \text{C}$): 40.02
- $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 90 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
- $e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

3.7.8 Cálculo de embarrado-Iluminación

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, $d(\text{cm})$: 10
- Separación entre apoyos, $L(\text{cm})$: 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- $W_x, I_x, W_y, I_y (\text{cm}^3, \text{cm}^4)$: 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. Admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.24^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1051.974$$

$$\leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 17.88 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 11.24 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

4 AGUA FRÍA SANITARIA

4.1 Condiciones mínimas de suministro

Para el cálculo del suministro de agua fría, se disponen de los caudales instantáneos mínimos de agua fría para cada uno de los aparatos y equipos dispuesto en la tabla 2.1 de la Sección HS 4 del CTE.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]
Lavabo	0,10
Ducha	0,20
Inodoro con cisterna	0,10

También se determina que la presión mínima debe ser de 100 kPa para todos los puntos de consumo.

4.2 Dimensionamiento de las derivaciones a los aparatos

Al ser aparatos normalizados los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la tabla 4.2. de la Sección HS 4 del CTE.

Punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace
	Tubo de cobre (mm)
Lavabo	12
Ducha	12
Inodoro con cisterna	12

4.3 Dimensionado de las derivaciones en los cuartos húmedos

Se determinará la red a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo al apartado 4.1.
- Se determina que la velocidad de cálculo será entre 0,50 y 2,00 m/s
- Se obtiene el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de su velocidad
- No se tendrá en cuenta coeficientes de simultaneidad.

Aseo y Vestuario 1

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Lavabo	12508,114	0,10	1,55	12
Ducha	20995,754	0,30	1,45	20
Ducha	25143,339	0,50	1,25	25
Inodoro	30172,089	0,60	1,50	25
Inodoro	35200,839	0,70	1,75	25
Lavabos	16882,231	0,20	1,41	18
Tramo Final	35838,123	0,90	1,41	32

Aseo y vestuario 2

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Lavabo	12508,114	0,10	1,55	12
Ducha	20995,754	0,30	1,45	20
Ducha	25143,339	0,50	1,25	25
Inodoro	30172,089	0,60	1,50	25
Inodoro	35200,839	0,70	1,75	25
Lavabos	16882,231	0,20	1,41	18
Tramo Final	35838,123	0,90	1,41	32

Aseo 3

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Lavabo	12508,119	0,10	1,55	12
Inodoro	16882,231	0,20	1,41	18

Aseo 4

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Lavabo	12508,119	0,10	1,55	12
Inodoro	16882,231	0,20	1,41	18

4.4 Dimensionado de la red general

El dimensionado de los diámetros se hará teniendo en cuenta las necesidades determinadas en cada cuarto húmedo, y sin superar los parámetros determinados en el punto 3.3.

Cuarto conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Aseos y Vestuario 1	35838,123	0,90	1,41	32
Aseos y Vestuario 2	58612,406	1,80	1,80	40
Aseo 3 y 4	27994,717	0,40	1,94	20
ACS	90463,958	0,96	1,51	32
Suministro	76363,831	3,16	1,80	50

5 AGUA CALIENTE SANITARIA**5.1 Condiciones mínimas de suministro**

Para el cálculo del suministro de agua fría, se disponen de los caudales instantáneos mínimos de agua fría para cada uno de los aparatos y equipos dispuesto en la tabla 2.1 de la Sección HS 4 del CTE.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]
Lavabo	0,07
Ducha	0,10

También se determina que la presión mínima debe ser de 100 kPa para todos los puntos de consumo.

5.2 Dimensionamiento de las derivaciones a los aparatos

Al ser aparatos normalizados los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la tabla 4.2. de la Sección HS 4 del CTE.

Punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace
	Tubo de cobre (mm)
Lavabo	12
Ducha	12

5.3 Dimensionado de las derivaciones en los cuartos húmedos

Se determinará la red a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo al apartado 5.1.
- Se determina que la velocidad de cálculo será entre 0,50 y 2,00 m/s
- Se obtiene el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de su velocidad
- No se tendrá en cuenta coeficientes de simultaneidad.

Aseo y Vestuario 1

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Lavabo	20720,071	0,07	1,08	12
Ducha	42814,118	0,17	1,90	15
Ducha	43933,479	0,27	1,90	18
Lavabos	35259,107	0,14	1,57	15
Tramo final	67904,259	0,41	1,99	20

Aseo y Vestuario 2

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Lavabo	20720,071	0,07	1,08	12
Ducha	42814,118	0,17	1,90	15
Ducha	43933,479	0,27	1,90	18
Lavabos	35259,107	0,14	1,57	15
Tramo final	67904,259	0,41	1,99	20

Aseo 3

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Tramo final	20720,071	0,07	1,08	12

Aseo 4

Aparato conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Tramo final	20720,071	0,07	1,08	12

5.4 Dimensionado de la red general

El dimensionado de los diámetros se hará teniendo en cuenta las necesidades determinadas en cada cuarto húmedo, y sin superar los parámetros determinados en el punto 4.1.

Cuarto conectado	Reynolds	Caudal [dm ³ /s]	Velocidad [m/s]	Diámetro [mm]
Aseos y Vestuario 1	67904,259	0,41	1,99	20
Aseos y Vestuario 2	77271,185	0,82	1,29	32
Aseo 3 y 4	35259,107	0,14	1,57	15
Caldera	90463,958	0,96	1,51	32

6 SANEAMIENTO

6.1 Red de aguas residuales

Para el cálculo del dimensionamiento de la instalación se ha previsto un uso privado de los aseos de las instalaciones, debido a que el número de trabajadores es bajo y no se prevé afluencia de gente externa.

Nos basaremos en las indicaciones del CTE en su Documento Básico de Salubridad HS 5, sobre evacuación de aguas.

La instalación se realizará en tubería de PVC. La unión de esta tubería a los distintos materiales se hará con juntas elásticas de neopreno, de manera que se garantice la estanqueidad de la red.

El método que hemos utilizado en este proyecto es el método de las “Unidades de descarga” (U.D.). Según este método asignaremos, utilizando las tablas del Código Técnico, unas determinadas unidades de descarga a los distintos elementos, según se trate de lavabos, inodoros, duchas, etc. Así mismo asignaremos un diámetro para la tubería individual de evacuación.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

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

Por lo que apartir de las zonas descritas con anterioridad:

Denominación	Aparato	UD	Sección (mm)
Aseos	Lavabo	1	32
	Inodoro	4	100
Vestuarios	Lavabo	1	32
	Ducha	2	40

En el caso de las duchas y los lavabos de los aseos individuales se contempla que no poseen sifón individual, por lo que existe la necesidad de crear colectores para cada par de aparatos sanitarios. Los diámetros necesarios se contemplan en la tabla expuesta a continuación.

Denominación	Aparato	UD	Sección (mm)
Aseos	Lavabo	1x2=2	40
Vestuarios	Ducha	2x2=4	50

6.1.1 Ramales colectores

Serán aquellos que recogen las aguas desde los botes sifónicos y las conducen a los colectores horizontales. Las secciones de dichos colectores se determinan con la tabla 4.3. Tenemos en cuenta que la pendiente que daremos a dichos colectores será del 2%.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

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

Denominación	Aparato	UD	Sección (mm)
Vesuarios 1 y 2	Lavabo + 2 Duchas	1+2x4=5	50
Aseos 1 y 2	Lavabos	1x2=2	40
	Inodoros	2x4=8	(63) -> 100
Aseos 2 y 4	Lavabos	1x2=2	40
	Inodoros	2x4=8	(63) -> 100
	Duchas	2x4=8	40

6.1.2 Bajantes

En caso de la única bajante del edificio, dispuesta para los aseos 3 y 4, se determinan las secciones de dicha bajante con la tabla 4.3.

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

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

Teniendo acumulados un total de 20 UD, teniendo en cuenta una única altura quedaría determinado por un diámetro de 75 mm, para evitar cuellos de botella se dispone el mismo diámetro, que el exigible para un inodoro. Por lo que el diámetro de la bajante queda determinado por 100mm.

6.1.3 Colectores horizontales

Serán los colectores que reciben las aguas de los ramales colectores hasta el pozo de registro. Para su dimensionamiento más adecuado, haremos uso de la tabla 4.5. para una pendiente del 2 %.

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

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

Teniendo en cuenta que el número total de aparatos sanitarios conectados a la red:

Aparato	Número de aparatos	UD
Inodoro	4	4x4=16
Lavabo	6	6x1=6
Ducha	4	4x4=16
TOTAL	38 UD	

Se observa que la exigencia para el tramo final del colector sería de 75 mm, nuevamente para evitar cuellos de botella y posibles atascos en la red se determina el diámetro de toda la red será de 100mm, también debido a la normativa del CTE que obliga un diámetro de 100 mm para los inodoros.

En cuanto al colector final hasta la arqueta de registro sería:

Aparato	Número de aparatos	UD
Inodoro	6	6x4=24
Lavabo	8	8x1=8
Ducha	4	4x4=16
TOTAL	48 UD	

La normativa exige un diámetro mínimo de 90 mm, pero de nuevo, debido a la normativa del CTE que obliga un diámetro de 100 mm para los inodoros se instalará dicho diámetro.

6.2 RED DE PLUVIALES

La evacuación de las aguas pluviales se realizará mediante canalones semicirculares y bajantes de sección circular en el caso de la nave. En la cubierta invertida situada sobre la zona de oficinas se dispondrá de sumideros distribuidos, con bajantes de sección circular.

6.2.1 Red de pluvial cubierta dos aguas

El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores de 150 mm, pendientes máximas del 0.5%, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h				
Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100 \quad \text{siendo } i \text{ la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.}$$

Según la figura B.1 la intensidad pluviométrica de Valladolid es 90 mm/h.

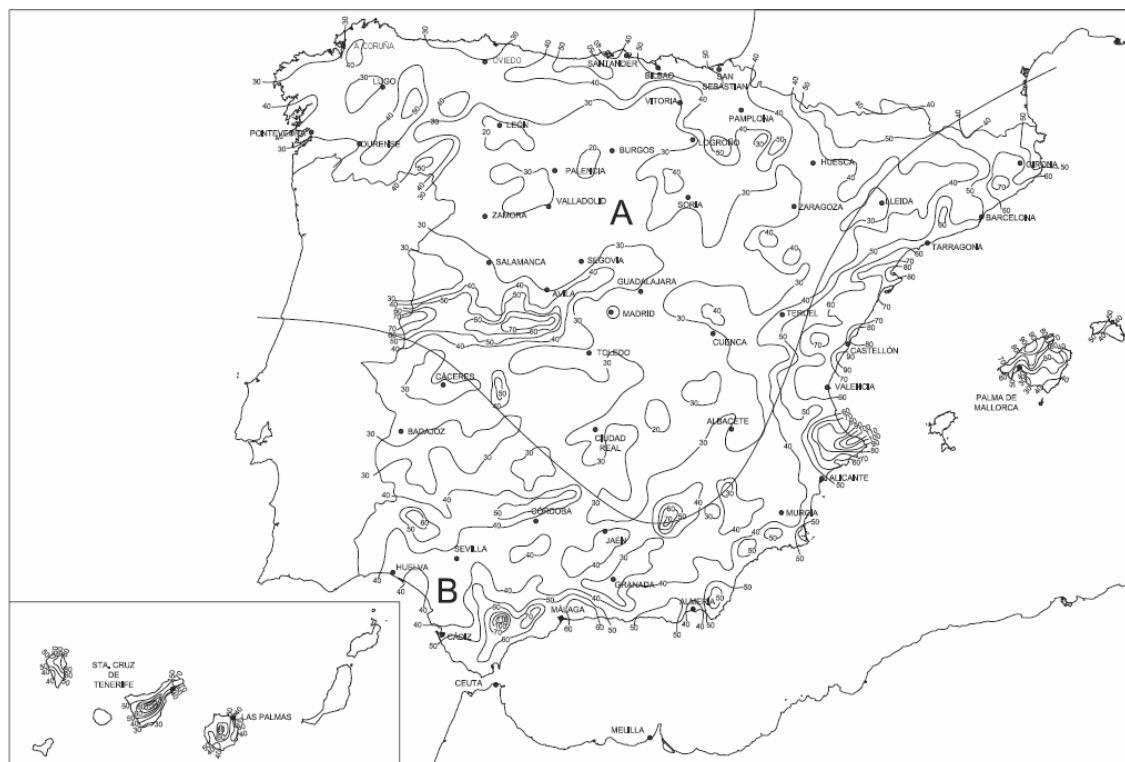


Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

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

Por lo que el factor de corrección a utilizar es $f = 90/100 = 0,9$. Como la superficie de la nave es 525 m^2 entonces $525 \times 0,9 = 472,5$

Para un desnivel del 2 % el diámetro nominal de los canalones será de 200mm.

Para hallar la sección de las bajantes nos fijaremos en la tabla 4.8

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la <i>bajante</i> (mm)
---	--

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

Teniendo en cuenta la superficie corregida de 472.5, repartiendo la superficie proyectada en varias bajantes el diámetro de las bajantes será de 75 mm. Dispuestas su situación sobre plano.

6.2.2 Colectores

El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 4.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

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

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

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

Para una superficie corregida de 472.5 el diámetro nominal de los colectores será de 160 mm.

Las aguas pluviales conducidas por las bajantes serán recogidas por arquetas cuadradas de PVC de 45 x 45 cm.

ANEJO IV – DEFECTO, CAUSA Y CORRECCIÓN

Tabla de contenido

1	Desengrase químico	103
2	Desengrase electrolítico	104
3	Decapado-Activado ácido.	105
4	Cobre cianurado	106
5	Cobre ácido.....	108
6	Níquel	110

Se describirán brevemente los problemas comunes y sus posibles para los baños más importantes de la instalación. Estos datos están sacados de:

Dalmau Jordá, D. 01-2005. *Métodos galvánicos en la industria química. Proyecto/Trabajo de final de Carrera*, (Universidad Politécnica de Cataluña). [Consulta: 30 mayo 2017]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/6180>

1 Desengrase químico

Defecto	Causa	Corrección
Mal desengrase.	Temperatura baja.	Determinar y ajustar a normas.
	Concentración baja.	Comprobar que el producto esté completamente disuelto y analizar. Corregir.
	Destergente inapropiado para la suciedad a eliminar.	Comprobar en la gama de desengrasantes el idóneo.
	Agitación insuficiente.	Favorecer el movimiento de la disolución o aumentar la velocidad de giro del tambor.
	Solución agotada.	Desechar y montar un nuevo desengrase.
	Tiempo corto de permanencia.	Aumentar tiempo y/o temperatura.
	Cambio del tipo de suciedad a eliminar por cambio de método de trabajo.	Determinar el tiempo de desengrase idóneo para este nuevo tipo de suciedad.
	Producto incorrecto.	Comprobar gama de productos y mirar su compatibilidad con el material base.
Ataque del material base.	Tiempo excesivo de tratamiento.	Reducir el tiempo.
	Excesiva temperatura.	Reducir temperatura.
	Concentración excesiva del producto.	Diluir el desengrase.

Capa de aceite sobrenada en la solución.	Producto incorrecto o aceite que no se elimina por emulsión o saponificación.	Efectuar un predesengrase con disolventes.
	Analizar solución y determinar si ha habido una disminución de concentración optima de humectante o de desengrasante.	Reponer parte de los humectantes o reponer el desengrase.
Oscurecimiento o ennegrecimiento del material base.	Producto no apropiado para el metal base.	Cambiar el desengrase por uno menos agresivo
	Excesiva temperatura.	Reducir temperatura.
	Concentración excesiva.	Diluir el desengrasante.
	Excesivo tiempo de tratamiento.	Reducir tiempo.
Defecto	Causa	Corrección

2 Desengrase electrolítico

Defecto	Causa	Corrección
Mala adherencia.	Alta o baja temperatura de trabajo.	Comprobar y ajustar,
	Alta o baja concentración.	Analizar y ajustar. Comprobar si todo el producto está disuelto.
	Tiempo inadecuado.	Comprobar que el tiempo sea correcto, ni corto ni largo.
	Producto no apropiado para el material base o suciedad a eliminar,	Ver gama productos y seleccionar el adecuado.
Manchas no uniformes después del recubrimiento.	Producto no apropiado.	Sustituir por otro más apropiado.
	Polaridad no correcta.	Cambiar polaridad.
	Baja temperatura.	Aumentar por encima de 50 °C.
	Baja concentración.	Analizar y ajustar.
	Tiempo extremadamente corto.	Incrementar tiempo.
	Manchas ocasionadas por secado del producto	-Reducir temperatura.

	por concentración excesiva y/o temperatura excesiva y escurrido prolongado.	-Reducir tiempo de escurrido. -Reducir concentración desengrase.
Excesiva espuma en la solución desengrasante,	Excesivo arrastre del desengrase químico y excesiva concentración de humectantes.	Reducir concentración de humectantes.
Bordes ennegrecidos y óxidos sobre la pieza a desengrasar.	Baja concentración del desengrase y/o excesiva densidad de corriente.	Reducir densidad de corriente y/o aumentar concentración del desengrase.
Dificultad en el paso de la corriente.	Baja temperatura.	Aumentar la temperatura,
	Baja concentración.	Aumentar concentración.
	Malos contactos de los bastidores o de los ánodos.	Limpiar los contactos.
Defecto	Causa	Corrección

3 Decapado-Activado ácido.

Defecto	Causa	Corrección
Ataque del metal base.	Concentración excesiva.	Reducir concentración.
	Tiempo excesivo.	Reducir tiempo.
	Excesivo tiempo de transferencia.	Intentar de ajustar que el tiempo de transferencia sea más corto.
	Tipo de producto inadecuado.	Sustituir por otro más adecuado.
	Inhibidor inadecuado del decapado.	Eliminar o sustituir el inhibidor.
	Material base con excesivo ataque.	Reducir tiempo
Mala adherencia.	Inhibidor inadecuado del decapado.	Eliminar o sustituir el inhibidor.
	Material base con excesivo ataque.	Reducir tiempo o concentración del decapado.
Hidrogenación excesiva.	Falta de producto inhibidor o empleo de uno inadecuado	Usar un decapado más adecuado.

Tizne sobre el material decapado.	Concentración excesiva del decapado.	Analizar y reducir concentración, tiempo, cambiar tipo de decapado.
Picado	Solución decapante contaminada con aceite.	Comprobar el arrastre de aceite del desengrase.
	Decapado contaminado por humectantes.	Reforzar enjuagues.
Aparece óxido después del decapado.	Excesivo tiempo de enjuague.	Reducir el tiempo de enjuague.
No eliminación del óxido.	Temperatura excesivamente baja.	Comprobar y elevar temperatura.
	Concentración baja.	Reforzar el decapado.
Defecto	Causa	Corrección

4 Cobre cianurado

Defecto	Causa	Corrección
Quemado.	Baja concentración de cianuro libre.	Analizar y ajustar.
	Baja concentración de cobre metal.	Analizar y corregir.
	Exceso de abrillantador.	Ensayar Célula Hull.
Rugosidades.	Bolsas anódicas deterioradas.	Revisar bolsas y sustituir deterioradas.
	Si se dispone de doble compartimiento catódico.	Revisar funcionamiento equipo filtro.
	Carbón activo en el electrolito por mal funcionamiento del filtro.	Comprobar el carbón activo y revisar unidad de filtrado.
	Productos sólidos abrasivos aportados por las piezas con mala preparación.	Revisar y corregir en el ciclo de preparación.
	Empleo de agua dura conteniendo calcio que provoca la precipitación de sales insolubles.	Filtración total del electrolito.
	Contaminación de zinc o hierro en el electrolito	Diluir el baño puede ser efectivo, aunque si la contaminación es severa

		se tendrá que reemplazar el baño
Falta de brillo en zona de baja densidad de corriente.	Baja concentración de abrillantador	A través de Célula Hull ensayar adiciones de abrillantador.
	Exceso de abrillantador	A través de Célula Hull efectuar diluciones y/o electrolizar a alta densidad de corriente.
Falta de brillo en zonas de alta densidad de corriente	Excesiva concentración de cobre metal.	Analizar y corregir.
	Baja concentración de abrillantador.	A través de ensayos de Célula Hull ensayar adiciones de abrillantador.
	Alta concentración de abrillantador.	A través de Célula Hull ensayar diluciones y/o electrolizar a alta densidad de corriente. Reducir dosis de mantenimiento y número de adiciones.
Baja eficiencia catódica.	Alto contenido en cianuro libre, que provoca mucho desprendimiento de hidrogeno y la no deposición de cobre en baja densidad de corriente.	Analizar y ajustar valores a normales con adición de cianuro de cobre
	Bolsas anódicas taponadas por la precipitación de sales cálcicas que bajan la conductividad, generalmente esto se ve acompañado por una fuerte polarización anódica.	Renovar bolsas anódicas.
	Escasa área anódica.	Aumentar área anódica.
Polarización anódica	Excesiva densidad catódica sobre la anódica.	Aumentar área anódica o disminuir densidad catódica.
	Baño muy carbonatado.	Analizar carbonatos.
	Defecto de cianuro libre.	Analizar y corregir.

	Contaminación de zinc o hierro.	Determinar estos iones.
Huellas y surcos en el depósito.	Excesivo contenido de impurezas de zinc o hierro, asociado a excesiva concentración de abrillantador.	Diluir o renovar el electrolito. Este defecto aumenta la polarización anódica.
	Alto contenido en cobre metal y bajo cianuro libre.	Analizar y ajustar.
Defecto	Causa	Corrección

5 Cobre ácido

Defecto	Causa	Corrección
Depósito rugoso.	Usar ánodos de cobre no fosforoso	Usar ánodos de cobre fosforoso con un contenido de fósforo entre 0,02 y 0,07%.
	Partículas en suspensión en la solución.	Mejorar la filtración.
	Rugosidad que viene del cobre cianurado anterior.	Mejorar la filtración en la cuba de cobre cianurado.
	Usar ánodos de cobre no fosforoso.	Usar ánodos de cobre fosforoso otro contenido de fósforo.
	Partículas en suspensión en la solución.	Mejorar la filtración.
	Rugosidad que viene del cobre cianurado anterior.	Mejorar la filtración en la cuba de cobre cianurado.
	Partículas introducidas al baño por el aire.	Lavar filtro del aire.
	Alta concentración de sulfato de cobre (más de 240 g/l).	Analizar la solución y ajustar a sus valores.
	Alta concentración en cloruros (más de 80 mg/l).	Analizar y ajustar a sus valores óptimos (si es preciso efectuar tratamiento con zinc en polvo.
Picado.	Contaminación orgánica.	Efectuar tratamiento con carbón activo.

	Bajo caudal de aire en la agitación.	Aumentar caudal aire.
Depósitos mate en general.	Falta de abrillantador de mantenimiento.	Añadir en dosis de 0,25 ml/l hasta un máximo de 1-2 ml/l (en función del proceso).
Espesor irregular.	Falta de abrillantador de formación.	Añadir en dosis de 0,25 ml/l hasta un máximo de 1-2 ml/l (en función del proceso).
	Baja concentración en cloruros.	Analizar y ajustar a sus valores óptimos.
Depósito agrietado.	Falta de abrillantador de formación.	Añadir en dosis de 0,25 ml/l hasta un máximo de 1-2 ml/l (en función del proceso).
	Exceso de abrillantador de mantenimiento.	Reducir adiciones de mantenimiento o electrolizar.
Nódulos o quemado en la zona de alta densidad de corriente.	Falta de abrillantador de formación.	Añadir de 0,5 a 1 ml/l de abrillantador de formación.
	Baja concentración de sulfato de cobre (menos de 180 g/l)	Analizar y ajustar.
	Baja concentración de ácido sulfúrico (menos de 45 g/l)	Analizar y ajustar.
	Agitación insuficiente.	La agitación por aire debe ser vigorosa de 3-6 l/minuto.
	Temperatura del baño inferior a 25 °C.	Ajustar a sus valores óptimos.
	Temperatura elevada.	Ajustar a su temperatura de trabajo.
Depósitos mates en la baja densidad de corriente.	Baja concentración de cloruros.	Analizar y ajustar.
	Falta de abrillantador de mantenimiento.	Añadir en dosis de 0,25 ml/l hasta un máximo de 1 – 2 ml/l (en función del proceso).
Polarización anódica	Insuficiente superficie anódica.	Calcular y aumentar.

	Elevada concentración de sulfato de cobre o contaminación por hierro.	Analizar y ajustar a sus valores óptimos.
	Elevada concentración de cloruros.	Analizar y ajustar (Si es preciso efectuar tratamiento con zinc en polvo)
	Bolsas anódicas inadecuadas o taponadas.	Inspeccionar las bolsas y cambiarlas si fuese necesario.
Mala adherencia entre cobre cianurado y cobre ácido.	Enjuagues insuficientes. Falta de activación.	Mejorar enjuagues e instalar antes de entrar en el cobre ácido una cuba con 2-3% volumen de ácido sulfúrico.
Mala adherencia entre el cobre ácido y el níquel.	Enjuagues insuficientes entre cobre ácido y níquel.	Mejorar enjuagues e instalar si es necesario una cuba con 0,5% de ácido sulfúrico antes del níquel.
	Exceso abrillantador de mantenimiento.	Reducir adiciones o electrolizar.
Poca corrosión anódica.	Baja concentración de cloruros.	Analizar y ajustar.
Defecto	Causa	Corrección

6 Níquel

Defecto	Causa	Corrección
Depósito rugoso.	Partículas/lodos anódicos en el electrolítico.	Revisar las bolsas anódicas rotas.
	Restos de carbón activo en el electrolito.	Comprobar la retención del carbón mediante circuito cerrado.
	Partículas sólidas en el circuito por el aire de agitación.	Revisar filtro del supresor.
	Partículas sólidas en las piezas.	Revisar tratamiento de preparación. Aplicar agitación suave por aire en desengrase.

	Presencia de hidróxido férrico aportado por malos contactos de piezas que no se niquelan.	<ul style="list-style-type: none"> - Los materiales tubulares de hierro ocasionan la disolución del ion férrico. Emplear un acomplejante del ion hierro. - Revisar contactos o anular posiciones que no hagan contacto al salir las piezas sin niquelar.
Picado.	Soluciones de enjuagues, decapados o la propia solución de niquelado contaminada por aceites.	<p>En enjuagues y ácidos se deben eliminar estas soluciones, lavar las cubas.</p> <p>Pasar la solución a la Cuba de reserva tratando con cantidad elevada de carbón activo. Limpiar cuba de trabajo y bolsas anódicas.</p>
	Insuficiente agitación por aire.	Aumentar caudal de aire.
	Serpentines de agitación bloqueados por precipitados de ácido bórico o sales cálcicas	Desmontar agitación y limpiar los serpentines.
	Temperatura de trabajo baja.	Comprobar temperatura y ajustar a norma.
	Presencia de hierro en la solución, generalmente asociado con filtros bloqueados por sales férricas (hidróxido de hierro marrón, visible por amarronamiento de las bolsas anódicas).	Tratamiento de oxidación con agua oxigenada 110 vol. Y filtración a pH 5,5.
	Soluciones muy concentradas.	Analizar y diluir a los valores óptimos más próximos.

	Porosidad del metal base que se confunde con picado.	Revisar material base.
	Aceites introducir por supresor de agitación por aire.	Comprobar supresor y conductos engrasados.
	Falta de humectante.	Añadir humectante.
Falta de brillo.	Falta de abrillantador de mantenimiento.	Comprobar por ensayo de Célula Hull y agregar dosis.
	Bajo pH de la solución generalmente inferior a 3.	Comprobar pH y ajustar con carbonato de níquel.
	Baja temperatura de trabajo.	Comprobar temperatura y ajustar al valor óptimo.
	Agitación escasa.	Aumentar agitación.
	Contaminación orgánica de la solución.	Cambiar carbón activo al filtro. Comprobar por Célula Hull.
Zonas oscuras en alta densidad de corriente.	Bajo nivel de abrillantador de mantenimiento.	Comprobar por Célula Hull y ensayar adiciones de abrillantaste.
	pH del electrolito bajo.	Comprobar y corregir con carbonato de níquel a través del filtro.
	Baja temperatura del electrólito.	Comprobar y aumentar al valor óptimo.
Espesor irregular.	Baja concentración de abrillantador mantenimiento.	Analizar y corregir a valores óptimos.
	Bajo pH de la disolución.	Comprobar y corregir.
	Preparación incorrecta del proceso.	Revisar proceso de preparación y optimizar.
	Baja temperatura de trabajo.	Comprobar y ajustar.
Zonas oscuras y grises sin brillo, en baja densidad de corriente	Contaminación metálica de cobre o zinc o ambos.	Ensayar en Célula Hull. Purificar electrolíticamente.
Falta de deposición de níquel, en baja densidad de corriente.	Contaminación del baño.	Ensayar en Célula Hull. Agregar bisulfito sódico en dosis de 0,1 g/l.

Polarización anódica.	Bloqueado de cestas anódicas por sales básicas, poca superficie anódica o contaminación de hierro.	Retirar las bolsas y tatar con ácido clorhídrico 3% a 100 °C durante una hora.
Defecto	Causa	Corrección

ANEJO V – ERGONOMÍA

Tabla de contenido

1	SOBREENFUERZOS	117
1.1	Definición	117
1.2	Medidas Preventivas	117
2	EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES	118
2.1	Definición	118
2.2	Medidas Preventivas	118
3	RUIDO.....	119
3.1	Definición	119
3.2	Medidas Preventivas	119
4	VIBRACIONES.....	119
4.1	Definición	119
4.2	Medidas Preventivas	119
5	ILUMINACIÓN	119
5.1	Definición	119
5.2	Medidas Preventivas	119
6	ESTRÉS TÉRMICO.....	120
6.1	Definición	120
6.2	Medidas Preventivas	120
7	PUESTOS DE TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN.....	120
7.1	Definición	120
7.2	Medidas Preventivas	120
8	FATIGA FÍSICA. POSICIÓN.....	120
8.1	Definición	120
8.2	Medidas Preventivas	121
9	FATIGA FÍSICA. DESPLAZAMIENTO	121
9.1	Definición	121
9.2	Medidas Preventivas	121
9.3	FATIGA FÍSICA. ESFUERZO	122
9.4	Definición	122
9.5	Medidas Preventivas	122
10	FATIGA FÍSICA. MANEJO DE CARGAS	122

10.1	Definición	122
10.2	Medidas Preventivas	122
11	CARGA MENTAL	123
11.1	Definición	123
11.2	Medidas Preventivas	123
12	INSATISFACIÓN	123
12.1	Definición	123
12.2	Medidas Preventivas	123

Mediante el presente estudio ergonómico se pretenden analizar los riesgos en los distintos puestos de trabajo con el objetivo de optimizar los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente). El objetivo final es el de diseñar lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. Se analizarán los riesgos y se propondrán soluciones para minimizarlos.

El objetivo final es el de diseñar lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. Se analizarán los riesgos y se propondrán soluciones para minimizarlos.

1 SOBREENFUERZOS

1.1 Definición

Situación producida cuando el esfuerzo físico necesario para realizar una tarea excede al esfuerzo normal realizable por un operario.

1.2 Medidas Preventivas

En toda labor se deberá tener la tendencia a sustituir todos los esfuerzos manuales por elementos mecánicos proporcionando mayor ergonomía al puesto de trabajo.

Es caso de no poder evitar el esfuerzo manual, se deberán tener en cuenta las siguientes normas:

- Situar pies separados y flexionando las rodillas para recoger la carga procurando mantener siempre la espalda recta.
- Hacer secuencia de movimientos para levantar la carga por encima de la cintura.
- No girar el cuerpo mientras se transporta la carga.
- Mantener la carga cercana al cuerpo siempre con la espalda recta.
- Si no se puede realizar por solo una persona pedir ayuda a un compañero.
- En caso de necesidad utilizar cinturones especiales.
- No sólo se refiere a levantar pesos, sino por ejemplo a cómo situarse para trabajar 8 horas frente a un ordenador o controlando una máquina, etc.

2 EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS AMBIENTALES

2.1 Definición

Exposición a temperaturas extremas, ya sean excesivamente calurosas o frías.

2.2 Medidas Preventivas

- Se deben encontrar las fuentes de calor o frío extremos e aislarlas térmicamente cuando sea posible eliminando el riesgo.
- Si no es posible aislar térmicamente el foco, el personal deberá utilizar equipos de protección individual adecuados, estableciendo los periodos máximos de exposición continuada y no superándolos en ninguna circunstancia.
- Se establecerán periodos de descanso adecuados y turnos, buscando el objetivo de que el operario este expuesto el mínimo tiempo posible al riesgo.
- En casos de calor extremo se recomendará beber agua abundantemente.

3 EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS

3.1 Definición

La exposición a productos químicos que pueden suponer un grave peligro para el trabajador debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo.

3.2 Medidas preventivas

- Se debe evitar su manipulación en casos no necesarios, y siempre han de ser manipulados en zonas especificadas.
- Se deberá disponer del correspondiente equipo de protección, como guantes, gafas, calzado y ropa específico.
- Los empleados encargados de su manipulación deberán tener establecidos periodos de descanso adecuados y turnos, buscando el objetivo de que el operario este expuesto el mínimo tiempo posible al riesgo.

4 RUIDO

4.1 Definición

Todo sonido inarticulado y confuso molesto al ser humano.

4.2 Medidas Preventivas

- Aislar la fuente de generación del ruido.
- Evaluar los niveles de ruido periódicamente mediante audiometría en los puestos de trabajo.
- Utilizar en caso de ser necesario los elementos de protección auditiva.

5 VIBRACIONES

5.1 Definición

Oscilación continuada de un cuerpo a un lado y a otro de la posición central o punto de equilibrio. La energía de la vibración puede ser absorbida por el cuerpo humano actuando como receptor de la energía mecánica.

5.2 Medidas Preventivas

- Utilizar materiales absorbentes a las vibraciones como suspensiones.
- Adecuado diseño de las herramientas, así como su correspondiente mantenimiento.
- Modificar la frecuencia de resonancia por cambio de la masa o rigidez del elemento afectado.

6 ILUMINACIÓN

6.1 Definición

Oscilaciones extremadamente rápidas de un campo electromagnético, en un rango determinado de frecuencias que pueden ser detectadas por el ojo humano.

6.2 Medidas Preventivas

- Evaluar mediante un estudio los niveles de iluminación necesarios para cada puesto de trabajo.
- Mantener adecuadamente los fluorescentes y lámparas de descarga.
- No obstruir la entrada de luz en ventanas por interposición de un cuerpo opaco colocado permanentemente.

7 ESTRÉS TÉRMICO

7.1 Definición

Consecuencias del organismo al ser sometido en una actividad a temperaturas extremas.

7.2 Medidas Preventivas

- Se debe aislar la fuente de calor del trabajador o bien al trabajador de la fuente de calor mediante equipos de protección individual.
- En caso de ser necesario se establecerán turnos y relevos reduciendo el tiempo de exposición de una misma persona.
- Utilizar sistemas de ventilación o refrigeración para disminuir las temperaturas altas sistemas de calefacción para aumentar las temperaturas bajas.

8 PUESTOS DE TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN

8.1 Definición

Equipos provistos de pantallas de visualización para la comunicación persona máquina.

8.2 Medidas Preventivas

- En caso de existir mesas o sillas, éstas deben ser ergonómicas.
- El reposapiés debe ser regulable.
- Evitar la incidencia directa de luz hacia la pantalla evitando colocarlas en una ventana o en su defecto utilizar persianas de lámina en la ventana.
- El eje principal del operador debe ser paralelo a la línea de ventanas, situándose en el punto más alejado de estas.

9 FATIGA FÍSICA. POSICIÓN

9.1 Definición

Situación de riesgo producida cuando el trabajador se ve forzado a adoptar posturas o esfuerzos musculares en su labor que pudieran provocar problemas físicos a lo largo del tiempo.

9.2 Medidas Preventivas

- Se deben evitar posturas en el trabajo cuyo mantenimiento prolongado pudiera llegar a producir molestias o lesiones en el trabajador.
- Se pondrá especial énfasis a la posición de la columna, ya que es la parte del cuerpo que más lesiones produce, ésta se deberá mantener recta evitando inclinaciones o torsiones innecesarias.

Si el trabajo a realizar es de pie:

- La altura de la superficie de trabajo estará en función de la tarea y de las medias antropométricas de las personas.
- Se debe alternar al trabajo desde un asiento lo más frecuentemente posible.
- Utilizar un calzado adecuado a la persona y a la actividad.

Si el trabajo es sentado:

- El tronco deberá estar lo más recto posible, permitiendo una buena posición de la columna y habrá suficiente espacio debajo de la mesa para el movimiento de las piernas.
- La altura del plano de la mesa estará en función de las medias antropométricas de las personas.
- La silla debe ser ajustable permitiendo varias alturas, dimensiones, inclinación, etc.

10 FATIGA FÍSICA. DESPLAZAMIENTO

10.1 Definición

Esfuerzos musculares dinámicos que el trabajador realiza debido a las exigencias de movimientos o tránsitos sin carga, durante la jornada de trabajo.

10.2 Medidas Preventivas

- Serán inferiores al 30% de la jornada laboral, en caso contrario se permitirá al trabajador periodos de descanso adecuados al esfuerzo de la actividad.
- Si el desplazamiento es en ascenso la frecuencia de realización será inferior a 3 veces/min.

- El calzado deberá ser adecuado.

10.3 FATIGA FÍSICA. ESFUERZO

10.4 Definición

Conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometido el trabajador cuando se ve obligado a realizar un esfuerzo muscular dinámico o esfuerzo muscular estático excesivo, unidos en la mayoría de los casos a : posturas forzadas de los segmentos corporales, frecuencia de movimientos fuera de límites, etc.

10.5 Medidas Preventivas

- Se debe tener en cuenta la condición del trabajador como capacidad física, edad, entrenamiento, etc. para determinar la carga de trabajo.
- El aumento de la frecuencia cardiaca no debe superar los 40 latidos por minuto y en caso de superarse se establecerán periodos de descanso que permitan bajar la frecuencia cardiaca.
- No debe superarse el 30% de la capacidad máxima del trabajador.

11 FATIGA FÍSICA. MANEJO DE CARGAS

11.1 Definición

Esfuerzos musculares debidos al transporte de piezas desde o hacia el lugar de trabajo

11.2 Medidas Preventivas

- Se tendrán en cuenta las características individuales del trabajador (edad, estado físico, sexo, etc.), pero atendiendo al Dictamen [188/C1318/14] los pesos deben ser inferiores a 50 kg para hombre y 25 kg para mujeres.
- Se debe evitar que la actividad cardiaca no supere ciertos valores límite y en caso de rebasarse dichos valores se establecerán periodos de descanso.
- En desplazamientos con carga, ésta será inferior a 10 Kg. o los desplazamientos inferiores a 20 metros, y si es un ascenso dependerá del nivel de la rampa.
- Se dispondrán en caso de ser necesario equipos para el levantamiento de cargas pesadas y además de equipos de protección individual adecuados.

12 CARGA MENTAL

12.1 Definición

Esfuerzo mental producido en la realización de un trabajo.

12.2 Medidas Preventivas

- Se establecerán pausas adecuadas en los momentos adecuados a la actividad a realizar.
- Se buscará la alternancia en las tareas lo cual permitirá una disminución de la carga mental.
- La tarea deberá estar correctamente diseñada, facilitando el desarrollo por parte del trabajador.

13 INSATISFACIÓN

13.1 Definición

Falta de complacencia motivada por el contenido del trabajo.

13.2 Medidas Preventivas

- Evitar la repetición de tareas o en su defecto rotar las actividades.
- Dar responsabilidad al trabajador dentro de la empresa.
- Fomentar reuniones y la participación de los trabajadores en la empresa.
- Elección correcta de la persona en relación a la actividad a realizar.

