

**ANEJO 12:**

**Instalación Eléctrica**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>251</b>
<b>2. NORMATIVA</b>	<b>251</b>
<b>3. ILUMINACIÓN</b>	<b>251</b>
3.1. Cálculo de la iluminación interior	251
3.1.1. Determinación del nivel medio de iluminación requerido	252
3.1.2. Elección del sistema de alumbrado y luminarias	252
3.1.3. Determinación del coeficiente de utilización	253
3.1.4. Determinación del coeficiente de conservación	255
3.1.5. Cálculo del flujo luminoso necesario	255
3.1.6. Cálculo del número de lámparas y luminarias	256
3.2. Cálculo de la iluminación exterior	257
3.2.1. Determinación del nivel medio de iluminación requerido	257
3.2.2. Elección del sistema de alumbrado y luminarias	257
3.2.3. Determinación del coeficiente de utilización	257
3.2.4. Determinación del coeficiente de conservación	257
3.2.5. Cálculo del flujo luminoso necesario	258
3.2.6. Cálculo del número de lámparas y luminarias	258
3.3. Cálculo de la iluminación de emergencia	258
3.3.1. Elección del sistema de alumbrado y luminarias	258
3.3.2. Necesidades de alumbrado de emergencia	258
<b>4. TOMAS DE FUERZA</b>	<b>259</b>
4.1. Tomas de corriente	259
4.2. Tomas de fuerza para maquinaria	259
4.3. Conclusión	259
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>260</b>
5.1. Acometida eléctrica	260
5.2. Caja general de protección y medida	260
5.3. Derivación individual	261
5.4. Sistema de instalación interior	261
5.5. Módulo de dependencias	264
5.6. Alumbrado exterior	264

5.7. Alumbrados especiales _____	264
5.8. Sistema de puesta a tierra _____	265
5.9. Instalación y montaje de la maquinaria _____	265
<b>6. POTENCIA A INSTALAR _____</b>	<b>265</b>
6.1. Cuadro parcial A _____	266
6.2. Cuadro parcial B _____	266
6.7. Conclusión _____	267
<b>7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS _____</b>	<b>267</b>
<b>8. ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR _____</b>	<b>268</b>
<b>9. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA _____</b>	<b>269</b>
9.1. Bibliografía _____	269

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Niveles medios de iluminación requeridos _____	252
<b>Tabla 2.</b> Valores de reflexión _____	253
<b>Tabla 3.</b> Índice del local _____	254
<b>Tabla 4.</b> Coeficiente de utilización _____	255
<b>Tabla 5.</b> Flujo luminoso necesario _____	255
<b>Tabla 6.</b> Número de lámparas y luminarias _____	256
<b>Tabla 7.</b> Resumen de necesidades de alumbrado interno _____	256
<b>Tabla 8.</b> Resumen de necesidades de alumbrado externo _____	258
<b>Tabla 9.</b> Resumen de necesidades de alumbrado interno de emergencia _____	258
<b>Tabla 10.</b> Tomas de corriente _____	259
<b>Tabla 11.</b> Tomas de fuerza de maquinaria _____	259
<b>Tabla 12.</b> Potencia a instalar en cuadro parcial A _____	265
<b>Tabla 13.</b> Potencia a instalar en cuadro parcial B _____	266
<b>Tabla 14.</b> Potencia total a instalar por subcuadros _____	266

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es el cálculo y diseño de las instalaciones eléctricas en baja tensión para el perfecto funcionamiento de la actividad, con el fin de que sirvan de base para solicitar a los organismos competentes de la Administración las correspondientes autorizaciones de instalación y, en su día, de puesta en servicio, y todo ello de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT)-Ministerio de Industria Turismo y Comercio, así como el nuevo Código Técnico de Edificación (CTE.), que lo regulan.

## 2. NORMATIVA

En la redacción del presente anejo se ha tenido en cuenta lo especificado en la siguiente reglamentación:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. (BOE 224. 18-09-2002).
- Código Técnico de la Edificación Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo del Ministerio de Vivienda. (BOE 28-03-2006).
- Norma Tecnológica de la Edificación-Instalaciones 1ª Parte - Alumbrado interior, alumbrado exterior y baja tensión - Ministerio de Fomento.
- Ordenanza Municipal en vigor.
- Ordenanza General sobre Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas particulares de la Compañía Sevillana Endesa. (Resolución de 11 de octubre de 1989, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, de la Consejería de Trabajo. BOJA nº 86 de 27 de octubre de 1989).

## 3. ILUMINACIÓN

### 3.1. Cálculo de la iluminación interior

El proyecto de iluminación de interiores se diferencia fundamentalmente del alumbrado exterior en que, debido a los fenómenos de reflexión se producen con facilidad efectos fisiológicos nocivos, con la ventaja de que mediante estas mismas reflexiones se puede reforzar la iluminación en el plano de trabajo, lo cual repercute en una mejora del nivel de iluminación general.

Estrictamente, una buena iluminación tendría que estar definida a través de una serie de parámetros mínimos que, en todos los casos, debiera responder al listado siguiente:

- Adecuado nivel de iluminación.
- Uniformidad del nivel de iluminancia.
- Limitación del deslumbramiento.
- Limitación de los contrastes de luminancias.
- Dirección de la luz y efectos de sombras.
- Color de la luz y calidad de la reproducción cromática.

### 3.1.1. Determinación del nivel medio de iluminación requerido

El nivel de iluminación, (E), se fija de acuerdo con la naturaleza del trabajo, pues dentro de amplios límites, cuanto más luz exista sobre la tarea visual, más fácil resultará la visión, y ésta provocará menos tensión sobre el organismo. En la Tabla 1, se indican los valores idóneos para obtener unos niveles de iluminación satisfactorios en las distintas zonas de trabajo:

**Tabla 1. Niveles medios de iluminación requeridos.**

<i>Recinto a iluminar</i>	<i>E (Lux)</i>
Sala cabezal	250
Almacén	250
Pasillo	250
Almacén fitosanitarios	250
Aseo	120
Vestuario	120
Oficina	500

### 3.1.2. Elección del sistema de alumbrado y luminarias

Al proyectar un sistema de alumbrado general es fundamental prever un nivel de iluminación uniforme en toda la extensión del recinto. De esta forma se eliminan las manchas y ángulos oscuros, haciendo todas las superficies del recinto adecuadas como espacio de trabajo o para otro propósito cualquiera. Esta uniformidad dependerá de la altura de la fuente luminosa y de las características fotométricas de la luminaria.

Los tipos de luminarias empleadas en las distintas dependencias de la nave se describen a continuación:

- Luminaria con una lámpara fluorescente de 36 W, flujo luminoso de 3100 lm lámpara<sup>-1</sup> y tono de luz blanco (A).
- Luminaria con una lámpara fluorescente de 58 W, flujo luminoso de 4 800 lm·lámpara<sup>-1</sup> y tono de luz blanco (B).

- Luminaria con dos lámparas fluorescentes de 58 W cada una, flujo luminoso de 5400 lm· lámpara<sup>-1</sup> y tono de luz blanco (C).
- Luminaria con una lámpara de vapor de mercurio de 400 W, flujo luminoso de 23000 lm· lámpara<sup>-1</sup> y tono de luz blanco (D).

### 3.1.3. Determinación del coeficiente de utilización

Al cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo (flujo útil), y el flujo total emitido por las lámparas instaladas, es lo que llamamos "Coeficiente de utilización". Dicho coeficiente responde a la siguiente expresión:

$$Cu = \frac{\phi_u}{\phi_t} \tag{1}$$

Donde:

- $\phi_u$  : Flujo útil en el plano de trabajo (Lm).
- $\phi_t$  : Flujo total emitido (Lm).

Este coeficiente depende de diversas variables tales como la eficacia de las luminarias, la reflectancia de los paramentos, y las dimensiones del local.

La luminaria, aparato utilizado para soportar, alojar y distribuir el flujo luminoso de las lámparas, tiene una relativa incidencia sobre el coeficiente de utilización, según se trate de un sistema de iluminación directa, semidirecta o a través de difusores.

La reflexión de la luz sobre los paramentos del local juega un importante papel sobre el coeficiente de utilización, dado que, de la totalidad del flujo luminoso que incide sobre las distintas superficies, una parte se refleja, mientras que otra es absorbida y anulada, dependiendo la proporción de una y otra, del color de dichas superficies. Para nuestro propósito será suficiente diferenciar cuatro tonalidades diferentes, que se indican en la Tabla 2:

**Tabla 2. Valores de reflexión.**

<i>Color</i>	<i>Reflexión</i>
Blanco	70%
Claro	50%
Medio	30%
<b>Oscuro</b>	10%

Otro factor importante son las dimensiones del local ya que juegan un papel importante sobre el valor del coeficiente de utilización. Esto se pone en evidencia con lo expresado anteriormente, “la proporción de flujo luminoso que llega a la superficie de trabajo depende de la relación que exista entre el flujo directo y el reflejado”.

Para calcular el coeficiente de utilización obtenemos, en primer lugar, el “Índice del local” según la expresión:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)} \quad (2)$$

Donde:

- L: Longitud de la habitación en estudio (m).
- A: Ancho de la habitación en estudio (m).
- H: Altura de montaje de las luminarias respecto al plano de trabajo (m).

La altura de montaje de las luminarias se puede obtener, de la siguiente forma:

$$H = h - h' \quad (3)$$

Siendo:

- h: Altura de la habitación en estudio (m).
- h': Altura del plano de trabajo (m).

En la Tabla 3, se recogen los valores del “Índice del local” de los distintos recintos:

**Tabla 3. Calculo del” índice local” en los distintos recintos.**

<i>Recinto a iluminar</i>	<i>L (m)</i>	<i>A (m)</i>	<i>h(m)</i>	<i>h'(m)</i>	<i>H (m)</i>	<i>K</i>
Sala cabezal	11,57	7	5	0,85	4,15	1,05
Almacén	18,63	11,57	5	0,85	4,15	1,72
Pasillo	4	1,34	5	0,85	4,15	0,24
Almacén fitosanitarios	3,9	2,92	5	0,85	4,15	0,40
Aseo	3,9	2,1	3	0,85	2,15	0,63
Vestuario	3,9	2	3	0,85	2,15	0,61
Oficina	3,9	2,82	3	0,85	2,15	0,76

Tanto los techos como las paredes serán pintados de color claro (reflexión 50%), mientras que el suelo tendrá un color medio (reflexión 30%).

Con los datos anteriormente obtenidos y utilizando las tablas proporcionadas por los fabricantes de las distintas luminarias, se obtienen los coeficientes de utilización, recogidos en la Tabla 4 que se presenta a continuación:

**Tabla 4. Coeficiente de utilización.**

<i>Recinto a iluminar</i>	<i>Cu</i>
Sala cabezal	<b>0,60</b>
Almacén	<b>0,58</b>
Pasillo	<b>0,68</b>
Almacén fitosanitarios	<b>0,39</b>
Aseo	<b>0,39</b>
Vestuario	<b>0,41</b>
Oficina	<b>0,57</b>

**3.1.4. Determinación del coeficiente de conservación**

El “Coeficiente de conservación” (Cc), se determina en función del grado de polvo y suciedad existente en las instalaciones, número de limpiezas anuales y períodos de reposición de las lámparas.

Debido a las características de la nave se prevé un ambiente limpio, consideramos por tanto un coeficiente de conservación medio de 0,7.

**3.1.5. Cálculo del flujo luminoso necesario**

El flujo luminoso se calcula con la siguiente expresión:

$$\phi_t = \frac{E \cdot A}{Cu \cdot Cc} \tag{4}$$

Donde:

- E: Nivel medio de iluminación (Lux).
- A: Área de la superficie a iluminar (m<sup>2</sup>).
- Cu: Coeficiente de utilización.
- Cc: Coeficiente de conservación.

**Tabla 5. Flujo luminoso necesario.**

<i>Recinto a iluminar</i>	<i>E (Lux)</i>	<i>A (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Cu</i>	<i>Cc</i>	<i>ϕ<sub>t</sub> (lm)</i>
Sala cabezal	250	80,99	0,6	0,7	48208,33
Almacén	250	215,55	0,58	0,7	132727,28
Pasillo	250	5,36	0,68	0,7	2815,13
Almacén fitosanitarios	250	11,39	0,39	0,7	10428,57
Aseo	120	8,19	0,39	0,7	3600,00
Vestuario	120	7,80	0,41	0,7	3261,32
Oficina	500	11,00	0,57	0,7	13781,95

**3.1.6. Cálculo del número de lámparas y luminarias**

La fórmula a emplear es:

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\phi_t}{\phi_u} \tag{5}$$

Siendo:

- Flujo luminoso total (lm).
- Flujo luminoso unitario por lámpara (lm).

**Tabla 6. Número de lámparas y luminarias.**

<i>Recinto a iluminar</i>	$\phi_t$ (lm)	Ti po	Flujo lámpara (lm)	Nº Lámparas	Nº Luminarias
Sala cabezal	48208,33	C	5400	2	2
Almacén	132727,28	C	5400	10	10
Pasillo	2815,13	A	3100	1	1
Almacén fitosanitarios	10428,57	B	4800	2	2
Aseo	3600,00	A	3100	1	1
Vestuario	3261,32	A	3100	1	1
Oficina	13781,95	B	4800	2	2

En las salas en las que se considere que la distribución lumínica no sería uniforme con el número de luminarias calculado, se reforzará este número a fin de que se considere uniforme. Esta desviación en el cálculo es debida a la no consideración del obstáculo producido por las máquinas, herramientas, estanterías en almacén.

Teniendo en cuenta este refuerzo y lo dispuesto anteriormente, se presenta el siguiente resumen de las necesidades de alumbrado interno. Mediante esta medida se justifica la no distribución uniforme de las luminarias. Pues en su colocación si se tienen en cuenta estos obstáculos.

**Tabla 7. Resumen de necesidades de alumbrado interno.**

<i>Recinto a iluminar</i>	Tipo	Nº Luminarias	Nº Lámparas	Potencia lámpara (W)	Potencia total (W)
Sala cabezal	C	2	2	116	232
Almacén	C	10	10	116	1160
Pasillo	A	1	1	36	36
Almacén fitosanitarios	B	2	2	58	116
Aseo	A	1	2	18	36
Vestuario	A	1	1	36	36
Oficina	B	2	2	58	116

## 3.2. Cálculo de la iluminación exterior

### 3.2.1. Determinación del nivel medio de iluminación requerido

Se considera que una iluminación media de 50 lux será suficiente.

### 3.2.2. Elección del sistema de alumbrado y luminarias

En el alumbrado exterior se empleará una luminaria con una lámpara de vapor de sodio de alta presión de 150 W cuyo flujo luminoso es de 14 000 lm· lámpara<sup>-1</sup>, montada en brazo tubular recrecido con fijación mural (E).

### 3.2.3. Determinación del coeficiente de utilización

La nave tiene un perímetro de 92 m y se pretende iluminar una franja de 10 m desde la misma, pero sólo se alumbrará la fachada norte y la este que tienen 46 m de longitud. La altura de montaje de las luminarias es de 5 m respecto al suelo.

Para calcular el coeficiente de utilización obtenemos, en primer lugar, el “Índice del local”, sustituyendo los datos anteriores en la ecuación (2):

$$K = 2,4$$

Con este dato y considerando valores de reflexión mínimos, del 10%, obtenemos el coeficiente de utilización a partir de la tabla proporcionada por el fabricante de la luminaria propuesta, correspondiendo con el siguiente valor:

$$C_u = 0,64$$

### 3.2.4. Determinación del coeficiente de conservación

Se considera un coeficiente de conservación medio de 0.7, en espera de un ambiente limpio.

### 3.2.5. Cálculo del flujo luminoso necesario

Sustituyendo los datos obtenidos en los apartados anteriores en la ecuación (4), obtenemos el flujo luminoso necesario, que en nuestro caso es:

$$\phi_t = 33482,14 \text{ lm}$$

### 3.2.6. Cálculo del número de lámparas y luminarias

Sustituyendo en la ecuación (5), obtenemos:

$$\text{Número de lámparas} = 3 \text{ lámparas}$$

Las cuales serán colocadas dos en las fachada este y una en la norte. Su distribución se define en el Documento N° 2 Planos.

En la tabla 8 se presenta un resumen del alumbrado exterior.

**Tabla 8. Resumen de necesidades de alumbrado externo.**

<i>Recinto a iluminar</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nº Luminarias</i>	<i>Nº Lámparas</i>	<i>Potencia lámpara (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
Parte exterior de la nave	E	3	3	150	450
<b>TOTAL</b>					<b>450</b>

### 3.3. Cálculo de la iluminación de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación necesaria en los locales y accesos hasta la salida, para una eventual evacuación del edificio o iluminar otros puntos que se señalen. La iluminación de emergencia ha de satisfacer los requisitos marcados en el Anejo N° 13, “Justificación del DB-SI”.

#### 3.3.1. Elección del sistema de alumbrado de emergencia y luminarias

La luminaria empleada en el alumbrado de emergencia se describe a continuación:

- Luminaria de emergencia fluorescente de 8 W y flujo luminoso de 142 lm (F).

#### 3.3.2. Necesidades de alumbrado de emergencia

Las necesidades de alumbrado interno de emergencia se particularizan en la siguiente tabla:

**Tabla 9. Resumen de necesidades de alumbrado interno de emergencia.**

<i>Recinto a iluminar</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nº Lámparas</i>	<i>Potencia lámpara (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
Sala cabezal	F	2	8	16
Almacén	F	3	8	24
Pasillo	F	1	8	8

## 4. TOMAS DE FUERZA

### 4.1. Tomas de corriente

Para cada uno de los recintos se proyectan las siguientes tomas de corriente:

**Tabla 10. Tomas de corriente.**

<i>Recinto</i>	<i>Número</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
Sala cabezal	2	250	500
Almacén	4	250	1000
Pasillo	-	-	-
Almacén fitosanitarios	2	250	500
Aseo	2	250	500
Vestuario	2	250	500
Oficina	4	250	1000
<b>TOTAL</b>			<b>4000</b>

#### 4.2. Tomas de fuerza para maquinaria

Las tomas de fuerza necesarias para cada una de las maquinas proyectadas se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Tomas de fuerza para maquinaria.**

<i>Maquinaria</i>	<i>Número</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
Bomba de impulsión	1	5000	5000
Venturi	1	552	552
Inyección	1	1840	1840
Sopladores	1	1104	1104
<b>TOTAL</b>			<b>8496</b>

#### 4.3. Conclusión

Una vez determinadas las tomas de corriente y las tomas de fuerza necesaria es posible definir la potencia total para satisfacer tales necesidades. En nuestro caso dicha potencia es de **14782 W**.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 5.1. Acometida eléctrica

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente. Se realizará siguiendo el trazado más corto, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados. En todo caso, se realizarán de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de conexión de la caja general de protección.

La acometida será en canalización subterránea, bajo tubos de XLPE de 63 mm de diámetro, enterrados a una profundidad de 1 m, colocando para su protección una caja de hormigón de 15 cm de espesor. A unos 25 cm por encima se colocará una cinta de señalización de advertencia de la existencia de cables eléctricos.

Los conductores a utilizar, serán de aluminio con cubierta tipo RV 0,6 / 1 kV tensión de aislamiento.

Este tipo de instalación se realizará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07.

## **5.2. Caja general de protección y medida**

La caja general de protección y medida aloja los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Este elemento marca el límite de la propiedad entre la empresa suministradora y el cliente. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará en un nicho dentro de la zona libre privada que posee la parcela, se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección 1K 10 según UNE-EN- 50 102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

El equipo de medida, deberá estar instalado a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m. Estará formado por un contador de energía activa de doble tarifa, un contador de energía reactiva, con transformadores de intensidad de relación 700/5 y un maxímetro. Los fusibles serán de seguridad del tipo gl con una intensidad nominal de 1000 A y un poder de corte de 16 kA.

La caja de protección y medida cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN- 60.439-1, tendrá grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN- 60.439-3, una vez instalada tendrá un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK09 según UNE-EN-50.102 y serán precintables.

## **5.3. Derivación individual**

La derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a la instalación. Enlaza la caja general de protección y medida con el cuadro general de distribución.

Su ejecución será en canalización superficial de tubo B1 unipolares de XLPE de 63 mm de diámetro, con la oportuna señalización de la existencia de la canalización y capa de hormigón de 15 cm para protección.

## **5.4. Sistema de instalación interior**

El cuadro general de distribución se situará en el interior de la nave, de este partirán las distintas líneas de distribución que terminarán en los correspondientes cuadros parciales. En dicho cuadro se instalará, un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y esté dotado de dispositivos de corte contra sobrecargas y cortocircuitos, y los correspondientes dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos por cada uno de los circuitos que parten de él.

También se dispondrá en el cuadro general de un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación anterior con la derivación de la línea principal de tierra, que será de conductor de Cu de  $120 \text{ mm}^2$  aislado de 750V.

Sobre cada dispositivo de protección se pondrá un rótulo con el nombre de la línea o del circuito al que pertenece y en la tapa interior del cuadro se dejará adherido el esquema unifilar del propio cuadro.

La instalación eléctrica se realizara con material de primera calidad y ejecutado por personal especializado, debidamente autorizado por la Delegación de Almería de la Consejería de Industria, Comercio y Turismo de la Junta de Andalucía, y a tenor de lo dispuesto al caso en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El alumbrado se realizará bajo tubos unipolares, en montaje superficial o empotrado en obra. Se procurará la correcta estanqueidad al polvo de las canalizaciones mediante la adecuada instalación de estas.

La instalación de las lámparas de vapor de mercurio se realizará en luminarias cerradas, reflector del tipo industrial colgadas en la estructura de la cubierta de la nave.

La instalación de las oficinas se realizará con tubo de PVC unipolar colocado empotrado en paramentos horizontales y verticales. El diámetro de los tubos de protección, tanto si son flexibles, como rígidos, en función del número de conductores por cada uno de ellos, cumplirá con lo especificado en la Instrucción ITC-BT-21.

Los mecanismos de alumbrado de oficinas serán de intensidad nominal de 10 A y sus protecciones diferenciales serán de alta sensibilidad (30 mA).

Las tomas de corriente de oficinas serán de intensidad nominal de 25 A e irán provistas de su correspondiente toma de tierra.

Las conexiones dentro de las cajas de derivación se realizarán con clemas de conexión y no por simple retorcimiento y posterior encintado aislante.

Todos los motores trifásicos con potencia superior a 0,75 kW irán provistos de guarda motores apropiados, que protejan contra fallos de una fase, cortocircuitos y sobreintensidades.

En el dimensionamiento de los circuitos se procurará que la carga quede repartida entre sus fases o conductores polares.

La alimentación desde el cuadro general a los distintos subcuadros y cuadros auxiliares, se realizará con conductor del tipo RV 0,6/1 KV tensión de aislamiento, colocado sobre bandeja preferentemente.

Todos los armarios de los cuadros eléctricos serán estancos y llevarán cerradura con llave.

Cerca de cada uno de los interruptores de cada cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.

Los conductores estarán perfectamente identificados mediante colores normalizados.

Para la elección del diámetro de los tubos en función del número de conductores por cada uno de ellos, se estará de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-21.

Las canaletas y los tubos deben de soportar una temperatura mínima de 60 °C sin deformación alguna.

Para la colocación de los tubos se tendrán especialmente en cuenta las siguientes prescripciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo son los indicados en la ITC-BT-21.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados estos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de aprieto entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a  $6,0 \text{ mm}^2$  deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, que queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción ITC-BT-20.
- La instalación empotrada de tubos normales será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.
- En la ITC-BT-20 se recomiendan las condiciones para la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción. En cualquier caso, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 cm.
- Las tapas de los registros y las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedaran enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

### 5.5. Modulo de dependencias

La instalación de los conductores se realizará bajo tubo de PVC flexible. Este irá empotrado en paredes de obra y suelos.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes y las masas de los aparatos sanitarios y todos los demás elementos conductores accesibles.

### 5.6. Alumbrado exterior

La instalación eléctrica exterior será al aire mediante grapeado en el lado interior de los cerramientos de la nave alimentando a los proyectores ubicados en el exterior de dicho paramento. En el Documento N° 2 Planos se define las características del alumbrado exterior.

Las luminarias proyectadas en el alumbrado exterior son cerradas, con protección contra el agua pulverizada desde cualquier dirección.

Los conductores a emplear serán de Cu de dos unipolares, de 450/750 v. de tensión de aislamiento en el alumbrado exterior.

### **5.7. Alumbrados especiales**

Se dotará a la instalación con un sistema de alumbrados especiales de emergencia. Con este alumbrado se garantiza una evacuación segura en caso de falta de alumbrado general.

El criterio de diseño se basa en colocar equipos de señalización marcando las salidas, y en aportar una iluminación de emergencia.

Los aparatos autónomos serán del tipo homologado y cumplirán con las normas UNE 20.062.73.

Los equipos autónomos de alumbrado y señalización de emergencia entrarán en funcionamiento automáticamente al producirse un fallo en el alumbrado general, o cuando este baje a menos de 70% de su valor nominal.

Las líneas que alimentan a los equipos autónomos estarán protegidas en cabeza con interruptores automáticos magnetotérmicos de intensidad nominal 10 A, 2 polos e irán asociados a su diferencial de zona.

### **5.8. Sistema de puesta a tierra**

El sistema de puesta a tierra de la instalación estará formado por tantas picas de acero cobreado, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro como sean necesarias para conseguir una resistencia de difusión inferior a 20  $\Omega$ , a la vez que se conecta a la estructura metálica de la nave, mediante anillo formado por cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección unido a pilares mediante soldadura aluminotérmica.

Los conductores de protección a cada uno de los receptores tendrán, en general, una sección igual a la del conductor de fase, pudiendo reducirse dichas secciones de acuerdo con la ITC-BT-19.

Las picas de puesta a tierra irán provistas de los medios necesarios para su humectación.

### **5.9. Instalación y montaje de la maquinaria**

Se protegerán convenientemente, los órganos móviles de las máquinas, para evitar los contactos accidentales del personal. Todo elemento con órganos móviles se mantendrá en perfecto estado de conservación, principalmente en lo que se refiere a su equilibrio dinámico y estático, así como la suavidad de marcha en sus cojinetes o caminos de rodadura.

La maquinaria no estará anclada mediante cualquier órgano móvil en las paredes medianeras, techos o forjados de separación entre locales de cualquier clase de actividad.

## 6. POTENCIA A INSTALAR

A continuación se definen los distintos cuadros parciales y el cuadro general, además de relacionar la potencia de alumbrado y de fuerza.

### 6.1. Cuadro parcial A

El cuadro parcial A engloba el alumbrado, las tomas de corriente y el alumbrado de emergencia para pequeños consumos en las siguientes dependencias:

- Oficina
- Aseo
- Vestuario
- Pasillo
- Almacén de fitosanitarios

En la Tabla 12 se detalla la potencia total de dicho cuadro:

**Tabla 12. Potencia total cuadro parcial A.**

<b>Tipo</b>	<b>Potencia total en (W)</b>
ALUM. OFICINA	116
ALUM. ASEO	36
ALUM. VESTUARIO	36
ALUM. PASILLO	36
ALUM. ALMACÉN FITO	116
ALUM. EXTERIOR 1	150
TC OFICINA	1000
TC ASEO	500
TC VESTUARIO	500
TC ALMACÉN FITO	500

<b>TOTAL</b>	<b>2990</b>
--------------	-------------

## 6.2. Cuadro parcial B

El cuadro parcial B engloba el alumbrado, las tomas de corriente, el alumbrado de emergencia y las tomas de fuerza para el almacén y para la sala del cabezal de riego.

En la Tabla 13 se detalla la potencia total de dicho cuadro:

**Tabla 13. Potencia total cuadro parcial B.**

<b>Tipo</b>	<b>Potencia total en (W)</b>
ALUM. ALMACÉN 1	580
ALUM. ALMACÉN 2	580
ALUM. SALA CAB.	232
ALUM. EXTERIOR 2	300
BOMBA DE IMPULSIÓN	5000
VENTURI	552
INYECCIÓN	1840
SOPLADORES	1104
TC ALMACÉN	1000
TC SALA CAB.	500
<b>TOTAL</b>	<b>7792</b>

## 6.7. Conclusión

Una vez determinada la potencia de cada cuadro parcial, obtenemos la potencia total a instalar por subcuadros.

**Tabla 14. Potencia total a instalar por subcuadros.**

<b>Subcuadro</b>	<b>Potencia (W)</b>
A	2990
B	7792
<b>TOTAL</b>	<b>10782</b>

## 7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

### *Cuadro General de Mando y Protección*

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ACOMETIDA	12598.8	10	4x16Al	18.19	77.6	0.15	0.15
LINEA GENERAL ALIMENT.	12598.8	0.3	4x10+TTx10Cu	18.19	60	0	0
DERIVACION IND.	12598.8	1	4x6+TTx6Cu	18.19	44	0.03	0.03
SUBCUADRO A	3233.2	14.5	4x2.5+TTx2.5Cu	4.67	18.5	0.23	0.26
SUBCUADRO B	9365.6	0.5	4x2.5+TTx2.5Cu	13.52	18.5	0.02	0.05

### *Subcuadro A*

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
AGRUP. ALUMBRADO 1	733.2	0.3	2x2.5Cu	3.19	22	0.01	0.27
ALUM. OFICINA	208.8	7.5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.91	21	0.05	0.31
ALUM. ASEO	36	6	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	21	0.01	0.27
ALUM. VESTUARIO	64.8	3.5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.28	21	0.01	0.27
ALUM. PASILLO	64.8	2.5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.28	21	0	0.27
ALUM. ALMACÉN FITO	208.8	4.5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.91	21	0.03	0.29
ALUM. EXTERIOR 1	150	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.65	21	0	0.27
AGRUP. TC 1	2500	0.3	2x2.5Cu	10.87	22	0.02	0.28
TC OFICINA	1000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	21	0.29	0.58
TC ASEO	500	4.5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.07	0.35
TC VESTUARIO	500	4.5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.07	0.35
TC ALMACÉN FITO	500	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.09	0.37

### *Subcuadro B*

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
AGRUP. ALUMBRADO 2	2805.6	0.3	2x1.5Cu	12.2	16	0.04	0.1
ALUM. ALMACÉN 1	1044	27	2x1.5+TTx1.5Cu	4.54	15	1.39	1.49
ALUM. ALMACÉN 2	1044	25	2x1.5+TTx1.5Cu	4.54	15	1.29	1.39
ALUM. SALA CAB.	417.6	23	2x1.5+TTx1.5Cu	1.82	15	0.47	0.57
ALUM. EXTERIOR 2	300	8	2x1.5+TTx1.5Cu	1.3	15	0.12	0.22
AGRUP. MAQUINAS	5060	0.3	4x2.5Cu	7.3	21	0.01	0.06
BOMBA DE IMPULSIÓN	5000	20	2x2.5+TTx2.5Cu	7.5	21	0.82	0.88
VENTURI	690	20	4x2.5+TTx2.5Cu	1.24	18.5	0.07	0.13
INYECCIÓN	2300	20	4x2.5+TTx2.5Cu	4.15	18.5	0.22	0.29
SOPLADORES	1380	20	2x2.5+TTx2.5Cu	7.5	21	0.82	0.88
AGRUP. TC 2	1500	0.3	2x2.5Cu	6.52	22	0.01	0.07
TC ALMACÉN	1000	35	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	21	1.03	1.1
TC SALA CAB.	500	16	2x2.5+TTx2.5Cu	2.17	21	0.24	0.3

## **8. ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR**

En el Documento N° 2 Planos, se presenta el esquema eléctrico unifilar justificado en el presente Anejo.

## 9. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA

### 9.1. Bibliografía

- **Ministerio de Ciencia y Tecnología.** (2002). Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto (n° 224, 18/09/2002).
- **Ministerio de Fomento.** (1998). Normas tecnológicas de la Edificación. NTE. Instalaciones. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento.