



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019

## Hoja de Identificación

- **Título del Proyecto**

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y contraincendios en un taller de tablas de surf.

- **Emplazamiento Geográfico**

Dirección: Calle Molinos de Gofio, polígono industrial San Jerónimo, S/N, la Orotava, 38300

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

- **Persona jurídica que ha encargado el proyecto**

Nombre: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Dirección: Av. Astrofísico Francisco Sánchez, S/N, La Laguna, 38200

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Correo: [esit@ull.edu.es](mailto:esit@ull.edu.es)

Teléfono: 922845031

- **Datos del autor del proyecto**

Nombre: Javier Ascanio Fernández

DNI: 78645488R

Estudios: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Dirección: Finca la Resbala, la Florida, S/N, la Orotava, 38300

Correo: [javiasc93@gmail.com](mailto:javiasc93@gmail.com)

Teléfono: 699863382

- **Responsable de la tutoría del proyecto**

Nombre: María de la Peña Fabiani Bendicho

Correo: [mfabiani@ull.edu.es](mailto:mfabiani@ull.edu.es)

# INDICE GENERAL

- **ABSTRACT**

- **MEMORIA**

1. Aspectos Generales del Proyecto
2. Descripción de la Propuesta Técnica
3. Maquinaria y herramientas necesarias para la producción
4. Instalación Eléctrica de Baja Tensión
5. Sistema de Iluminación
6. Sistema de Ventilación
7. Protección Contra Incendios
8. Presupuesto
9. Conclusions

- **ANEXOS**

- **Anexo de Cálculos**

1. Instalación Eléctrica de Baja Tensión
2. Sistema de Iluminación
3. Sistema de Ventilación
4. Protección Contra Incendios

- **Anexo 2**

- Cálculos luminotécnicos (DIALux EVO)
- Proyecto alumbrado de emergencia (Daisalux)
- Hojas Técnicas

- **PLANOS**

- **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

1. Definición y alcance del pliego
2. Condiciones facultativas
3. Condiciones económicas
4. Condiciones legales
5. Condiciones técnicas
6. Instalaciones auxiliares y precauciones a adoptar durante la construcción

- **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

1. **Introducción y Justificación jurídica**
2. **Características de la obra proyectada**
3. **Información previa a la realización de la obra**
4. **Fases de obra con identificación de riesgos**
5. **Relación de medios humanos y técnicos previstos con identificación de riesgos**
6. **Medidas de prevención de los riesgos**
7. **Legislación específica**

- **MEDICIÓN Y PRESUPUESTOS**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# ABSTRACT

## TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019

## Abstract

Surfing is an extreme sports that is growing very fast during the past few years, the number of people who practice this sport is increasing a lot. Canary Islands is the perfect place for surfing, it has good weather the whole year and a lot of kilometers of coast with beach breaks and point breaks. Because of that build a surfboards factory is a good idea.

The project given studies the process of a surfboards factory, where we can find the surfboards' shaping process, the materials, tools and machines needed to shape a surfboard, the electrical and light installation, the ventilation system and the evacuation and security measures in case of fire, in order to decrease risks as much as possible.

A surfboard it's made up of foam, polyester or epoxy resin and fiberglass cloth. The foam is used to make the core of the surfboard and it's the most important thing to get a good quality, it is light and easy to shape. The fiberglass cloth once impregnated with the resin, will give strength and rigidity to the surfboard.

The manufacturing process is going to be a mix in between automated work and handwork.

The automated work is the beginning of the process. A special machine will give the foam a pre-shape and after that, handworking starts. A shaper will finish the shaping process of the surfboard giving a perfect shape to the foam. On the next step a specialist with resin will do the glassing process. Where the fiberglass cloth and the resin gives the surfboard the perfect strength.

Lighting is very important on the factory because most of the process is handworking. The factory has different working areas, and each one must have the correct illumination values. Also the activity generate a lot of dust and because of that, the entire installation must have protected lights against dust.

During the activity, because of the dust generated and the toxic materials used for the process, is very important to have a good ventilation system. Impellers will boost new air into the factory through the ducts, and foul air is going to be pushed away by the extractors.

Materials used in the factory are flammable, that's why having a good evacuation and security measures system in case of fire is required. The factory must have fire extinguishers, emergency lights and emergency routes to increase the security of people in case of fire.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# MEMORIA

## TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019



## INDICE

<b>1. Aspectos Generales del Proyecto .....</b>	<b>5</b>
1.1. Objetivos del proyecto .....	5
1.2. Objetivo Técnico .....	5
1.3. Alcance del proyecto .....	5
1.4. Condiciones de partida y antecedentes.....	6
1.5. Descripción del establecimiento.....	6
1.6. Emplazamiento.....	8
1.7. Peticionario .....	8
1.8. Descripción de la actividad .....	8
1.9. Legislación .....	9
<b>2. Descripción de la Propuesta Técnica .....</b>	<b>10</b>
2.1. Actividad Industrial.....	10
2.2. Tablas de surf .....	10
2.2.1. Tipos de tablas de surf.....	10
2.2.2. Características de la tabla de surf.....	12
2.3. Materiales empleadas en la actividad.....	17
2.4. Proceso industrial .....	19
<b>3. Maquinaria y herramientas necesarias para la producción.....</b>	<b>23</b>
3.1. Maquinaria automatizada .....	23
3.2. Herramientas .....	24
<b>4. Instalación Eléctrica de Baja Tensión.....</b>	<b>26</b>
4.1. Potencia Total.....	26
4.1.1. Potencia prevista .....	26
4.1.2. Potencia instalada.....	26
4.2. Suministro de energía.....	27
4.2.1. Suministro externo .....	27
4.2.2. Punto de conexión .....	27
4.2.3. Sistema de conexión del neutro.....	28
4.2.4. Caja de Protección y Medida (CPM) .....	28
4.3. Derivación Individual (DI).....	30
4.4. Caja General de Dispositivos de Mando y Protección (CGDMP) .....	31

4.5.	Protecciones .....	33
4.5.1.	Protección contra sobrecargas .....	33
4.5.2.	Protección contra contactos directos e indirectos.....	38
4.5.2.1.	Protección contra contactos directos .....	38
4.5.2.2.	Protección contra contactos indirectos .....	41
4.5.3.	Protección contra sobretensiones .....	43
4.6.	Instalaciones Interiores.....	46
4.6.1.	Circuitos Interiores.....	46
4.6.2.	Tomas de Corriente .....	47
4.6.3.	Interruptores y Conmutadores .....	49
4.6.4.	Locales con bañera o ducha. Clasificación de los volúmenes de protección .....	50
4.7.	Canalizaciones.....	52
4.7.1.	Prescripciones generales de los conductores.....	55
4.8.	Instalaciones de Puesta a Tierra .....	57
<b>5.</b>	<b>Sistema de Iluminación.....</b>	<b>58</b>
5.1.	Descripción del sistema de iluminación.....	58
5.2.	Grado de protección (IP) .....	59
5.3.	Diseño del sistema de iluminación.....	60
5.3.1.	Instalación .....	60
5.3.2.	Instalaciones en ambientes peligrosos.....	61
5.3.3.	Descripción de las luminarias utilizadas en el local.....	61
5.3.4.	Distribución de la luminaria .....	62
<b>6.</b>	<b>Sistema de Ventilación.....</b>	<b>64</b>
6.1.	Descripción del sistema de ventilación .....	64
6.2.	Composición del aire natural.....	65
6.3.	Calidad del aire.....	65
6.4.	Caudal de ventilación mínimo.....	66
6.5.	Condiciones de los locales de trabajo.....	67
6.6.	Diseño del sistema de ventilación .....	67
6.6.1.	Ventilación natural .....	67
6.6.2.	Ventilación híbrida.....	68
6.6.3.	Ventilación mecánica .....	70
6.6.3.1.	Ventilación por extracción .....	71
6.6.3.2.	Ventilación por impulsión-extracción.....	73

<b>7. Protección Contra Incendios.....</b>	<b>76</b>
7.1. Características del Establecimiento.....	76
7.2. Nivel de Riesgo Intrínseco .....	76
7.3. Plan de Evacuación .....	78
7.3.1. Longitud del recorrido de evacuación .....	78
7.3.2. Dimensionado de los medios de evacuación.....	78
7.4. Sistemas de Protección Contra Incendios .....	79
7.4.1. Sistemas automáticas de detección de incendio. ....	79
7.4.2. Sistemas manuales de alarma de incendio. ....	79
7.4.3. Extintores de incendio.....	80
7.4.4. Otros equipos de Extinción de Incendios.....	82
7.4.5. Sistema de alumbrado de emergencia. ....	82
7.4.6. Señalización. ....	83
<b>8. Presupuesto.....</b>	<b>84</b>
<b>9. Conclusions .....</b>	<b>85</b>

# **1. Aspectos Generales del Proyecto**

## **1.1. Objetivos del proyecto**

Este proyecto tiene el objetivo de indicar detalladamente las características técnicas que deberá cumplir la instalación eléctrica, de iluminación, ventilación y las prescripciones generales para la protección contra incendios en un establecimiento industrial dedicado a la producción de tablas de surf.

Dentro de este proyecto se exponen las descripciones, representaciones gráficas y mediciones del diseño de la instalación eléctrica, del sistema de iluminación y ventilación y de las medidas de seguridad contra incendios del establecimiento, así como la dotación del local con toda la maquinaria necesaria para la actividad propuesta

Al mismo tiempo servirá como documento administrativo para su presentación ante los organismos competentes y posterior solicitud de los permisos necesarios para su ejecución.

## **1.2. Objetivo Técnico**

El objetivo técnico que se busca en este proyecto consiste en elaborar el diseño de una fábrica industrial, que contenga los siguientes puntos:

- Diseño del proceso industrial.
- Diseño de la instalación eléctrica.
- Diseño de la instalación de iluminación.
- Diseño de la instalación de ventilación.

## **1.3. Alcance del proyecto**

Este proyecto se ocupará del diseño y dimensionamiento del sistema eléctrico, integración de maquinaria para el desarrollo de la actividad, el diseño del sistema de ventilación y las medidas de protección contra incendios.

Los diseños que se realizarán en este proyecto son los siguientes:

- Diseño de actividad, incluyendo la selección y compra de la maquinaria necesaria para su desarrollo.
- Instalación de la iluminación interior.
- Instalación Eléctrica en Baja Tensión, incluyendo todos los componentes de distribución, diseño de circuitos, características de los receptores, mecanismos de conexión y los sistemas de calidad del suministro eléctrico.
- Instalación de Ventilación, contemplando la ventilación forzada mediante mecanismos de impulsión y extracción de aire.
- Medidas de seguridad y de emergencia.

#### **1.4. Condiciones de partida y antecedentes**

Las condiciones de partida para la instalación eléctrica vendrán determinada por la empresa suministradora, que nos aportará el punto de conexión y las condiciones de nuestro suministro eléctrico.

En cuanto al diseño de construcción, el proyecto no se encargará del diseño estructural ni arquitectónico del edificio, suponiendo que las instalaciones de fontanería y otras infraestructuras no recogidas en este proyecto han sido ya realizadas. En cuanto a la distribución interior se partirá desde cero, por lo que en este proyecto se realizará el plano de planta y la distribución del establecimiento. Se supondrán sin embargo ya realizadas todas las obras estructurales necesarias para la distribución de espacios proyectada.

#### **1.5. Descripción del establecimiento**

El establecimiento se trata de una nave industrial aislada con una superficie total de 150 m<sup>2</sup> en una única planta. En su interior, las salas ocupan una superficie total de 130,71 m<sup>2</sup>. La distribución del establecimiento se puede comprobar en el *plano de distribución de salas* dentro del *Anexo: Planos*.

La superficie de cada una de las salas se distribuye de la siguiente manera:

Salas	Superficie (m <sup>2</sup> )
Almacén Productos acabados	17,575
Almacén Materiales	17,575
Sala Máquina Pre-shape	14,95
Sala de Shapeado	10,29
Sala de Pintura	10,382
Sala de Glasseado, secado, lijado	17,64
Pasillo	14,661
Zona Común	7,677
Baño	5,18
Show Room	8,894
Recepción	5,885

*Tabla 1. Distribución de la superficie*

La entrada dará acceso directo a la recepción, donde se realizará el control de clientes y pedidos. A continuación se encontrará la sala de exposición (“Show Room”), sala en la que se exponen los diferentes productos realizados por el establecimiento industrial.

El pasillo interior da acceso a la zona común, baño, salas de trabajo y almacenes.

- La zona común es una sala que dispone de todos los elementos necesarios para que los trabajadores puedan descansar, tomar un café o comer.
- El baño servirá para que los trabajadores puedan realizar sus necesidades y para asearse en cualquier momento.
- Dentro de las salas de trabajo encontramos:
  - La sala máquina de pre-shape (pre-modelado) es la sala en la que se encuentra la maquina que da la forma inicial a la tabla
  - La sala de Shapeado es la sala en la que el shaper realiza los detalles del producto que sale de la máquina.
  - La sala de Pintado.
  - La sala de glasseado, secado y lijado es la habitación en la que se realiza el último paso de la fabricación de tablas de surf.

- Los almacenes están divididos en:
  - Almacén de materiales, donde se almacenan los materiales antes de ser trabajados.
  - Almacén de productos acabados, donde se almacenan los productos una vez se ha terminado el proceso de fabricación.

## **1.6. Emplazamiento**

- Dirección: Calle Molinos de Gofio, Polígono Industrial San Jerónimo S/N
- Localidad: La Orotava
- Código Postal: 38300
- Provincia: Santa Cruz de Tenerife
- Descripción: El establecimiento se encuentra en un polígono industrial con una cercanía a la autopista norte (TF-5) lo que dota al establecimiento de muy buen acceso a través de coche.

## **1.7. Peticionario**

- Solicitante: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
- Dirección: Av. Astrofísico Francisco Sánchez, S/N, La Laguna, S/C de Tenerife
- Código Postal: 38200
- Correo electrónico: esit@ull.edu.es
- Teléfono: 922 84 50 31

## **1.8. Descripción de la actividad**

La actividad industrial que se llevará a cabo en este establecimiento será la fabricación y producción de tablas de surf, para ello se requieren una serie de zonas dedicadas a las distintas labores a realizar. El local se dividirá por tanto en varias zonas dedicadas:

- Zona de venta: comprende la recepción y el Show room. Es la zona de acceso al público (clientes) para realizar pedidos. Tiene acceso directo al exterior a través de una puerta.
- Zona de maquinaria: comprende la sala de Pre-Shape. Es el lugar donde se encontrará la maquinaria de trabajo necesaria para la producción de las tablas de

surf. El trabajo en esta sala es totalmente automatizado. En el capítulo 2.4 *Proceso Industrial* se describe detalladamente las labores a realizar en esta zona, así como el tipo de maquinaria necesaria.

- Zona de talleres: comprende la sala de shapeado, sala de pintado y sala de glaseado, secado y lijado. En esta zona se realiza un trabajo manual para la fabricación del producto. El trabajo en esta zona es manual, utilizando herramientas detalladas en el capítulo 3. *Maquinaria y Herramientas necesarias para la Producción*.
- Almacenes: comprende el almacén de materiales y el almacén de productos acabados. Se ubicará el material y los productos creados para su transporte. Tiene acceso al exterior a través de puertas que hacen que la descarga y carga de material sea más sencilla. Además, el material almacenado no es pesado, por lo que no es necesario la utilización de maquinaria para su transporte.

## 1.9. Legislación

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE-A- 1997-8669.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo de 2006.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión. BOE-A-2002-18099.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgo eléctrico.
- Norma UNE-EN 12464-1:2003. Norma europea sobre la iluminación para interiores.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).
- Norma DIN 1946-4:2008-12, que regula el funcionamiento de instalaciones de aire acondicionado y espacios sanitarios.



## **2. Descripción de la Propuesta Técnica**

### **2.1. Actividad Industrial**

El surf es un deporte acuático que ha ido evolucionando a lo largo de los años y ha visto aumentado notablemente el número de personas que lo practica a lo largo del mundo. Canarias es un lugar idóneo para la práctica de este deporte, el clima, con temperaturas ideales durante el año, y la condición de islas con gran cantidad de kilómetros de costa, hacen del archipiélago un destino obligado para los surfistas europeos.

Para practicarlo es necesario utilizar una tabla de surf. Por lo que ante el auge que está teniendo el surf en las islas, tener una buena producción de tablas hace de esta actividad un buen proceso por el que apostar. Por lo tanto, la actividad industrial llevada a cabo por este establecimiento consiste en el proceso de fabricación de diferentes tablas de surf.

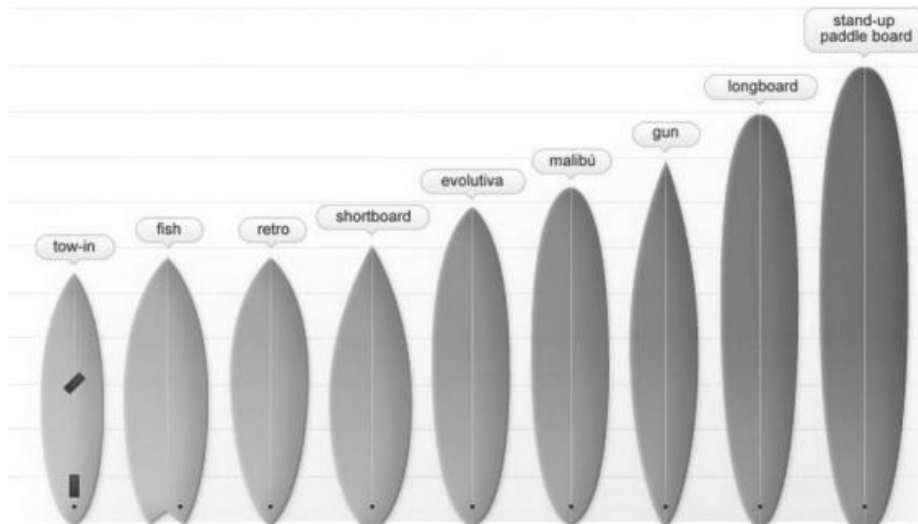
### **2.2. Tablas de surf**

La tabla de surf es el material deportivo principal y necesario para poder practicar el surf. Podemos encontrar diferentes definiciones sobre ella, la más general dice, “plancha sobre la que se practican diferentes deportes acuáticos”, esto da una idea sobre lo que es una tabla de surf, que varía en forma, estructura, materiales...

Dependiendo del nivel de surf de la persona, el tamaño de las olas y la modalidad de surf que se quiera realizar, encontramos diversos tipos de tablas de surf con diferentes modelos y tamaños.

#### **2.2.1. Tipos de tablas de surf**

Existen diferentes tipos de tablas dentro de la familia de tablas de surf que podemos englobar en 9 tipos principales. La siguiente imagen muestra los diferentes tipos desde las más pequeñas hasta las más grandes.



*Imagen 1. Tipos de Tablas de Surf*

- **TOW-IN**

Las tablas de tow-in son tablas diseñadas para surfear olas remolcadas por una moto de agua. Son las más pequeñas, estrechas y pesadas en comparación con su tamaño. Llevan footstraps para mantener la tabla pegada al pie en todo momento. Estas tablas se usan para surfear olas de gran tamaño.

- **FISH Y RETRO**

Este tipo de tablas son muy similares y suelen estar inspiradas en los diseños de los años 70. Son tablas gruesas, con poca curva y bastante cortas. Este tipo de tablas son ideales para condiciones de olas pequeñas y con poca fuerza.

- **SHORTBOARD**

Este es el tipo de tabla más común y con el diseño más evolucionado. Son tablas ligeras que ofrecen un gran equilibrio y maniobrabilidad. Este es el tipo de tabla más técnica y vale para cualquier tipo de condiciones.

- **EVOLUTIVA Y MALIBU O MINI-LONGBOARD**

Este tipo de tablas son ideales para cualquier persona que quiera iniciarse en el deporte del surf. Son tablas más grandes y gruesas que las shortboards y tienen la punta redondeada. Debido a sus características son tablas con mayor estabilidad y flotabilidad esto facilita la remada la iniciación del surf para principiantes.

- **GUN**

Son tablas especializadas en olas grandes. Cuanto mayor es el tamaño de las olas que se quieran surfear, mayor será el tamaño de este tipo de tablas. Son tablas con mucho volumen y con la punta y la cola muy afiladas. Este diseño permite al surfista gran velocidad en la remada para poder entrar a la ola y además una gran estabilidad en el momento de surfearla.

- **LONGBOARD**

Este tipo de tablas se utilizan para realizar una modalidad de surf más clásica. Son tablas grandes, con mucho volumen y la punta redonda. Se utilizan principalmente en condiciones de olas pequeñas, aunque dependiendo del nivel del surfista puede valer para olas de mayor tamaño.

- **STAND UP PADDLE BOARD (SUP BOARD)**

Son tablas diseñadas para realizar una modalidad diferente de surf. Este tipo de tablas permiten desplazarte de pie en todo momento mediante el uso de un remo. Son tablas grandes, anchas y con mucho volumen. Al igual que el longboard suele utilizarse en condiciones de olas pequeñas, aunque además suele usarse para travesías a remo.

### 2.2.2. Características de la tabla de surf

Es importante conocer las partes que componen una tabla de surf y como pueden influir en el comportamiento de la tabla dependiendo de sus características.

- **Sistema de medida oficial**

El sistema de medida oficial para fabricar las tablas de surf son los pies (ft o ‘) y pulgadas (“). La equivalencia a centímetros se muestra en la siguiente tabla:

1 Pulgada	2,54 cm
1 pie	30,48 cm

• **Longitud**

La longitud es la medida de la tabla que va desde la punta hasta la cola. Una tabla más larga es más estable que una tabla más corta, ya que la tabla más larga tiene más superficie de contacto con el agua y una mayor flotabilidad. En cambio, una tabla más corta tiene mayor maniobrabilidad que una más larga.

Por lo tanto, se utilizarán tablas más cortas cuando el nivel del surf es mayor y más técnico y tablas más largas cuando el nivel es menor. La longitud también influye en el tipo de condiciones que se quiera surfear, se utilizará tablas más cortas para condiciones de olas más pequeñas y tablas más largas para condiciones de olas más grandes.

La siguiente tabla (*tabla 2*) representa algunas de las medidas más comunes que se pueden encontrar:



5'8" = 173cm	6'5" = 196cm	7'3" = 221cm	8'2" = 249cm
5'9" = 175cm	6'6" = 198 cm	7'4" = 223cm	8'6" = 259cm
5'10" = 178cm	6'7" = 201 cm	7'5" = 226cm	8'10" = 269cm
5'11" = 180cm	6'8" = 203 cm	7'6" = 229cm	9'0" = 274cm
6'0" = 183cm	6'9" = 206cm	7'7" = 231cm	9'2" = 279cm
6'1" = 185cm	6'10" = 208cm	7'8" = 234cm	9'6" = 290cm
6'2" = 188cm	7'0" = 213cm	7'9" = 236cm	9'10" = 300cm
6'3" = 190cm	7'1" = 216cm	7'10" = 239cm	10'0" = 305cm
6'4" = 193cm	7'2" = 218cm	8'0" = 244cm	10'2" = 310cm

*Tabla 2. Medidas más comunes.*

• **ANCHURA**

La anchura es la medida que va de lado a lado de la tabla en el punto más ancho de ella, generalmente en el medio. Actúa parecido a la longitud, cuanto más ancha sea la tabla, mayor estabilidad y flotabilidad, cuanto más estrecha, mayor maniobrabilidad y menor flotabilidad.

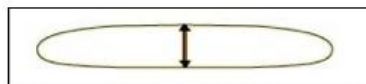
Por lo tanto, al igual que para la longitud se utilizan tablas más anchas para principiantes y tablas más estrechas para surfistas con mayor



experiencia. Y también mayor anchura se utilizará en condiciones de olas más pequeñas.

- **GROSOR**

El grosor es el volumen de la tabla. Esta característica determina la flotabilidad de la tabla de surf. Cuanto más grosor mayor flotabilidad, por lo tanto será más fácil la remada y tendrá mayor estabilidad y cuanto menor grosor, la remada será más complicada pero tendrá mayor maniobrabilidad.



Una tabla más gruesa será recomendable para principiantes y surfistas con mayor peso. En cambio una más fina para surfistas con menor peso y mayor experiencia.

- **ROCKER**

Es la curvatura que va desde la punta de la tabla hasta la cola. Suele ser mayor en la punta que en la cola. Una tabla con mayor rocker ayudará tiene mayor maniobrabilidad pero menor velocidad ya que la curva crea una resistencia con el agua mientras surfeamos la ola.

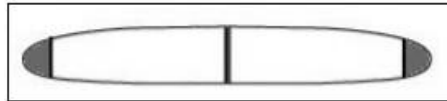


Generalmente, se utilizan tablas con mayor rocker para olas más grandes y potentes, en cambio se utilizan tablas con menos curva en olas más pequeñas y con menos fuerza. Esta característica podemos dividirla en Nose Rocker y Tail Rocker.

- **Nose Rocker:** Es la curva de la tabla que va desde el medio hasta la punta. Esta característica influirá en la entrada a la ola. Cuanto mayor es la curvatura menos posibilidades de clavar la punta en la base de la ola, pero menor curvatura ayudará a la entrada a la ola durante la remada y nos dará mayor velocidad.
- **Tail Rocker:** Es la curvatura que va desde la mitad de la tabla hasta la cola. Un mayor rocker nos dará mayor maniobrabilidad pero nos quitará velocidad.

- **CANTOS O RAILS**

Son los laterales de la tabla, están en contacto con el agua al girar y es la zona de transición entre la parte superior e inferior de la tabla. Hay distintos diseños que puede variar entre cantos más afilados o más redondeados.



Cuanto más redondeados sean los cantos, la tabla se agarrará menos a la pared de la ola por lo que será más fácil maniobrar, en cambio, cuanto más afilado, el canto se agarrará más a la pared de la ola por lo que dará una mayor velocidad. Unos cantos más afilados se usan en olas más potentes, mientras que los más redondeados en olas más suaves.



- **PUNTA O NOSE**

El diseño de la punta de la tabla no tiene importancia en el surf. Lo importante es la anchura de la punta.

Cuanto mayor es la anchura de la tabla, mayor facilidad para remar por lo tanto podemos coger más olas, pero cuanto más estrecha es la punta obtenemos mayor maniobrabilidad en la ola.

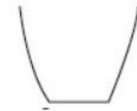
- **TAIL O COLA**

Existen diferentes tipos de colas y a diferencia de la punta es una característica muy importante en una tabla de surf ya que es la superficie que más tiempo permanece en contacto con el agua.

Al contrario que la punta, cuanto más ancha sea la cola, la tabla tendrá menos agarre por lo que obtenemos mayor maniobrabilidad, en cuanto más estrecha sea la tabla obtenemos mayor agarre y velocidad.

Existen diferentes tipos de colas que responden diferente a la hora de utilizarse:

- **Cuadrada (squash):** Suele utilizarse en tablas para principiantes. No ofrecen mucho agarre y buena maniobrabilidad. Suele usarse en condiciones pequeñas.
- **Cuadrado redondeado (Round squash):** Es el diseño más utilizado en tablas cortas. Es una tabla que se puede utilizar en todo tipo de condiciones, con buen agarre y maniobrabilidad.
- **Golondrina (Fish):** Es una cola con buenas prestaciones para olas pequeñas y poca fuerza. Ofrece buen agarre y velocidad adicional además de una buena maniobrabilidad debido a la superficie reducida.
- **Redonda (Round):** Este tipo de cola permite realizar un surfing más redondo y con giros más amplia. Ofrece un buen agarre por lo que suele usarse en condiciones de olas medianas y grandes.
- **Pico (Pintail):** Este tipo de cola puntiaguda ofrece muy buen agarre en la ola y poca maniobrabilidad. Es la cola que se usa en condiciones de olas grandes.

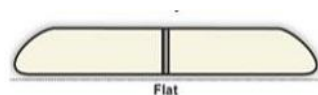


### • FONDO O BOTTOM

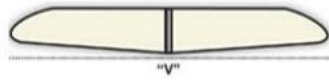
Es la parte de debajo de una tabla de surf y la que permanece en contacto con el agua. El bottom hace que el agua corra por debajo de la tabla para controlar la estabilidad, maniobrabilidad y velocidad. Es una característica muy importante en el surf.

Hay diferentes tipos de planos en el surf.

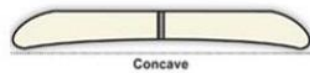
- **Plano (Flat):** Se suele utilizar para principiantes y en olas pequeñas. Ofrece una buena respuesta en cuanto a velocidad, pero es muy inestable en olas grandes y ofrece poco agarre en las maniobras.



- **En V (Vee):** La curvatura entre los cantos tiene forma de V y mayor pronunciamiento en el centro de la tabla. Tiene una buena respuesta en cuanto a maniobrabilidad en olas desordenadas.



- **Cóncavo (Concave):** En este caso, la curva entre los cantos va hacia dentro y tiene la zona más hundida en el centro de la tabla. Acumula más cantidad debajo del agua lo que da mayor velocidad. A su vez ofrece mayor agarre en la pared de la ola, por lo que suele usarse en olas potentes.

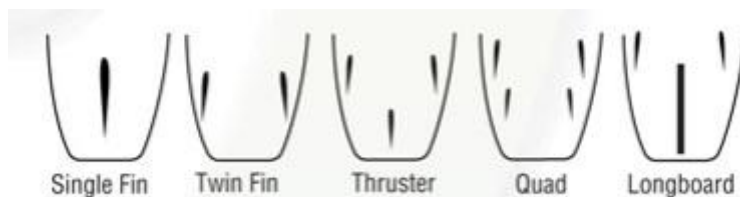


- **Doble Cóncavo (Tri Plane Hull):** Es igual que el cóncavo, pero dos veces. Tiene un canal a cada lado de la tabla. Esto consigue que la tabla consiga una buena respuesta en cuanto a maniobrabilidad y velocidad.



## • QUILLAS

Son las pequeñas aletas que se encuentran debajo de la tabla cerca de la cola. Gracias a ellas la tabla puede girar ofreciendo agarre en la ola. Hay distintas sistemas y maneras de colocar las quillas.



*Imagen 2: Colocación de las quillas.*

## 2.3. Materiales empleadas en la actividad

Para poder fabricar tablas de surf es necesario utilizar diferentes materiales durante el proceso:



## - FOAM

El foam, espuma en inglés, es la base de la tabla de surf. Se encuentra en su interior y es lo que le da flotabilidad. Existen muchos tipos de foam pero los más utilizados están compuestos de Poliuretano (PU) o de Espuma Poliestireno Expandido (EPS). En este establecimiento se utilizará el de Poliuretano (PU).

La espuma de poliuretano se fabrica inyectando poliuretano líquido en un molde, este se expande rellenoando toda la superficie del molde. Se corta en dos partes y se inserta una lámina de madera entre las dos partes, el alma (stringer) de la tabla, que consigue reforzar el foam evitando que este se doble.

La fabricación del foam no se llevará a cabo en este edificio, por lo que conseguir un fabricante que nos surta de una espuma PU de calidad es trascendental. Un buen foam debe ser resistente a la presión, ligero, lo más blanco posible y fácil de trabajar.

## - RESINA DE POLIÉSTER

La resina de poliéster es la más fácil, más económica y más fácil de usar. Es el tipo de resina que siempre se ha utilizado, actualmente, el 80% de las tablas están fabricadas con este tipo de resina.

Este tipo de resina se utiliza en el laminado. Dentro de sus características encontramos que son resistentes al agua y a los rayos UV, tienen un tiempo de curación muy rápido y son maleables hasta que se calientan. Una vez endurecida no cambian su estado incluso sometiénola al mismo calor una segunda vez.

La resina se debe mezclar con otros materiales para conseguir diferentes texturas:

- **El Estireno Parafinado**, se mezcla en una pequeña proporción con la resina de poliéster, un 5%. Esto permite que la resina no sea pegajosa y pueda lijarse una vez endurezca para quitar las impurezas.
- **Microesferas de vidrio**, se mezcla con la resina hasta conseguir una mezcla con una consistencia parecida al yogurt. Esta mezcla se utiliza para fijar los tapones de quillas y del leash a la tabla.

## - CATALIZADOR

El catalizador es el endurecedor de la resina. Con la resina de poliéster debe mezclarse en una proporción de un 2%, aunque este porcentaje puede variar dependiendo del fabricante. Puede utilizarse un catalizador de tipo PMEC (Peróxido Metil Etil Cetona) o de tipo Ultra Violeta, que hace que la resina se endurezca con los rayos del sol.

## - FIBRA DE VIDRIO

La fibra de vidrio, es el material que recubre el foam. Una vez impregnada de resina, va a dar fuerza y rigidez a la tabla.

Este producto es un tejido de hilos de fibra de vidrio con un tramado que enlaza los hilos verticales con los horizontales e incluso en algún tipo de fibra el hilo va torcionándose sobre sí mismo para aportar más rigidez.

Existen diferentes grosores de telas de fibra de vidrio, pero la más utilizada es la medida 40z de HEXCEL ya que es un prestigioso fabricante de fibra adecuado para la fabricación de tablas de surf.

## - TAPON DE QUILLAS Y DEL LEASH

Los tapones son unos componentes que se compran ya fabricados en tiendas de surf especializados. Encontramos diferentes marcas como FCS, EUROFIN o FUTURES.

- **Tapones de quillas**, permiten colocar las quillas en las tablas, de forma que sean desmontables e intercambiables. Tienen un sistema sencillo de montar, lo que da acceso a una amplia gama de modelos y tamaños de quillas.
- **Tapón del leash** (correa en inglés), contiene una barra en el medio que sirve para amarrar el leash a la tabla y con esto conseguir que la tabla no vaya a la orilla cada vez que el surfista se cae en la ola.

## 2.4. Proceso industrial

El proceso industrial se puede dividir en diferentes apartados, los cuales se irán detallando uno por uno:

1. **Elaboración del Pre-shape**
2. **Perfeccionamiento del shape**
3. **Pintado**

4. **Laminado**
5. **Lijado**
6. **Montaje de tapones de quillas y leash**
7. **Laqueado.**

- **ELABORACIÓN DEL PRE-SHAPE**

Es el punto de partida del diseño de la tabla y se realiza en la sala de Pre-Shape, sala de máquinas descrita en el apartado *1.5. Descripción del establecimiento* (ver plano de distribución). Esta parte del proceso consiste en darle la forma deseada al foam y es el único del sistema de producción que se encuentra automatizado.

Se coloca el foam en la máquina y se introduce el tipo de tabla de surf, las medidas y las características detalladas anteriormente mediante un programa CAD/CAM en 3D. Este programa traduce la información en el código de la máquina y manda la información a los controladores que, mediante motores maneja una fresa que va desbastando el foam hasta conseguir la forma deseada. Esta operación suele durar aproximadamente unos 30min.

- **PERFECCIONAMIENTO DEL SHAPE**

Una vez terminado el trabajo en la sala de Pre-Shape, pasamos a la sala de shapeado. Aquí entra en acción el shaper, trabajador que moldea el foam.

El shaper se encarga de darle los detalles a la tabla que no puede realizar la máquina. En primer lugar, se encarga de lijar y afinar el producto que sale del pre-shape, ya que el foam acaba con unos surcos producidos por la fresa. A continuación, se procede a lijar la parte inferior de los cantos, los cuales deben ser redondeados en los dos primeros tercios de la tabla y afilados a la altura de la cola. Para terminar, el shaper tiene que comprobar mediante el tacto y la vista que la tabla tiene todas las características deseadas, si no, debe trabajar en ella hasta conseguirlas

- **PINTADO**

El pintado de las tablas es meramente opcional y tiene el fin de decorarlas y darle un aspecto más atractivo. Este paso se realiza una vez se haya terminado con el shape del foam.

Para realizarlo se utilizan pinturas con base de agua (acrílica), ya que estas garantizan que no se produzca ningún tipo de reacción con la resina posteriormente usada. Existen diferentes maneras de aplicar la pintura: spray, aerógrafos, rotuladores especiales... con los que poder realizar cualquier tipo de dibujo.

- **LAMINADO**

Pasamos al último paso de la fabricación, donde se realiza el laminado, secado y lijado. Este paso se realiza en la sala de glasseado, secado y lijado. En primer lugar se realiza el laminado. Para ello debemos preparar la cantidad necesaria de la mezcla de resina, estireno parafinado y el catalizador.

Una vez preparada la mezcla, se extiende una capa fibra de vidrio sobre la parte trasera del foam hasta cubrirlo por completo y se corta la tela sobrante. Una vez la fibra está bien colocada la impregnamos con movimientos largos de resina, desde el centro hasta la cola y desde el centro hasta la punta, asegurándonos de que no queden burbujas en la superficie.

Una vez terminada la parte trasera de la tabla y habiendo esperado un tiempo de secado, entre 10 y 15 minutos, pasamos a realizar el laminado de la parte delantera de la tabla. Se realiza la misma operación explicada anteriormente, aunque en este caso usaremos dos capas de fibra de vidrio.

- **LIJADO**

Una vez se ha terminado con el laminado y se ha esperado a que la resina haya terminado de secar, pasamos al lijado. En esta etapa se utilizan diferentes grosores de papel de lija mediante una herramienta de lijar rotativa para lijar la superficie de la tabla, en cambio para los cantos se utilizará papel de lija con la ayuda de la mano.

Hay que asegurarse de que el lijado se realiza sobre la capa de resina sin llegar a la capa de fibra de vidrio. Se empezará con hojas de grano más grueso y se acabará con las de grano más fino hasta llegar a utilizar una lija de agua, que proporciona un mejor acabado.

- **MONTAJE DE TAPONES DE QUILLAS Y LEASH**

Una vez acabado el lijado se procede a la colocación de los tapones. Se empezará colocando el tapón para el leash, este se colocará en el centro de la tabla a unos 5 cm de la cola. Una vez localizada su posición se realiza un orificio con una profundidad de 2 mm más que la profundidad del tapón. A continuación se rellena el hueco con la mezcla de la resina y la microesferas de vidrio y se sumerge el tapón.

Una vez haya terminado de secar la resina del tapón del leash pasamos a colocar los tapones de las quillas. Para empezar elegimos la distribución de las quillas (Single, Twin-fin, thruster, quad...) y el sistema de los tapones (FCS, Future fins...), después definimos la localización de las quillas y realizamos los huecos para los tapones. Para terminar realizamos el mismo proceso que antes, rellenamos los huecos con la mezcla, sumergimos los tapones y dejamos que sequen.

- **LAQUEADO**

Este es el último paso del proceso de fabricación, se realiza para obtener un acabado brillante en la tabla. Primero, se debe lijar la tabla a mano con agua y papel de lija, después se aplica crema de pulir y se hará uso de una pulidora y para terminar se realiza un laqueado mediante laca acrílica, que dará brillo y un filtro adicional contra los rayos UV del sol.

Una vez finalizado este paso se da por terminado el paso de fabricación y la tabla se almacena en el almacén de productos acabados para su posterior distribución y venta.

### 3. Maquinaria y herramientas necesarias para la producción

En esta sección vamos a describir la maquinaria y herramienta de producción necesaria para la actividad descrita en apartados anteriores, así como los modelos seleccionados. La mayoría del proceso industrial es manual por lo tanto podemos dividir la maquinaria necesaria en maquinaria automatizada y herramientas.

#### 3.1. Maquinaria automatizada

Para agilizar el proceso de producción, disponemos de una máquina de pre-shape del grupo IngenieríaUno, el modelo UnoShaper CNC. Esta máquina se encuentra en la sala de Pre-Shape.

Consiste en una máquina de control numérico mediante tecnología CAD/CAM que moldea el foam eliminando parte del material. Esto se consigue por el arranque de viruta. Su funcionamiento es similar al de una máquina 3D, una fresa corta el foam a lo largo de diferentes ejes.

Las ventajas de usar una máquina de pre-shape respecto al tallado manual son:

- Tallado perfectamente simétrico.
- Tras el diseño, se puede repetir el modelo tantas veces se necesite.
- Mayor capacidad productiva. El tallado automatizado es más rápido que el manual.
- **Características UnoShaper CNC:**
  - Máquina compatible con cualquier programa de CAD/CAM que exporte trayectoria en código G.
  - Alta velocidad de avance gracias a servomotores Brushless.
  - Sistema de guiado basado en recirculación de bolas, minimiza el mantenimiento y reduce las holguras.
  - Máquina robusta y precisa: 0,1 mm en todos los ejes.
  - Sistema de aspiración incorporado.
  - Cuarto eje y escáner 3D incluidos.
  - Velocidades hasta 15000 mm/min.

- **Especificaciones técnicas:**

Parámetro	Modelo Monofásico	Modelo Trifásico
Tensión de Alimentación	220 V	400 V (3F+N+Tierra)
Consumo	Aspirador: 1,1 kW Bomba de vacío: 0,55 kW UnoShaper CNC: 3,7 KW	Aspirador: 1,1 kW Bomba de vacío: 0,55 kW UnoShaper CNC: 3,7 KW
Transmisión	Eje X: Correas Eje Y / Eje Z: husillos de bolas	Eje X: Correas Eje Y / Eje Z: husillos de bolas
Velocidad de trabajo	9.000/12.000 mm/min	9.000/12.000 mm/min

Tabla 3: Especificaciones técnicas máquina Pre-Shape.

### 3.2. Herramientas

Para la fabricación de las tablas se utilizarán herramientas que se pueden utilizar manualmente Podemos diferenciarlas entre herramientas eléctricas, conectadas a la red y herramientas de mano.

- **HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS**

- **Compresor de aire:** Se utiliza junto a una pistola de aire para limpiar la superficie de la tabla de polvo y así comprobar el avance de la fabricación. Se dispone de dos compresores los cuales se encuentran instalados en la sala de shapeado y en la sala de glasseado, secado y lijado.
- **Lijadora Excéntrica:** Lijadora automática con base orbital para el lijado y afinado de la tabla. Esta herramienta se utilizará en la sala de shapeado
- **Cepillo eléctrico:** Herramienta eléctrica que se utiliza para afinar el alma (stringer) y conseguir que no sobresalga del foam. Esta herramienta se encuentra en la sala de shapeado.
- **Pulidora-Lijadora:** Herramienta especializada para realizar la acción del lacado, se utiliza para limpiar impurezas y dar brillo a la tabla de surf. Estará ubicada en la sala de glasseado, secado y lijado.
- **Taladradora o fresadora:** Se utiliza para realizar los huecos para colocar los tapones de las quillas y del leash. Al igual que la pulidora-lijadora se encuentra en la sala de glasseado, secado y lijado.
- **Pulverizador de pintura:** Sirve para realizar el pintado de la tabla de surf. El pulverizador de pintura estará en la sala de pintado.

La próxima tabla, muestra las herramientas, marca, modelo y consumo:

Herramientas	Marca	Modelo	Potencia (kW)	Unidades
Compresor de aire	Einhell	TH-AC 200/24 OF	1,1	2
Lijadora Excéntrica	Einhell	TC-RS 38 E	0,38	1
Cepillo Eléctrico	Einhell	BT-PL 750	0,75	1
Pulidora-Lijadora	Einhell	BT-PO 1100/1E	1,1	1
Taladradora	Einhell	TE-ID 1050/1 CE	1,05	1
Pulverizador de Pintura	TACKlife	SGP16AC	0,8	1

*Tabla 4: Herramientas utilizadas en el proceso de fabricación*

- **Herramientas de mano**

- **Papel de lija:** se necesitan lijas de distintos tipos de grano para realizar el lijado a mano.
- **Cinta métrica:** Importante a la hora de realizar el shape y medir longitudes.
- **Calibrador para el grosor:** Es necesario para verificar el grosor del foam que ha salido de la máquina.
- **Medidor de ángulos:** Muy importante a la hora de colocar las quillas, ya que es necesario que cumplan una inclinación respecto a la horizontal de la tabla.
- **Pinceles y brochas:** Se utilizan durante el proceso de pintado o laminado.
- **Envases volumétricos:** Necesarios para medir el volumen necesario de resina.
- **Aplicador de resina (squeegee):** Se trata de una paleta de goma de forma rectangular que ayuda a extender la resina de poliéster.



## 4. Instalación Eléctrica de Baja Tensión

### 4.1. Potencia Total

Habrá que distinguir entre potencia prevista y potencia instalada, seleccionando el mayor de ambos valores para el cálculo de nuestra instalación de enlace.

#### 4.1.1. Potencia prevista

La potencia prevista se corresponde con la potencia mínima según la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para la cual deberán dimensionarse la acometida y las instalaciones de enlace.

El establecimiento industrial tiene una superficie total de 150 m<sup>2</sup>. Según la norma ITC-BT-10, se considerará un mínimo de 125 W por metro cuadrado y con un mínimo por local de 10.350 W a 230V para instalaciones industriales. Por lo tanto, el local obtiene una potencia prevista de 18,75 kW.

#### 4.1.2. Potencia instalada

La potencia instalada es la suma de la potencia nominal de los receptores instalados. Para ello se sumará la potencia nominal de cada uno de los receptores, tal y como se describe en el *anexo de cálculos*.

La próxima tabla muestra la suma de todas las cargas de nuestra instalación:

Circuito	Potencia Total del circuito (W)
AL 1	323,4
AL 2	549,2
ALEM	128
TG 1	2.936,64
TG 2	2.936,64
TG 3	2.936,64
TD 1	5.350
TD 2	6.280
TD 3	6.420
CVE	572
CVI	500
<b>TOTAL</b>	<b>28.932,52</b>

*Tabla 5: Carga total*

Como se puede comprobar obtenemos una potencia total de 29 kW, sin embargo, teniendo en cuenta factores de corrección nuestro establecimiento tendrá una potencia instalada de 33 kW.

## **4.2. Suministro de energía**

### **4.2.1. Suministro externo**

La energía será suministrada al edificio por la empresa distribuidora Endesa, de acuerdo con el Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de instalaciones de ingeniería eléctrica.

Considerando esto y la potencia instalada, 33 kW, el suministro se realizará a través de la red de distribución de Baja Tensión hasta la Caja de Protección y Medida del establecimiento.

### **4.2.2. Punto de conexión**

El punto de conexión a la red eléctrica, será definido por la empresa distribuidora, y este se encuentra indicado en el Plano de situación de este proyecto. Se encuentra a una distancia cercana a unos 120m. Desde el punto de conexión se alimentará La caja de protección y medida a baja tensión mediante un suministro subterráneo.

A la salida de la red, se suministrará una tensión nominal de 230 V en trifásica y de 400 V entre las tres fases y con una frecuencia de 50 hercios.

Según la ITC-BT-07 para la distribución en baja tensión de redes subterráneas, se debe tener en cuenta las siguientes distancias mínimas con otras canalizaciones:

- 10 cm con los cables de baja tensión.
- 25 cm con los cables de alta tensión.
- 20 cm con las canalizaciones de agua y gas y con los cables de telecomunicaciones.

Los conductores tendrán un aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) que pueden soportar hasta una temperatura máxima de 90°C en régimen permanente y de 250 °C en cortocircuito.

Los conductores se encontrarán entubados dentro de tubos corrugados de pared de polietileno, recubiertos de hormigón. Estos tubos tienen buena resistencia a la compresión y resistencia muy alta al impacto, además soportan temperaturas que van desde los -5 a los 90°C.

La intensidad para la que se dimensionó la instalación es de 62,34 A. Sin embargo, como se utilizarán fusibles de 63 A de intensidad nominal para proteger la línea (ver 4.2.4), se ha escogido para la acometida un cable tripolar (3 XLPE) con una sección de 35 mm<sup>2</sup>, que puede soportar intensidades de hasta 130 A. Estos valores se calcularon para instalaciones enterradas a una profundidad de 0,7 m, una temperatura del terreno de 25 °C y una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W.

#### 4.2.3. Sistema de conexión del neutro

El sistema de conexión del neutro escogida para este proyecto es el esquema TT, el cual es el más indicado para redes de distribución de baja tensión. Se regirá por las especificaciones de la ITC-BT-08. La primera “T” indica la conexión directa de un punto de la alimentación a tierra y la segunda “T” indica que las masas dispuestas en la instalación se conectan directamente a una toma de tierra separada de la anterior.

El esquema TT se muestra en la Ilustración 1.

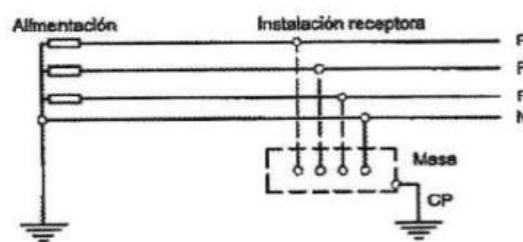


Ilustración 1: Esquema TT

#### 4.2.4. Caja de Protección y Medida (CPM)

La Caja de Protección y Medida (CPM) marca el límite de la propiedad del usuario. En su interior se alojan los elementos de protección de la línea general de alimentación y los contadores que miden el suministro de energía.

La CPM debe cumplir la norma ITC-BT-13 para cajas generales de protección y con las normas particulares para las instalaciones de enlace.

Se colocará sobre la fachada, cerca de la red de suministro de baja tensión, en el interior de un armario monobloque con una puerta metálica que lo protegerá de los agentes externos. Su situación se puede observar en el *Plano de planta*. Está conectada a la red mediante un cable de 5 m de longitud. Los equipos de medida deberán estar instalados a

una altura comprendida entre 0,7 m y 1,8 m, por lo tanto, la caja estará fijada a una altura aproximada de 1,4 metros.

La CPM cumplirá todo lo indicado en la norma UNE-EN 60439-3, tendrá un grado de inflamabilidad según lo indicado en la UNE-EN60439-3, tendrá un grado de protección IP 43 según la UNE 20324 e IK 09 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de ventilación interna para evitar condensaciones y el material transparente para la lectura debe ser resistente a la acción de los rayos ultravioletas.

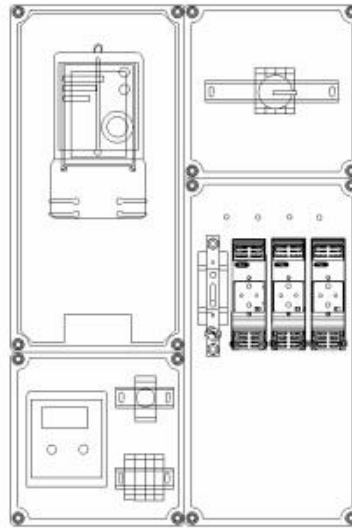
Dispondrá bases para fusibles de tipo cuchilla a instalar de tensión nominal de 500 V y 120 KA de poder de corte, unipolar y desmontable del tipo NH BUC (Base Unipolar Cerrada). Para la elección de los fusibles tiene que tenerse en cuenta que el valor de su intensidad nominal ( $I_n$ ) deberá estar comprendido entre la intensidad prevista que circulará por el cable y la intensidad máxima admisible que pueda soportar. Estos cálculos estarán detallados en el apartado *Protección contra sobreintensidades*.

Se instalarán tres fusibles de tamaño NH-00 con  $I_n = 63$  A

La Caja de Protección y Medida a utilizar se corresponderá a una de las cajas tipo recogidas en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora en función del número y la naturaleza del suministro. La CPM a instalar será de la marca CLAVED y su código de referencia es TMF-1. Cumple con las condiciones de la instalación. La ficha técnica de la CPM se podrá encontrar en los Anexos de cálculos.

Las características generales de la CPM son las siguientes:

- Tiene las siguientes dimensiones (Ancho x Alto x Fondo): 570 x 855 x 185 mm.
- Contiene tres bases para fusibles BUC de tamaño NH-00 con valores hasta 160 A



*Ilustración 2: CPM a instalar.*

### **4.3. Derivación Individual (DI)**

La derivación individual es la parte de la instalación que suministra energía eléctrica a la instalación. Empieza en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

El recorrido de la DI estará representado en el Plano de Instalación y tiene una longitud de 5,7 metros.

Según lo indicado en la ITC-BT-15, la caída de tensión máxima admisible en las derivaciones individuales que suministran una instalación para un usuario en la que no exista línea general de alimentación será de 1,5%. Para el cálculo de la sección de la DI de nuestra instalación se debe asegurar que no se superará este valor, y que la intensidad máxima admisible debe ser superior a la intensidad nominal que circulará por ella y a la intensidad nominal del fusible que la protegerá contra sobreintensidades.

Teniendo en cuenta que la intensidad nominal de la instalación es de 52,07 A y que la intensidad nominal de los fusibles es de 63 A, obtenemos una sección de 35 mm<sup>2</sup> para la derivación individual que soporta una intensidad máxima admisible de 96 A.

Se ha optado por una instalación de la DI bajo tubos protectores empotrados. Los conductores tendrán un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y para la elección de los tubos protectores se ha de tener en cuenta la tabla 6 de la ITC-BT-21.

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima	2	-5 °C
Temperatura máxima	1	60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera
Propiedades eléctricas	0	No declaradas

*Tabla 6 (ITC-BT-21): características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas en fábricas.*

Por lo tanto los conductores se encontrarán protegidos en el interior de tubos corrugados de doble pared de polietileno. Las características de este tipo de tubos cumplen con los requisitos mínimos de la ITC-BT-21.

El diámetro de los tubos de protección será según lo indicado en la tabla 5 de la ITC-BT-21. Teniendo en cuenta la sección nominal de los conductores, 35 mm<sup>2</sup>, y que al ser conductores trifásicos, obtenemos un diámetro exterior de los tubos de 50 mm.

#### **4.4. Caja General de Dispositivos de Mando y Protección (CGDMP)**

La Caja General de Dispositivos de Mando y Protección o cuadro eléctrico, deberá situarse lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual del establecimiento. Disponemos de un cuadro en el edificio, el cuadro CG se encuentra situado en el almacén de productos acabados, se puede comprobar su situación en el Plano de Situación.

Para la instalación del cuadro hay que tener en cuenta que tiene que estar a una altura comprendida entre 1,4 y 2 metros sobre el nivel del suelo, por lo tanto la altura del cuadro CG se encontrará aproximadamente a 1,5 metros.

Las envolventes del cuadro deben ajustarse a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según la UNE 20324 e IK 07 según la UNE-EN 50102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable.

El cuadro CG, tendrá como mínimo los siguientes dispositivos generales e individuales de mando y protección:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar (IGA), que permita un accionamiento manual y tenga elementos contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Dispositivos destinados a la protección contra sobre intensidades de cada uno de los circuitos interiores (IAM)
- Interruptores diferenciales, que protegen a las personas contra contactos directos e indirectos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, según lo establecido en la ITC-BT-23, si fuese necesario.

Teniendo en cuenta los dispositivos necesarios en el cuadro y cumpliendo lo establecido en la ITC-BT-22 y la ITC-BT-24:

- Se eligió protecciones contra sobreintensidades con un calibre superior a la intensidad demandada por la línea e inferior a la intensidad máxima admisible del conductor, para proteger a la línea y al receptor.
- Se utilizó protecciones contra cortocircuitos, con poder de corte superior a la intensidad de cortocircuito lo más próximo posible
- Se utilizaron diferenciales con una sensibilidad de 30 mA.

Las protecciones que se ubicarán en el cuadro eléctrico CG aparecen en la tabla 7. La elección y el cálculo de los dispositivos generales e individuales de mando y protección estarán detallados en el apartado de Protecciones.

<b>INTERRUPTOR GENERAL (IGA) CONTRA SOBREINTENSIDADES</b>	1 Magnetotérmico de 4 polos y 63 A
<b>DISPOSITIVOS CONTRA SOBREINTENSIDADES DE LOS CIRCUITOS (IAM)</b>	5 Magnetotérmicos de 2 polos y 6 A
	3 Magnetotérmicos de 2 polos y 20 A
	1 Magnetotérmico de 2 polos y 40 A
	2 Magnetotérmicos de 2 polos y 50 A
<b>INTERRUPTORES DIFERENCIALES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS</b>	6 diferenciales con sensibilidad de 30 mA

*Tabla 7: Dispositivos generales e individuales de mando y protección instalados en CG.*

## 4.5. Protecciones

### 4.5.1. Protección contra sobreintensidades

Todos los circuitos de la instalación eléctrica deberán estar protegidos contra los efectos de las sobreintensidades que puedan generarse en la instalación. Todas las protecciones contra sobreintensidades se regirán por las especificaciones de la ITC-BT-22 del REBT y la norma UNE 20460-4-473.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos utilizados en la red o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Para proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos se hará uso de fusibles calibrados que se alojarán en la Caja de Protección y Medida (CPM) y de interruptores magnetotérmicos (interruptores automáticos de corte omnipolar) en el Cuadro General de Mando y Protección (CGDPM) o cuadro eléctrico.

#### • FUSIBLES

Se utilizarán fusibles del tipo gG. La primera letra hace referencia a la zona de corrientes previstas donde el poder de corte del fusible está garantizado y la segunda letra indica la categoría de empleo en función del tipo de receptor o circuito a proteger. Se escogió del tipo “g” porque son capaces de cortar intensidades de sobrecarga y de cortocircuito, a diferencia de los de tipo “a” que solo cortan intensidades de sobrecarga. Y se escogió como segunda letra de tipo “G” porque indica que son cartuchos de fusibles para uso general.

Estarán instalados en la Caja de Protección y Medida (CPM) con el fin proteger la instalación antes de llegar a la derivación individual.

A la hora de elegir el fusible se tiene que asegurar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

$$I_f = 1,60 \cdot I_N \text{ si } I_N \geq 16A$$



$$I_f = 1,90 \cdot I_N \text{ si } 4 \leq I_N \leq 16A$$

$$I_f = 2,10 \cdot I_N \text{ si } I_N \leq 4A$$

Donde:

- La  $I_N$  del fusible debe ser siempre inferior a la intensidad máxima admisible que soporta el cable.
- La  $I_f$  debe ser inferior o igual que la intensidad máxima admisible que soporta el conductor aumentada un 30%, según la norma UNE 20460.

Siendo:

- $I_N$ : Intensidad Nominal del fusible. Corriente asignada al dispositivo de protección.
- $I_f$ : Intensidad de Funcionamiento. Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo  $t_c$ .

Hay que tener en cuenta que el modelo de la Caja de Protección y Medida (CPM) viene preparado para tener fusibles de tipo cuchilla de tamaño NH-00 con una intensidad nominal máxima de hasta 160 A.

Teniendo en cuenta estas condiciones, la intensidad máxima admisible del conductor, de 88 Amperios y el diseño de la CPM, el fusible que se instalará en la instalación tendrá las siguientes características:

- Fusible tipo cuchilla de tamaño NH-00
- Intensidad de corte ( $I_N$ ) = 63 A. Como se puede comprobar es inferior a la intensidad máxima admisible por el conductor.
- Intensidad de funcionamiento ( $I_f$ ) = 100,8 A, en este caso, donde  $I_N \geq 16A$ . Es inferior a la intensidad máxima admisible por el cable incrementado un 30%.
- Poder de corte ante cortocircuito de 120 KA

## • INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

Los magnetotérmicos son dispositivos que se caracterizan por la intensidad admisible del conductor y su poder de corte. La característica de funcionamiento de un dispositivo que protege una instalación eléctrica debe satisfacer la condición de que la intensidad

nominal del dispositivo sea menor que la intensidad máxima admisible del cable del circuito en función. Estos interruptores tienen unos valores normalizados:

10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 (Amperios)

*Tabla 8: Intensidad nominal interruptores magnetotérmicos.*

El poder de corte está determinado por la intensidad de cortocircuito ( $I_{cc}$ ). El poder de corte de los Interruptores Magnetotérmicos será mayor a la intensidad de cortocircuito del sistema. La  $I_{cc}$  depende de la resistencia de cortocircuito ( $R_{cc}$ ). Los valores normalizados del poder de corte son:

6, 10, 16, 22, 25, 35, 50, 80, 100 (kilo-Amperios)

*Tabla 9: Poder de corte interruptores magnetotérmicos.*

En las ilustraciones siguientes se muestran unos ejemplos de interruptores magnetotérmicos.



*Ilustración 5: Interruptor Magnetotérmico de 2 polos*



*Ilustración 6: Interruptor Magnetotérmico de 3 polos*



*Ilustración 7: Interruptor Magnetotérmico de 4 polos*

El cuadro eléctrico dispone de:

- Interruptor General Automático (IGA): protege toda la instalación interior. Cuando se produce un fallo que provoque la desconexión del interruptor o este se desconecte manualmente, solo se podrá volver a conectar manualmente.
- Interruptores Automáticos Magnetotérmicos (IAM): protegen cada uno de los circuitos contra sobreintensidades y cortocircuitos. Se instalará un magnetotérmico para cada circuito de la instalación.

Las características de funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos que protegen la instalación deben satisfacer las siguientes condiciones en cuanto a sobreintensidades:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.30 I_Z$$

$$I_2 = C_{dt} \cdot I_N$$

Siendo:

- $I_B$ : Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- $I_N$ : Intensidad nominal del magnetotérmico. Corriente asignada al dispositivo de protección.
- $I_Z$ : Corriente máxima admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- $I_2$ : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo establecido.
- $C_{dt}$ : Coeficiente de disparo térmico. Según la norma UNE EN 60947-2 tendrá un valor de 1,30 en instalaciones Industriales.

Hay que asegurar la protección de todos los polos, por lo que se instalarán magnetotérmicos bipolares (P+N) en los circuitos monofásicos y tetrapolares (3P + N) en los trifásicos.

En la tabla 10 se detallan las características de los magnetotérmicos instalados contra las sobreintensidades:.

Circuito	Tipo	$I_N$ (A)	Nº de polos
<b>CG (IGA)</b>	T	63	X4
<b>AL1</b>	M	6	X2
<b>AL2</b>	M	6	X2
<b>ALem</b>	M	6	X2
<b>TG1</b>	M	20	X2
<b>TG2</b>	M	20	X2
<b>TG3</b>	M	20	X2
<b>TD1</b>	M	40	X2
<b>TD2</b>	M	50	X2
<b>TD3</b>	M	50	X2
<b>CVE</b>	M	6	X2
<b>CVI</b>	M	6	X2

Tabla 10: Características magnetotérmicos contra sobreintensidades.

En cuanto a la protección ante cortocircuitos, tal y como explica la norma ITC-BT-22, el poder de corte de los dispositivos de protección deberá ser mayor o igual a la intensidad máxima de cortocircuito que pueda producirse en el punto de la instalación. Lo que significa que deberá tener un poder de corte (KA) normalizado, superior a la máxima corriente de cortocircuito que pueda pasar por él. Dicha intensidad del cortocircuito será tripolar simétrico para instalaciones trifásicas y fase-tierra para instalaciones monofásicas.

Tal como se ha mencionado anteriormente, los magnetotérmicos pueden cortar sobreintensidades tanto por sobrecarga como por cortocircuito.

En la tabla 11 vemos las características de los magnetotérmicos contra cortocircuitos:

Circuito	Protección CC (KA)
<b>CG (IGA)</b>	<b>22</b>
<b>AL1</b>	<b>3</b>
<b>AL2</b>	<b>3</b>
<b>ALem</b>	<b>3</b>
<b>TG1</b>	<b>3</b>
<b>TG2</b>	<b>3</b>
<b>TG3</b>	<b>3</b>
<b>TD1</b>	<b>10</b>
<b>TD2</b>	<b>10</b>
<b>TD3</b>	<b>6</b>
<b>CVE</b>	<b>3</b>
<b>CVI</b>	<b>3</b>

Tabla 11: Características magnetotérmicos contra cortocircuitos

## 4.5.2. Protección contra contactos directos e indirectos

El contacto directo se produce cuando existe un contacto directo con las partes activas de los materiales eléctricos y el contacto indirecto cuando personas o animales entran en contacto con materiales que se han puesto bajo tensión a causa de algún fallo de aislamiento.

Las medidas de protección para prevenir este tipo de contactos se rigen mediante la normativa ITC-BT-24 del REBT.

### 4.5.2.1. Protección contra contactos directos

Los medios a utilizar para realizar la protección contra contactos directo vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20460-4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.
- **Protección por aislamiento de las partes activas**

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.



*Ilustración 8: Ejemplos de aislamiento de las partes activas*

- **Protección por medio de barreras o envolventes**

Las partes activas de los materiales deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, deben tener como mínimo un grado de protección IP XXB, según la UNE 20324, que no deja pasar los dedos de las personas.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben estar fijados de manera segura y tener una robustez y durabilidad suficiente para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

En el caso de que sea necesario suprimir barreras, abrir envolventes o quitar partes de estas, esto solo puede ser posible:

- Con ayuda de una llave o herramienta
- Una vez suprimida la tensión de las partes activas protegidas por las barreras o envolventes protegidas, la tensión no puede ser restablecida hasta que las barreras o envolventes se hayan vuelto a colocar.
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda una llave o herramienta y que impida el contacto con las partes activas.

- **Protección por medio de obstáculos y por puesta fuera de alcance por alejamiento**

Ambas medidas no garantizan una protección completo y solo se aplican en locales de servicio eléctrico solo accesible al personal autorizado. Al no tener un local de servicio eléctrico en nuestro establecimiento no se consideran estas medidas.

- **Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual**

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección con los contactos directos.

Los dispositivos de corriente diferencial residual o interruptores diferenciales (ID) son dispositivos amperométricos de protección que se desconectan cuando el sistema filtra una corriente significativa a tierra, es decir, detecta la diferencia de corriente entre la entrada y la salida de un circuito. Cuando esta diferencia supera el valor determinado de sensibilidad, el dispositivo abre el circuito impidiendo el paso de corriente.

Los interruptores diferenciales se rigen según lo establecido en la ITC-BT-24 y la ITC-BT-26 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Para la elección del dispositivo adecuado a la instalación deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Sensibilidad
- Calibre

### ❖ SENSIBILIDAD

Atendiendo al valor de la corriente diferencial de defecto (sensibilidad), los interruptores se clasifican en:

- **Baja sensibilidad:**  $I_{\Delta n} > 30 \text{ mA}$
- **Alta sensibilidad:**  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

Los valores de sensibilidad normalizados vienen establecidos por las normas UNE EN 61008, UNE EN 61009 y UNE EN 60947-2.

6mA, 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA, 1A, 3A, 10A, 30A
--

*Tabla 9: Valores de sensibilidad normalizados para interruptores diferenciales*

Los interruptores de baja sensibilidad no se utilizan para la protección contra los contactos directos. Este tipo de dispositivos se utilizan en la protección contra contactos indirectos, riesgos de incendio y destrucción de recepción.

Los diferenciales de alta sensibilidad se utilizan tanto para la protección contra contactos directos, como para la protección contra contactos indirectos, riesgos de incendio y destrucción de receptores. De esta forma, servirá como medida de protección complementaria en caso de fallo de otras medidas de protección contra contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

El valor mínimo admitido de la corriente diferencial de no funcionamiento ( $I_{\Delta n}$ ) es  $0,5 * I_{\Delta}$ , viene establecido en las normas UNE EN 61008, UNE EN 61009. Por lo que el diferencial no se debe disparar por debajo de este valor, y se admite como correcto al margen de disparo del diferencial a los valores comprendidos entre  $I_{\Delta n}$  y  $0,5$  veces  $I_{\Delta n}$ . Para corrientes superiores de  $I_{\Delta n}$  el dispositivo siempre ha de disparar.

#### ❖ CALIBRE

El calibre es la máxima intensidad que puede circular por el diferencial de forma indefinida sin provocar calentamientos excesivos. Este dispositivo no protege ante sobrecargas, por lo que debe ser protegido por un interruptor magnetotérmico de igual o menor que el del diferencial. Los valores normalizados de calibre están representados en la tabla 12.

25, 32, 40, 63, 80, 100 (Amperios)
------------------------------------

*Tabla 12: calibres normalizados para diferenciales*

Además de considerar la sensibilidad y el calibre en la elección de un diferencial, tenemos que considerar la naturaleza polar del dispositivo dependiendo de si va a proteger un circuito trifásico o monofásico. En nuestra instalación se ha decidido utilizar interruptores diferenciales de dos polos (B+N) ya que se utilizarán para proteger los circuitos monofásicos del establecimiento. Los diferenciales están colocados en el cuadro eléctrico del edificio (CG). Los dispositivos escogidos aparecen en la tabla 13.

4 diferenciales con sensibilidad 30mA y calibre 25A
1 diferenciales con sensibilidad 30mA y calibre 32A
1 diferencial con sensibilidad 30mA y calibre 40A

*Tabla 13: Valores de los diferenciales a instalar en CG*

Los circuitos que protege cada uno de los diferenciales están representados en el Esquema unifilar del documento Planos.

#### 4.5.2.2. Protección contra contactos indirectos

Para evitar contactos indirectos se empleará medida de protección por corte automático de la alimentación.



Esta medida consiste en impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, ocasionada por la aparición de un fallo, se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

En caso de defecto del corte automático de la alimentación, puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará de referencia lo indicado en la norma UNE 20572-1.

La tensión límite convencional es igual a 50 voltios, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones se pueden especificar otros valores menos elevados, como por ejemplo 24 voltios en instalaciones de alumbrado público.

En función del esquema de conexión utilizado en la instalación (esquema TN, TT o IT), las medidas de protección tienen características diferentes. En el caso de nuestro establecimiento, se ha establecido un esquema de instalación TT, comentado anteriormente en el apartado *sistema de conexión del neutro*. Por lo tanto se seguirán las medidas de protección específicas para este esquema.

- **Dispositivos de protección para esquemas TT**

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. En el caso de tener varios dispositivos de protección montados en serie, esta medida se aplicará por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o en caso de no existir, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe estar conectado a tierra.

Para un esquema TT, los dispositivos de protección utilizados son:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, como por ejemplo los fusibles e interruptores automáticos. Estos dispositivos solo pueden ser aplicables cuando la suma de las resistencias de la toma de tierra y de las masas de los conductores tienen un valor muy bajo.

Según la Guía Técnica, los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (fusibles y magnetotérmicos) no son aplicables en la protección contra los contactos indirectos,

debido a la dificultad de garantizar una resistencia de puesta a tierra extremadamente pequeña durante la vida útil de la instalación. Teniendo esto en cuenta, se utilizarán dispositivos diferenciales para las protecciones.

En este apartado no se realizará el cálculo para determinar las características de los diferenciales pues estas se encuentran detalladas en el apartado anterior de Protecciones contra contactos directos.

Para la protección de esquemas TT debe cumplirse la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_a \leq U$$

Donde:

- **RA:** es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.
- **Ia:** es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Al tratarse de un dispositivo de corriente diferencial-residual, es la corriente diferencial-residual asignada.
- **U:** Tensión de contacto límite convencional (50V, 24V u otras, dependiendo de los casos).

Teniendo en cuenta esta condición se han hallado las intensidades residuales máximas que deben aparecer:

- Para la mayor parte del edificio, al tratarse de locales secos, se ha elegido una tensión de contacto límite convencional (U) de 50V. En estos casos, la intensidad residual máxima es de 1,33 A.
- Para el baño, por ser un local mojado, se ha elegido una Tensión (U) inferior, de 12 V. Por lo que la intensidad residual máxima será de 0,37 A.

La toma de tierra de la instalación a la que se refiere la instalación TT se encuentra detallada más adelante, en el apartado 4.8. *Puesta a Tierra*.

#### 4.5.3. Protección contra sobretensiones

Este apartado trata de la protección de las instalaciones eléctricas contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se

originan, fundamentalmente como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

En el caso de nuestro proyecto, un establecimiento industrial alimentado en su totalidad por una red subterránea, no es obligatoria la instalación de protección contra sobretensiones según las especificaciones de la ITC-BT-23. Sin embargo, especifica que puede ser recomendable, por lo que se realizará este tipo de protección.

Según la ITC-BT-23, se distinguen cuatro categorías diferentes de sobretensiones, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

- **Categoría I:** Se aplica a equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a estar conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, tratando de limitar las sobretensiones a un nivel específico.
- **Categoría II:** Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.
- **Categoría III:** Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad.
- **Categoría IV:** Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación.

En la ilustración 7 se muestra un ejemplo de protector contra sobretensiones.



*Ilustración 9: Relé de Tensión*

- **Selección de las protecciones contra sobretensiones**

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 14.

Tensión nominal de la instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50			
Sistemas Trifásicos	Sistemas Monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400 V	230 V	6 kV	4 kV	2,5 kV	1,5 kV
400/690V 1000 V	- -	8 kV	6 kV	4 kV	2,5 kV

Tabla 14: Tensión soportada a impulsos según la categoría

Para este establecimiento, los equipos deben ser de categoría II, ya que la mayoría de los equipos (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares) están contados a una instalación eléctrica fija. No obstante, debe considerarse añadir algunos equipos de categoría I, debido a que en la recepción y la sala de máquina de pre-shape tenemos ordenadores, los cuales son equipos muy sensibles a las sobretensiones.

Para una correcta selección de estos dispositivos es necesario consultar al fabricante, ya que se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- **Nivel de protección (Up):** parámetro que caracteriza el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobretensiones por limitación. Su valor debe ser inferior al de la categoría seleccionada.
- **Tensión máxima de servicio permanente (Uc):** es el valor eficaz de tensión máximo que puede aplicarse permanentemente a los bornes del dispositivo. En una red de distribución TT 230/400 V se considerará, como mínimo, un valor un 10% superior a la tensión nominal.
- **Corriente nominal de descarga (In):** Es la corriente de cresta repetitiva que pueda soportar el dispositivo de protección si fallo. La norma UNE-HD 60364-5-534 establece que su valor no debe ser inferior a 5kA 8/20 µs entre fase y neutro.

Teniendo en cuenta estos factores, se han escogido dispositivos de protección de categoría I y categoría II, los cuales tienen las siguientes características:

Categoría de los dispositivos	Categoría I	Categoría II
Características	$U_p \leq 1,5 \text{ kV}$ $U_c > 253 \text{ V}$ $I_n \geq 5 \text{ kA } 8/20 \mu\text{s}$	$U_p \leq 2,5 \text{ kV}$ $U_c > 253 \text{ V}$ $I_n \geq 5 \text{ kA } 8/20 \mu\text{s}$

Tabla 15: Características de las protecciones contra sobretensiones

## 4.6. Instalaciones Interiores

Una vez analizadas las instalaciones de enlace que se realizarán en nuestro establecimiento, se procede a indicar las instalaciones que llegan hasta las cargas receptoras. La determinación de las características de la instalación interior deberá efectuarse según lo establecido en la ITC-BT-19 y en la norma UNE-20460-3.

### 4.6.1. Circuitos Interiores

Los diferentes circuitos de la instalación interior de nuestro establecimiento se diseñarán teniendo en cuenta un óptimo equilibrado de cargas y, al mismo tiempo, intentando aprovechar al máximo el recorrido de los cables.

- **Número de Circuitos**

Los circuitos parten desde el cuadro eléctrico (CG) hasta sus receptores.

En el diseño de los circuitos se ha tratado de incorporar varios receptores a la vez, ya sean de alumbrado o de fuerza, con el motivo de simplificar la instalación y los cálculos, pero buscando a la vez un equilibrio para no tener que utilizar dispositivos de protección con valores demasiado elevados.

La instalación está formada por 11 circuitos repartidos de la siguiente manera:

- 3 circuitos destinados al alumbrado, uno de ellos al alumbrado de emergencia.
- 3 circuitos destinados a las tomas de corriente generales.
- 3 circuitos destinados a las tomas de corriente dedicadas.
- 2 circuitos destinados a la ventilación.

En el *Anexo de Cálculos* encontraremos una explicación más detallada de cada uno de los circuitos y de los receptores.

- **Cajas de registro**

Las cajas de registro se instalarán empotradas en las paredes. Se utilizarán para realizar derivaciones de las líneas eléctricas de cada circuito y para facilitar la introducción y retirada de conductores en los tubos. Las canalizaciones saldrán de las cajas mediante tubos y las conexiones que se realicen en su interior se llevarán a cabo utilizando bornes de conexión. Tendrán un grado de protección IP 56.



*Ilustración 13: Caja de Registro.*

- **Equilibrado de Cargas**

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que componen la instalación, se procurará que quede esta repartida entre sus fases o conductores polares. El equilibrado de cargas se encuentra adjunto en el apartado *Anexo de Cálculos*.

#### **4.6.2. Tomas de Corriente**

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, de puesta a tierra como norma general. Se rigen por lo establecido en la UNE 20315:2004

Todas las tomas estarán instaladas dentro de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora. Cuando encontremos dos mecanismos juntos, ambos deberán alojarse en la misma caja.

En esta instalación se ha hecho uso de Tomas generales de corriente y de tomas de corriente dedicadas:

- **Tomas generales:** No tienen un receptor asociado. Los receptores que se conectan en este tipo de tomas pueden variar en función de las necesidades del usuario.
- **Tomas dedicadas:** Tienen un receptor asociado fijo.

Las tomas de corriente utilizadas se distribuyen según lo indicado en el *plano de fuerza*.

- **Tomas Generales**

La distribución de las tomas se realizó considerando las actividades que se van a realizar en las salas que forman el taller.

Según lo indicado en la ITC-BT-19 se instalarán bases de tomas de corriente del C2a 16A 250V, con base bipolar con contacto lateral de tierra.



*Ilustración 14: Base de enchufe C2a.*

En la tabla se encuentra la distribución de las tomas por los diferentes circuitos y zonas de la instalación:

<b>Circuito</b>	<b>Salas (nº de tomas por zona)</b>	<b>Nº total de tomas</b>
<b>TG1</b>	- Recepción (5) - Show Room (2)	7
<b>TG2</b>	- Zona Común (5) - Baño (2)	7
<b>TG3</b>	- Pasillo (1) - Almacén de Productos Acabados (1) - Almacén de Materiales (1) - Sala de Máquina de Pre-Shape (1) - Sala de Shapeado (1) - Sala de Pintado (1) - Sala de Laminado, Lijado y Secado (1)	7

*Tabla 16: Distribución de las tomas de corriente generales.*

- **Tomas Dedicadas**

Estas tomas están destinadas para un receptor concreto fijo. Como todos los receptores son monofásicos y consumen una potencia permisible para un enchufe con base 16 A, se podrá emplear las tomas de corriente C2a. Sin embargo se recomienda no cambiar los receptores, ya que están distribuidas de forma que alimente los receptores a los que están asociados.

La tabla 17 muestra la distribución de las tomas y los receptores a los que se encuentra asociados.

Circuito	Salas	Elementos de fuerza asociados a una toma
TD1	Sala de Máquina de Pre-Shape	Aspirador
		Bomba Vacío
		UnoShaperCNC
TD2	Sala de Shapeado	Compresor de aire
		Lijadora Excéntrica
		Cepillo Eléctrico
	Sala de Pintado	Pulverizador de Pintura
	Sala de Laminado, Lijado y Secado	Compresor de aire
		Taladradora
Pulidora-Lijadora		
TD3	Zona Común	Cafetera
		Hervidor de Agua
		Microondas
		Termo Eléctrico
	Recepción	Impresora

Tabla 17: Distribución de las Tomas de Corriente Dedicadas.

### 4.6.3. Interruptores y Conmutadores

Las luminarias estarán conectadas a interruptores y conmutadores para permitir su control. Serán de tipo cerrado y de material aislante para evitar contactos directos. Estarán instalados junto a las puertas que dan acceso a las diferentes salas. La distribución de los interruptores se muestra en el *Plano de Instalación del Alumbrado*.

Las dimensiones de las bases serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500V a 1.000V. Al igual que con las tomas de corriente, cuando encontremos dos mecanismos juntos, estarán ubicados en la misma base.



Ilustración 15: ejemplo de interruptor conmutador



#### **4.6.4. Locales con bañera o ducha. Clasificación de los volúmenes de protección**

El edificio cuenta con un baño, con bañera o ducha, que deberá cumplir con unos requisitos en la instalación de materiales eléctricos según lo establecido en la ITC-BT-27 del reglamento.

Para las instalaciones se tendrán en cuenta cuatro volúmenes diferentes, clasificados según la proximidad de la ducha y el riesgo de mojado:

##### **❖ Volumen 0**

Comprende el interior de la bañera o ducha.

##### **❖ Volumen 1**

Está limitado por el plano horizontal situado por encima del volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo; y el plano vertical alrededor de la bañera.

##### **❖ Volumen 2**

Está limitado por el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo; y el plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical situado a 0,6 metros de distancia.

##### **❖ Volumen 3**

Está limitado por el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo y el techo; y el plano vertical límite exterior al volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a 2,4 metros de distancia.

Nuestra instalación cuenta con una bañera con pared fija, por lo que los volúmenes quedarían distribuidos de manera similar a la de la ilustración 16.

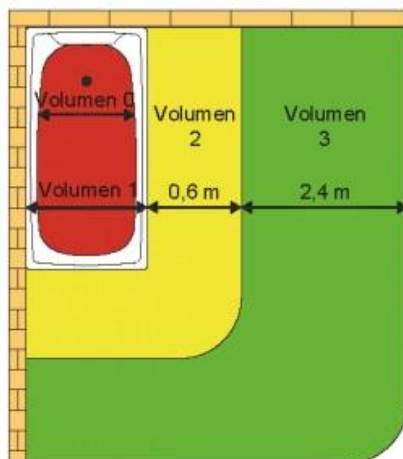


Ilustración 16: bañera con pared fija

- **Elección de los materiales eléctricos**

La elección de los materiales eléctricos debe realizarse teniendo en cuenta las restricciones de los volúmenes de protección definidos en Tabla 18:

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos	Aparatos Fijos
<b>Vol. 0</b>	<b>IP X7</b>	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctrico fijos.	No permitida.	Deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.
<b>Vol. 1</b>	<b>IP X4, IP X2, IP X5,</b> por encima del difusor. en baños comunes.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctrico fijos.	No permitida, con la excepción de interruptores MBTS a una tensión de 12V eficaz en alterna y 30V en continua situada la fuente fuera de los volúmenes 0, 1 y 2	Aparatos alimentados a MBTS. Calentadores de agua, bombas de ducha que cumplan con su norma aplicable
<b>Vol. 2</b>	<b>IP X4, IP X2, IP X5,</b> por encima del difusor. en baños comunes.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctrico fijos situados en volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del vol. 3 situado bajo la ducha	No permitida, con la excepción de los interruptores o las bases MBTS. Se permite instalar bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la normativa.	Todos los permitidos en el vol. 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, con su norma aplicable

<b>Vol. 3</b>	<b>IP X5</b> , en baños comunes.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases protegidas, o por MBTS, o por un dispositivo de protección diferencial con sensibilidad no superior a los 30mA	Se permiten los aparatos protegidas, o por MBTS, o por un dispositivo de protección diferencial con sensibilidad no superior a los 30mA
-------------------	----------------------------------	---	--	---

*Tabla 18: restricciones según los volúmenes.*

La elección de los materiales eléctricos de nuestra instalación se ha realizado teniendo en cuenta la clasificación de los volúmenes de protección y las restricciones indicadas en la Tabla XVII.

El cableado instalado está limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos situados dentro del baño.

Las luminarias se encuentran instaladas en el techo, a una altura de 3 metros. Su ubicación se encuentra dentro del volumen 3, por lo que está permitida su instalación siempre y cuando cumplan con la norma UNE 20460-4-41.

Los mecanismos instalados, un interruptor conmutador y dos bases para tomas generales C2a, está, situados en el interior del volumen 3, por lo que está permitida su instalación al encontrarse protegidas por un interruptor diferencial con sensibilidad no superior a 30 mA.

#### **4.7. Canalizaciones**

El recorrido de las canalizaciones para las instalaciones interiores va desde el cuadro eléctrico de nuestro establecimiento, el cuadro CG, hasta los receptores de la instalación. La selección del tipo de canalizaciones se realizará, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado para los conductores. Debe cumplir según lo establecido en la ITC-BT-20 y la ITC-BT-21 del REBT y la norma UNE 20460-5-52.

Esta instalación contará con tres tipos de canalizaciones diferentes:

- Para la acometida se utilizarán conductores aislados enterrados.
- Para la derivación individual, conductores aislados bajo tubos empotrados

- Para la instalación se ha utilizado conductores aislados en bandeja de rejilla.

- **Conductores aislados enterrados**

Dentro de esta categoría encontramos el conductor que conecta el suministro de la red con la CPM. En este caso, el tamaño de las canalizaciones es diferente al de los tubos empotrados. Las dimensiones se harán según la *Tabla XIII de la ITC-BT-21*:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

*Tabla 19: Diámetro de los tubos protectores en canalizaciones enterradas*

- **Conductores aislados bajo tubos empotrados**

Al hacer uso de cajas de registro empotradas en pared, se ha escogido este tipo de canalización porque facilita el acceso al cableado en el caso de defecto de los circuitos, avería o cualquier otro motivo.

Los cables utilizados tendrán una tensión nominal no inferior a 450/750 V. Su introducción se realizará a través de las cajas de registro mediante tubos empotrados corrugados exteriormente y lisos en el interior, lo que facilita la introducción y manejo de los cables.



*Ilustración 10: Tubo corrugado.*

Las dimensiones de las canalizaciones se harán según lo establecido en la ITC-BT-21:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 20: Diámetro de los tubos protectores en función del número de conductores.

El cable tripolar que va desde la Caja de Protección y Medida (CPM) hasta el Cuadro Eléctrico (CG) es la Derivación Individual (DI). El diámetro del tubo de protección que lo recubre ya lo hemos hallado anteriormente, mediante esta tabla, en el apartado Derivación Individual, obteniendo un diámetro de 40 mm.

En el caso del resto de la instalación interior dependerá de la cantidad de circuitos que vayan a colocarse en el interior de los tubos, pero deberá regirse por lo establecido en la tabla XI.

- **Conductores aislados en bandeja de rejilla**

Los conductores que tengan una trayectoria que recorra el techo, estará colocados sobre bandejas de rejillas tapadas por un falso techo. Solo se utilizarán cables aislados con cubierta, unipolares o multipolares según la norma UNE 20460-5-52.

Las bandejas metálicas deben estar conectadas a la red de tierra consiguiendo que su continuidad eléctrica quede convenientemente asegurada.



Ilustración 11: Bandeja de rejilla para conductores.

#### 4.7.1. Prescripciones generales de los conductores

Las características de los conductores utilizados se rigen por lo establecido en la ITC-BT-19. Los conductores y cables que se utilizarán en la instalación serán de cobre.

- **Sección de los conductores**

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 4% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos, según lo establecido en la ITC-BT-19 para establecimientos industriales. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

El cálculo de las secciones de los conductores de los circuitos, comprobando que se cumple el porcentaje de caída de tensión, se describe en el *dimensionado de la Instalación Eléctrica* en el apartado *Anexo de Cálculos*.

Circuito	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)
Acometida	35	130
DI-CG	35	96
AL1	1,5	16,5
AL2	1,5	16,5
ALem	1,5	16,5
TG1	2,5	23
TG2	2,5	23
TG3	2,5	23
TD1	10	54
TD2	10	54
TD3	10	54
CVE	1,5	16,5
CVI	1,5	16,5

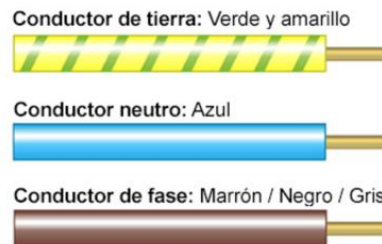
Tabla 21: Sección de los conductores usados en los circuitos.

- **Aislamiento de los conductores**

Se ha optado por utilizar polietileno reticulado (XLPE) para el aislamiento de los conductores. Se ha escogido este material por ser termoestable, lo que hace que sus propiedades mecánicas sean más resistentes a los cambios de temperaturas en comparación con el PVC.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

- Cuando exista un conductor neutro en la instalación, se identificará con el color azul.
- El conductor de protección se identificará por el color verde-amarillo.
- Los conductores de fase: negro (fase R), marrón (fase S) y gris (fase T).



*Ilustración 12: Identificación de los conductores por colores*

• **Conductores de protección**

En los conductores de protección se aplicará lo estipulado en la Norma 20460-5-54 en el apartado 543.

Los cables serán de cobre, al igual que en el resto de la instalación, lo que simplifica los cálculos. En este caso, la sección de los conductores de protección deberá ser igual o mayor a lo indicado en la tabla:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S = 2,5 si tienen protección mecánica S = 4 si no tienen protección mecánica
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

*Tabla 22: Secciones mínimas de los conductores de protección dependiendo de las secciones de los conductores de la instalación*

En el caso de nuestra instalación, los conductores de la instalación interior presentan protección mecánica, por lo tanto cuando las secciones sean menores o iguales a 16 mm<sup>2</sup>, valdrá con poner conductores de protección con sección de 2,5 mm<sup>2</sup>.

En el caso de la Derivación Individual y de la acometida, con secciones 35 mm<sup>2</sup> y 25 mm<sup>2</sup> respectivamente, la sección del cable de protección será de 16 mm<sup>2</sup>.

## 4.8. Instalaciones de Puesta a Tierra

La puesta a tierra se establece con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. Todas las partes metálicas que no deban estar bajo tensión se conectarán a tierra.

La puesta a tierra debe realizarse según lo establecido en la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- **Características del terreno**

La resistividad del terreno depende de los componentes que lo forman, su humedad y su temperatura, las cuales varían según la estación. La humedad depende del grado de porosidad del terreno.

Se supondrá un valor de resistividad del terreno tomando como guía las tablas del apartado 9 de la ITC-BT-18. Como la ubicación del taller tiene una humedad considerable sin ser demasiado elevada y la naturaleza del terreno es suelo pedregoso cubierto de césped, se supondrá una resistividad de  $150 \Omega \cdot m$ .

- **Colocación de los electrodos**

Se escogió un sistema de picas verticales en paralelo, que son fácilmente instalables y no tienen un coste elevado. Las picas tendrán una longitud de 2 metros y estarán separadas entre sí un mínimo de 4 metros, el doble de su longitud.

- **Instalación de las tomas de tierra**

Las picas estarán ubicadas cerca del cuadro eléctrico del edificio. Según lo establecido en la ITC-BT-19, las resistencias de las tomas deben tener un valor bajo. En nuestro caso, se instalarán tres picas en paralelo de  $75 \Omega$  cada una, lo que nos queda una resistencia estimada de  $25 \Omega$  para las tomas de tierra. Los cálculos están representados en el *Anexo de Cálculos*.



## 5. Sistema de Iluminación

### 5.1. Descripción del sistema de iluminación

El sistema de iluminación se ha diseñado teniendo en cuenta la normativa vigente en todo momento. La distribución de las luminarias se ha realizado cumpliendo con la “Norma Europea sobre la Iluminación de Interiores” (UNE 12464), donde se estipulan las necesidades básicas de iluminación de las diferentes salas según el tipo de actividad que se realiza. En la tabla 23 se reflejan los niveles de iluminación necesaria para cada una de las áreas presentes en el edificio, según lo establecido en la normativa:

Sala	Iluminación (lux)
Almacén Productos acabados	<b>100</b>
Almacén Materiales	<b>100</b>
Sala Máquina Pre-shape	- Área de trabajo: <b>500</b> - Área circundante: <b>300</b>
Sala Shapeado	- Área de trabajo: <b>750</b> - Área circundante: <b>500</b>
Sala Pintura	- Área de trabajo: <b>750</b> - Área circundante: <b>500</b>
Sala Laminado, lijado y secado	- Área de trabajo: <b>750</b> - Área circundante: <b>500</b>
Pasillo	<b>100</b>
Zona Común	<b>200</b>
Baño	<b>200</b>
Show Room	<b>300</b>
Recepción	<b>300</b>

*Tabla 23: valores de iluminación estipulada para cada una de las salas.*

Los cálculos luminotécnicos se han realizado mediante la herramienta DIALux EVO. Durante la simulación se buscó cumplir los valores representados en la Tabla 21 y los valores adecuados para que la luminaria cumpla con la normativa.

Para la elección de las luminarias, se han buscado utilizar lámparas de tipo LED, lo que permite un ahorro energético y económico a medio y largo plazo.

Los resultados obtenidos en la simulación de la instalación de iluminación se encuentran detallados en la sección Anexo de cálculos y la distribución de las luminarias se muestra en el *Plano de Distribución del Alumbrado* y en el *Plano de Instalación del Alumbrado*.

## 5.2. Grado de protección (IP)

En muchas ocasiones, las luminarias se ven expuestas a duras condiciones de uso y funcionamiento por el hecho de estar situados en espacios interiores sometidos a polvo y a humedad. La entrada de partículas en las luminarias puede resultar peligrosa para las personas.

Por lo tanto, a la hora de escoger las luminarias es necesario saber el grado de protección IP que tiene el producto.

La clasificación IP es un sistema que permite clasificar una luminaria según los grados de protección que presenta ante polvo y humedad. El sistema de codificación IP, viene definido en la norma UNE 20324.

### IP X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>

- **IP:** Protección contra las personas
- **X1:** Protección contra la penetración de materia sólida, polvo incluido.
- **X2:** Protección contra los efectos perjudiciales del agua.

En la tabla se muestran las clases de protección según el código IP.

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
0	Sin protección contra el contacto, sin protección contra cuerpos extraños	Sin protección contra agua
1	Protección contra cuerpos extraños con diámetro >50mm	Protegido contra gotas de agua que caen verticalmente
2	Protección contra cuerpos extraños con diámetro >12mm	Protegido contra gotas de agua que caen inclinado (15° respecto de la vertical)
3	Protección contra cuerpos extraños con diámetro >2,5mm	Protegido contra agua pulverizada (hasta 60° respecto a la vertical)
4	Protección contra cuerpos extraños con diámetro >1mm	Protegido contra agua pulverizada
5	Protección completa contra contacto, protección contra sedimentaciones de polvos en el interior	Protegido contra los chorros de agua (desde todas las direcciones)

Tabla 24: Clases de protección IP

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
6	Protección completa contra contacto, protección contra penetración de polvo	Protegido contra la penetración de agua en caso de inyección pasajera
7	-	Protegido contra la penetración de agua sumergiéndolo
8	-	Protegido contra la penetración de agua sumergiéndolo por un periodo indefinido
9	-	Protegido contra la penetración de agua de todas direcciones también en caso de una presión alta contra el chasis. (limpiadora de alta presión o de chorro de vapor, 80-100 bar)

Tabla 24: Clases de protección IP

Por lo tanto se ha escogido un grado de protección IP 6, ya que nuestro establecimiento realiza una actividad que genera muchos residuos en forma de polvo.

### 5.3. Diseño del sistema de iluminación

#### 5.3.1. Instalación

Las luminarias del establecimiento estarán conectadas mediante interruptores y conmutadores con el fin de que puedan ser controladas. Las características de los interruptores se han explicado anteriormente en el apartado Interruptores y Conmutadores de la sección Instalación Eléctrica de Baja Tensión y se pueden ver en el *plano de distribución del alumbrado*.

Como se trata de un taller de fabricación de tablas de surf, la zona de fabricación (Sala de Pre-Shape, Sala de shapeado, Sala de Pintado y Sala de laminado, lijado y secado) se encuentra expuesta a una gran cantidad de polvo en suspensión. Por lo tanto, los interruptores estarán en el interior de cajas estancas con IP5X, con el fin de protegerlo



Ilustración 17: Estanca IP5X.

Para el resto de zonas no será necesario instalar cajas estancas para los interruptores.


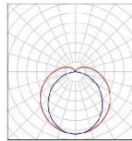

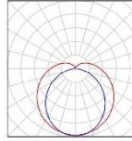

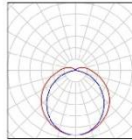

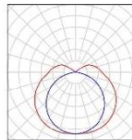

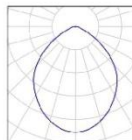
### 5.3.2. Instalaciones en ambientes peligrosos

Los agentes corrosivos pueden atacar los materiales empleados en las luminarias, y el polvo puede ensuciar los reflectores y difusores, disminuyendo la eficacia de la iluminación. Por estos motivos, los materiales que se utilizarán para las luminarias serán el aluminio y materiales plásticos (poliéster reforzado). Las protecciones y recubrimientos serán de galvanizado por inmersión, y las pinturas de epoxi poliéster y poliuretano. Además de los materiales, también se tendrá en cuenta la hermeticidad según los valores del grado de protección IP e IK.

### 5.3.3. Descripción de las luminarias utilizadas en el local

En este apartado se muestran las luminarias utilizadas en la instalación, incluidas las de emergencia.

- Luminarias**

10 Pieza	PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 658 lm Flujo luminoso (Lámparas): 658 lm Potencia de las luminarias: 6.8 W Clasificación luminarias según CIE: 87 Código CIE Flux: 40 69 88 87 100 Lámpara: 1 x LED6/NW/- (Factor de corrección 1.000).		
22 Pieza	PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm Potencia de las luminarias: 10.3 W Clasificación luminarias según CIE: 86 Código CIE Flux: 39 68 87 86 100 Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección 1.000).		
14 Pieza	PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 1900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1900 lm Potencia de las luminarias: 20.0 W Clasificación luminarias según CIE: 91 Código CIE Flux: 42 72 90 91 100 Lámpara: 1 x LED19S/830/- (Factor de corrección 1.000).		
4 Pieza	PHILIPS BN132C PSU L1200 1 xLED12S/830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 1250 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm Potencia de las luminarias: 14.0 W Clasificación luminarias según CIE: 86 Código CIE Flux: 37 66 87 86 100 Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).		
11 Pieza	PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 2184 lm Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm Potencia de las luminarias: 22.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 61 91 98 100 91 Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).		

*Ilustración 18: Hoja Técnica Luminarias vía DIALux EVO*

• **Luminarias de emergencia**

16 Pieza

Modelo : HYDRA LD 2P3  
 Funcionamiento: Permanente LED  
 Autonomía (h): 2  
 Lámpara en emergencia: LGPLED  
 Piloto testigo de carga: LED  
 Lámpara en red: LGPLED  
 Grado de protección: IP42 IK04  
 Aislamiento eléctrico: Clase II  
 Dispositivo verificación: No  
 Conexión telemando: Sí  
 Altura de colocación (m): -  
 Tipo batería: NiMH

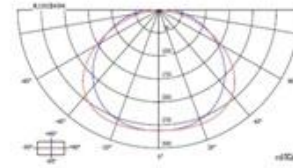


Ilustración 19: Hoja Técnica Luminarias de emergencia vía DAISALux

**5.3.4. Distribución de la luminaria**

En la siguiente tabla se muestra el tipo y el número de luminarias utilizados en cada área de trabajo del taller.

Sala	Modelo	Tipo	Nº Luminarias	P. Luminaria (W)	P. Total Sala (W)
Almacén Productos acabados	PHILIPS BN086C L900	LED	4	10,3	<b>41,2</b>
Almacén Materiales	PHILIPS BN086C L900	LED	4	10,3	<b>41,2</b>
Sala Máquina Pre-shape	PHILIPS BN086C L600	LED	4	6,8	<b>93,2</b>
	PHILIPS DN130B D217	LED	3	22	
Sala Shapeado	PHILIPS DN130B D217	LED	6	22	<b>132</b>
Sala Pintura	PHILIPS BN120C L600	LED	4	20	<b>124</b>
	PHILIPS DN130B D217	LED	2	22	
Sala Glasseado, secado, lijado	PHILIPS BN120C L600	LED	10	20	<b>200</b>
Pasillo	PHILIPS BN086C L600	LED	6	6,8	<b>40,8</b>
Zona Común	PHILIPS BN086C L900	LED	4	10,3	<b>41,2</b>
Baño	PHILIPS BN086C L900	LED	4	10,3	<b>41,2</b>
Show Room	PHILIPS BN086C L900	LED	6	10,3	<b>61,8</b>
Recepción	PHILIPS BN132C PSU L1200	LED	4	14	<b>56</b>

Tabla 25: Distribución de las luminarias por zona del edificio.

La distribución de las luminarias está representada en el *Plano de Distribución del Alumbrado*.

En el caso de la distribución del alumbrado de emergencia, se ha realizado con DAISALUX siguiendo la normativa estipulada por el real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. La distribución está representada en el *Plano de Evacuación y Protección Contra Incendios*.

## 6. Sistema de Ventilación

### 6.1. Descripción del sistema de ventilación

Con el objetivo de reemplazar el aire viciado de los espacios cerrados y áreas de trabajo por aire limpio, mejorar las condiciones de habitabilidad y refrescar los espacios cerrados, se ha diseñado un sistema de ventilación que sea apropiado para el establecimiento.

El diseño se ha realizado basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en concreto, en el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril, publicado en el BOE 23-IV-1997 que fija las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo.

La zona de maquinaria que se corresponde con la sala de Pre-Shape y la zona de talleres que incluyen las salas de shapeado, pintado y glasseado, secado y lijado, generan un importante deterioro de la calidad del aire debido a la emisión de polvo en suspensión y otros compuestos orgánicos volátiles. Por lo tanto, es indispensable renovar el aire constantemente, con caudales que dependen, al menos, de la ventilación estimada de contaminación.

Para realizar un sistema de ventilación del aire apropiado en nuestro establecimiento, se ha realizado una combinación de una ventilación forzada o natural en función del área y la renovación de aire necesaria debido a la actividad llevada a cabo.

VENTILACIÓN MECÁNICA	VENTILACIÓN HÍBRIDA	VENTILACIÓN NATURAL
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de máquina de Pre-Shape</li> <li>- Sala de shapeado</li> <li>- Sala de pintado</li> <li>- Sala de laminado, lijado y secado</li> <li>- Almacén de productos acabados</li> <li>- Almacén de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción</li> <li>- Show room</li> <li>- Zona Común</li> </ul>

*Tabla 26: Tipos de ventilación del establecimiento.*

Los cálculos para realizar el Sistema de Ventilación se encuentran detallados en el Anexo de Cálculos y la distribución de los elementos del sistema de ventilación en el *Plano de Instalación de Ventilación*.

## 6.2. Composición del aire natural

El volumen de oxígeno no descenderá del 19,5% (la supervivencia estricta exigiría el 13%) ni el contenido de CO<sub>2</sub> superará el 0,25%. Además, hay que tener en cuenta las características organolépticas (olores, temperatura...) y otras sustancias (Óxido de azufre, Monóxido de carbono...) cuyo exceso puede ser dañino o peligroso.

Componente	Proporción en (%)	
	Volumen	Peso
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	78,09	75,55
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	20,95	23,13
Argón (Ar)	0,93	1,27
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	0,03	0,05
Vapor de Agua	Variable	

Tabla 27: Composición del aire natural (fuente: DB HS3)

## 6.3. Calidad del aire

La calidad del aire determina el caudal de ventilación mínimo exigido según el RITE (Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios).

- **Calidad del aire interior**

<b>IDA 1</b>	<b>Aire de óptima calidad:</b> hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías
<b>IDA 2</b>	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
<b>IDA 3</b>	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios y salas de ordenadores
<b>IDA 4</b>	<b>Aire de calidad baja:</b> no se debe aplicar

Tabla 28: Categorías del aire interior en función del uso de los edificios. (fuente: DB HS3)

Según lo establecido en la tabla 28, nuestro establecimiento debe contar con un sistema de ventilación para una calidad de aire IDA 2 en la recepción y el show room, y para una calidad de aire IDA 3 para el resto del edificio.

- **Calidad del aire exterior**

<b>ODA 1</b>	Aire puro que puede contener partículas sólidas (por ejemplo, polen) de forma temporal
<b>ODA 2</b>	Aire con altas concentraciones de partículas
<b>ODA 3</b>	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos
<b>ODA 4</b>	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas
<b>ODA 5</b>	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

Tabla 29: Categorías de calidad del aire exterior. (fuente: DB HS3)



La calidad del aire exterior a nuestro establecimiento es del tipo ODA 1 ya que se trata de aire puro que ocasionalmente puede contener partículas sólidas en forma de polvo en suspensión (calima).

- **Filtración del aire exterior de ventilación**

Dependiendo de la calidad del aire, tanto interior y exterior, se instalarán filtros o prefiltros en la entrada del aire exterior.

Prefiltros / Filtros				
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 2	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 3	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 4	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 5	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6 / F7	G4 / F6

*Tabla 30: Clases de filtraciones. (fuente: DB HS3)*

En nuestro establecimiento debemos instalar prefiltros del tipo F6 y filtros del tipo F8 en la entrada de aire de la recepción y el show room, y F7 en el resto del edificio.

#### 6.4. Caudal de ventilación mínimo

El RITE establece cinco métodos diferentes para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación. Utilizaremos dos de ellos, que realiza el cálculo mediante la ocupación o la superficie de los locales.

Hay que tener en cuenta que el RITE calcula el caudal del aire en función de la producción de CO<sub>2</sub> de los ocupantes, por lo que el cálculo de la zona de fabricación de nuestro edificio (sala de máquina de pre-shape, sala de shapeado, sala de pintado y sala de laminado, secado y lijado) se realizará por otro método, detallado en el apartado ventilación forzada.

En el caso del baño no es necesario realizar el cálculo, ya que el Documento Básico HS3 del Código Técnico de la Edificación le establece un caudal mínimo de ventilación de 15 l/s.

Por lo tanto, según RITE, el cálculo de ventilación se realiza ha realizado por dos métodos diferentes: método por personas y método por unidad de superficie, los cuales se encuentran detallados en el apartado *Sistema de Ventilación del Anexo de Cálculos*.

La próxima tabla muestra el caudal de aire calculado para las diferentes salas.

Sala	Categoría	Caudal (l/s)
<b>Recepción</b>	IDA 2	12,5
<b>Show room</b>	IDA 2	4,89
<b>Zona Común</b>	IDA 3	4,22
<b>Pasillo</b>	IDA 3	8,064

*Tabla 31: Caudales de Ventilación Mínima*

## 6.5. Condiciones de los locales de trabajo

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe de suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. Por lo tanto, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas, en nuestro establecimiento se trata de la recepción, estará comprendida entre 17 y 27°C.
- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros (sala de shapeado, sala de pintado y sala de laminado, lijado y secado) estará comprendida entre 14 y 25°C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

## 6.6. Diseño del sistema de ventilación

Como se ha establecido anteriormente, la ventilación de nuestro establecimiento se realizará de 3 formas diferentes, natural, híbrida o forzada; con el fin de conseguir una óptima calidad del aire en función de las necesidades de la zona.

### 6.6.1. Ventilación natural

La ventilación natural se produce por diferentes presiones, que puede ser de origen térmico o de origen eólico. Tiene el defecto de ser difícilmente controlable, por lo que solo se realiza en locales con requisitos mínimos de salubridad.

En nuestro proyecto se realizará una ventilación natural mixta, una mezcla de ambos tipos de ventilación, para la recepción, el show room y la zona común, que son los locales con menor caudal de ventilación.

Este tipo de ventilación se realiza por huecos en la fachada o abriendo las ventanas. Sería aconsejable que estas tuvieran compases de fijación para dejar aberturas medias y evitar golpes con el viento. Además, se instalarán ventanas que incorporen aperturas de admisión, esto permite realizar la ventilación natural mientras la ventana permanezca cerrada. Estas aperturas pueden soportar un caudal de hasta 14 l/s.

La ilustración 20 muestra un ejemplo de este tipo de aperturas en las ventanas.



*Ilustración 20: Apertura de admisión de aire en el cajón de la persiana.*

### **6.6.2. Ventilación híbrida**

La instalación de ventilación híbrida cuenta con un dispositivo, colocado en la boca de expulsión, que permite la extracción del aire por tiro natural cuando las condiciones ambientales son favorables para garantizar el caudal necesario y que, en caso contrario, entra en funcionamiento un ventilador que extrae automáticamente el aire.

Este tipo de ventilación se ha realizado para el baño. La habitación cuenta con un extractor, establecido en la boca de expulsión, que entra en funcionamiento en el momento que una persona haga uso del aseo.

Las dimensiones de los elementos que componen la instalación se han realizado para soportar un caudal de 15 l/s.

- **Aperturas**

Para realizar la admisión y la extracción del aire es necesario realizar aperturas en la pared. Deben estar situadas a un mínimo de 1,8 metros sobre el suelo y situarse en lados contrarios a la habitación para una buena circulación del aire.

En nuestra instalación se situarán a una altura aproximada de 2,5 metros y la apertura de extracción estará situada cercana a la ducha.

Las dimensiones de la apertura se realizan según la *tabla 4.1 del DB HS3*:

Aberturas de Ventilación	
Aberturas de admisión	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{va}$
Aberturas de extracción	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{va}$
Aberturas de paso	$70 \text{ cm}^2$ ó $8 \cdot q_{vp}$
Aberturas mixtas	$8 \cdot q_{vp}$

*Tabla 32: tabla 4.1 del DB HS3, área efectiva de las aberturas de ventilación.*

Realizando el cálculo para un caudal de 15 l/s obtenemos una superficie de 60 cm<sup>2</sup> para ambas aperturas.

- **Rejillas**

Se instalarán rejillas en los extremos de la apertura de admisión que faciliten la admisión del aire en el baño.

Se colocará una rejilla de retorno fija en la cara de la apertura que da hacia el exterior, el diseño de esta rejilla facilita la entrada del aire.



*Ilustración 21: ejemplo de rejilla de retorno*

Se colocará una rejilla curva de impulsión orientable en la cara de la apertura que da hacia el interior del baño, lo que facilita la impulsión del aire hacia el interior del baño.



*Ilustración 22: ejemplo de rejilla de impulsión*

No será necesaria la instalación de rejillas en la apertura de extracción de aire debido a que en ella se instalará el ventilador.

- **Ventilador**

El ventilador estará situado en la apertura de extracción y tendrá unas características que le permitan soportar el caudal necesario. En el baño necesitamos un caudal de 15 l/s o lo que es lo mismo, de 54 m<sup>3</sup>/h. Como establece la instalación de ventilación realizada, el ventilador instalado será de tipo híbrido y solo entrará en funcionamiento cuando una persona entre al aseo.

Se ha utilizado un ventilador de la marca Sodeca:

Marca: Sodeca				
Modelo	Versión	Velocidad (r/min)	Potencia (W)	Caudal soportado (m <sup>3</sup> /h)
MF-90	Basic	2500	14	70

*Características del ventilador utilizado.*



*Ilustración 23: ventilador utilizado.*

### 6.6.3. Ventilación mecánica

La ventilación mecánica es la ventilación forzada o artificial que realiza el remplazamiento del aire por medios mecánicos. Esto genera un alto grado de control sobre los caudales.

Dentro de la ventilación mecánica encontramos diferentes métodos de instalación:

- **Ventilación por extracción.** Actúa gracias a la depresión generada por el funcionamiento de un extractor mecánico. La instalación debe tener uno o varios huecos para la entrada del aire de renovación. Este tipo de ventilación es adecuado cuando existen focos contaminantes en una posición fija constantemente.
- **Ventilación por impulsión.** La entrada del aire al local se efectúa a través de medios mecánicos (ventilador de impulsión). Esto genera una sobrepresión con la

que el aire es expulsado a través de elementos permeables. Es adecuada cuando el aire atmosférico está sensiblemente contaminado.

- **Ventilación por impulsión-extracción.** Tanto la entrada como la salida del aire se efectúa a través de medios mecánicos. Es el sistema más completo y se empleará cuando sea necesario un barrido perfecto.

Teniendo en cuenta que en nuestro establecimiento se trabaja con materiales que pueden generar polvo y gases nocivos nos hemos decantado por una ventilación por extracción en los almacenes y una ventilación por impulsión-extracción en la zona de trabajo.

#### **6.6.3.1. Ventilación por extracción**

La ventilación por extracción, como se ha comentado anteriormente, es adecuada cuando existen focos contaminantes en una posición fija. Por ese motivo se ha decidido instalar este tipo de ventilación en los dos almacenes de los que dispone el local.

Para realizar la instalación se ha hecho el cálculo del caudal según la norma DIN 1946. En la cual se establece el número de renovaciones/hora, aconsejadas según el tipo del local. No existe un dato para los almacenes, por tanto hemos decidido coger el número de renovaciones/hora aconsejado para un taller de poca alteración, puesto que se mantiene el material necesario en el proceso de realizar una tabla sin alterarlo. El número de renovaciones/hora establecido es de 3 a 6 renovaciones/hora.

Una vez establecido el número de renovaciones/hora necesario obtenemos un caudal mínimo necesario de 43,94 l/s ( $158,18\text{m}^3/\text{h}$ ) y un caudal máximo de 87,88 l/s ( $316,35\text{m}^3/\text{h}$ ). El cálculo de estos valores se encuentran detallados en el *Anexo de Cálculos*.

- **Aperturas**

La situación de las aperturas de admisión de los almacenes tienen que estar situados según las mismas condiciones detalladas en el apartado *Ventilación híbrida*. Por lo tanto se encontrará, a una altura de 2,5m.

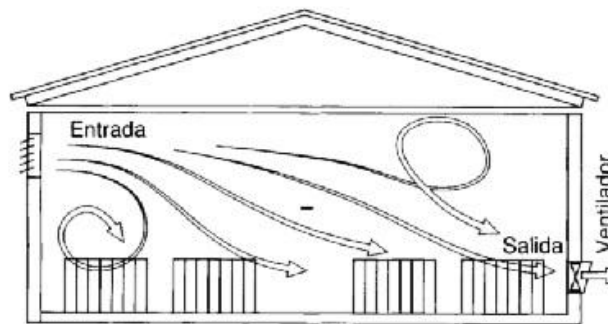
El cálculo de la superficie se realiza de la misma manera que en el apartado *Ventilación híbrida*, obteniendo una superficie mínima de  $175,76\text{ cm}^2$ .

- **Rejillas**

Las rejillas utilizadas en la apertura de admisión serán las mismas que las detalladas en el apartado *Ventilación híbrida*.

- **Extractor**

Se ha decidido utilizar extractores helicoidales murales para favorecer la depresión generada en un sistema de ventilación por extracción. Para ello, estará situado en el lado contrario en el que se encuentra apertura de admisión a una altura 0,5 metros con respecto al suelo. La situación queda reflejada en el *Plano de Instalación de Ventilación*



*Ilustración 24: Ejemplo de situación de la abertura y el extractor*

Para la elección de los extractores se ha tenido en cuenta el caudal máximo necesario para cada uno de los almacenes, de 316’35m<sup>3</sup>/h. Por lo tanto se ha escogido un extractor de la marca sodeca que cubre el caudal necesario.

Marca: Sodeca			
Modelo	Velocidad (r/min)	Potencia (W)	Caudal soportado (m <sup>3</sup> /h)
HCD-20-4-M	1.350	36	560

*Características del ventilador utilizado.*



Ilustración 25: Extractor HCD-20-4-M

### 6.6.3.2. Ventilación por impulsión-extracción

En las zonas de trabajo se ha optado por una ventilación de impulsión-extracción porque es el que mejores resultados ofrece en el remplazamiento de aire viciado por aire limpio en el local.

Para realizarlo, se ha calculado el caudal de la zona de trabajo según la norma DIN 1946. Obteniendo los siguientes resultados:

Salas	Renovaciones/h (T-)	Renovaciones/h (T+)	Caudal (Q-)	Caudal (Q+)
			(m <sup>3</sup> /h)	
Sala máquina Pre-Shape	3	10	448,5	1794
Sala Shapeado	3	10	308,7	617,4
Sala Pintado	3	25	778,65	1.557,3
Sala Glasseado, secado lijado	3	25	1.323	2.646

Tabla 33: Caudales de ventilación.

El cálculo de todos los caudales se encuentran explicados en el *Anexo de Cálculo*.

- **Conductos**

La instalación contará con cuatro conductos de aire, dos de impulsión y dos de extracción. Los conductos instalados tendrán sección cuadrada y serán de chapa galvanizada. La red de ventilación estará situada en el techo del local y queda representada en el *Plano de Instalación de Ventilación*.



Para el cálculo de la sección y la dimensión de los conductos se ha tenido en cuenta el CTE, obteniendo los siguientes resultados:

	Salas	Caudal Total (m <sup>3</sup> /h)	Sección min. (cm <sup>2</sup> )	Lado del conducto (cm)
<b>Red de Impulsión</b>	Sala Máquina Pre-shape, Sala shapeado	2.411,4	1.339,67	37
	Sala Pintado, Sala Glasseado, secado, lijado y pasillo	4.232,33	2.401,85	49
<b>Red de Extracción</b>	Sala Máquina Pre-shape, Sala shapeado y pasillo	2.440,43	1.355,79	37
	Sala Pintado, Sala Glasseado, secado, lijado	4.203,3	2.335,16	49

*Tabla 34: Sección y dimensión de los conductos de ventilación.*

En el Anexo de Cálculo se encuentra el cálculo de la sección detalladamente.

- **Rejillas**

La elección de las rejillas es la misma que en el apartado de *Ventilación Híbrida*. Utilizaremos las de retorno en los conductos de extracción y las de impulsión en los conductos destinados a la impulsión de aire limpio.

- **Extractores**

Para la elección de los extractores se ha tenido en cuenta el caudal total de aire recogido por todos los conductos de la red. Se han escogido cuatro extractores helicoidales de tejado de la marca Sodeca. Dos de ellos estarán instalados en el comienzo de los conductos de impulsión de aire y tendrán la función de impulsión, los otros dos contendrán un filtro especial para las partículas ATEX y estarán instalados en la salida de los conductos de extracción. La situación de todos los extractores estará representada en el *Plano de distribución de Extractores de techo*.

Marca: Sodeca			
Modelo	Velocidad (r/min)	Potencia (W)	Caudal soportado (m <sup>3</sup> /h)
<b>HT-40-4T</b>	1.350	250	4.600
<b>HT/ATEX-40-4T</b>	1.350	250	4.600

*Tabla 35: Características de los extractores*



*Imagen 26: Extractor HT-40-4T*

## 7. Protección Contra Incendios

Con el objetivo de garantizar un entorno seguro de trabajo ante el riesgo de posibles incendios en el taller se ha realizado un estudio para cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

### 7.1. Características del Establecimiento

Los establecimientos industriales se caracterizarán por su configuración, ubicación con respecto a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco.

El taller es un establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio que está a una distancia mayor de tres metros de otros establecimientos, por lo tanto, según el reglamento será considerado como un establecimiento del tipo C.

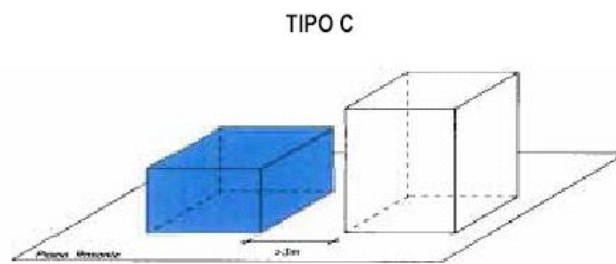


Imagen 27: Establecimiento del Tipo C

### 7.2. Nivel de Riesgo Intrínseco

El nivel de riesgo intrínseco establece el grado de peligrosidad del establecimiento ante posibles incendios. Los diferentes niveles se determinan según la densidad de carga de fuego del taller.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

El cálculo de la densidad de carga de fuego se resuelve según la actividad desarrollada, el poder de calorífico de los combustibles utilizados y la superficie del local. El cálculo se encuentra detallado en el *Anexo de Cálculos*, obteniendo los siguientes resultados:

Salas	Densidad Carga de Fuego (Mcal/m <sup>2</sup> )
Almacén Productos acabados	344,22
Almacén Materiales	1258,54
Sala Máquina Pre-shape	164,70
Sala Shape	113,36
Sala Pintura	95,31
Sala Glasseado, secado, lijado	194,34
Pasillo	0,00
Zona Común	35,24
Baño	0,00
Show Room	69,68
Recepción	27,01

*Tabla 36: Densidad de Carga de cada una de las salas.*

Los casos del baño y el pasillo son especiales, ambos no recogen ninguna actividad de riesgo especificada en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios, por tanto, no se considerarán para el cálculo de la densidad de carga de fuego total del establecimiento.

Con los datos reflejados en la *tabla 36* obtenemos que el taller de tablas de surf tenga una densidad de carga total de 2302,4 Mcal/m<sup>2</sup>. Por lo tanto, nuestro establecimiento tiene un nivel de riesgo intrínseco medio de nivel 5.

Nivel de Riesgo Intrínseco	Qs: Densidad de Carga de Fuego (Mcal/m <sup>2</sup> )
<b>MEDIO 5</b>	<b>1.700 &lt; 2.302,4 ≤ 3.400</b>

### 7.3. Plan de Evacuación

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de nuestro establecimiento según el reglamento, se determinará su ocupación. El cálculo se obtiene deducido de la siguiente expresión:

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

Por tanto la ocupación de nuestro establecimiento será la siguiente:

	p: Número de personas	P: Ocupación	P redondeado siempre al mayor
Ocupación habitual	4	4,4	5
Ocupación eventual	6	6.6	7

*Tabla 37: Ocupación del establecimiento.*

#### 7.3.1. Longitud del recorrido de evacuación

Según lo establecido en el reglamento, un establecimiento con nivel medio de riesgo intrínseco y una ocupación inferior a 25 personas debe cumplir con el objetivo de tener un recorrido de evacuación inferior a 35m. En el caso de tener 2 salidas alternativas, el recorrido máximo puede aumentar hasta los 50m.

Nuestro establecimiento cuenta con 3 posibles salidas de emergencia y el mayor recorrido de evacuación posible se encuentra en torno a los 15 metros de longitud, por lo que el taller cumple con la normativa estipulada en el RSCI.

Los recorridos de evacuación se encuentran representados en el *Plano de Evacuación y Protección Contra Incendios*.

#### 7.3.2. Dimensionado de los medios de evacuación

Según el Documento Básico de CTE, se consideran medios de evacuación las puertas y pasos, pasillos y rampas y escaleras. El taller es de una sola planta y no consta con escaleras y rampas, por tanto solo se considerarán las dimensiones de las puertas y pasillos.

El dimensionamiento de los elementos debe considerarse según la siguiente tabla:

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y Pasos	$A \geq P/200 \geq 0,80\text{m}$ La anchura de la puerta no debe ser menor que 0,60m, ni exceder de 1,2m
Pasillos	$A \geq P/200 \geq 1,00\text{m}$

Tabla 38: Dimensionado de los medios de evacuación

Teniendo en cuenta la ocupación y lo estipulado en el reglamento, todas las puertas de nuestra establecimiento tendrán un mínimo de 0,80 metros de anchura. Además el establecimiento debe cumplir que todo el recorrido de evacuación mantenga un mínimo de 1 metro de anchura. El recorrido de evacuación se puede comprobar en el *Plano de Evacuación y Protección Contra Incendios*.

#### 7.4. Sistemas de Protección Contra Incendios

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales cumplirán con lo estipulado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

##### 7.4.1. Sistemas automáticas de detección de incendio.

Sistema que permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas.

El reglamento indica que se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en edificios de tipo C con nivel de riesgo intrínseco medio, siempre y cuando su superficie total construida es de 3.000 m<sup>2</sup> o superior.

Nuestro establecimiento consta con una superficie total de 150 m<sup>2</sup>, por lo tanto no es necesario tener un sistema automático de detección de incendio.

##### 7.4.2. Sistemas manuales de alarma de incendio.

Conjunto de pulsadores que permitirán transmitir una señal a una central de control y señalización permanente vigilada, de forma que sea identificable la zona en la que se ha activado el pulsador.

Según lo estipulado en el reglamento se instalará un sistema manual de alarma de incendio cuando no se requiera en la instalación un sistema automático de detección de incendios.

Nuestro establecimiento no consta con un sistema automático de detección contra incendios, por lo tanto deberá contar con la instalación de este tipo de sistema de alarma contra incendios.

Por lo tanto nuestra instalación contará con un pulsador el cual debe instalarse en un punto en el que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar el pulsador no supere los 25 m, especificación que cumple nuestra instalación. Su instalación debe ir con su señalización correspondiente, tal y como se ve en la imagen 28.

La situación del Sistema manual de alarma de incendios se encuentra en el *Plano de Evacuación y Protección Contra Incendios*.



*Imagen 28: Señal y pulsador del sistema manual de alarma de incendio.*

#### **7.4.3. Extintores de incendio.**

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Para la selección de los extintores será necesario conocer el tipo de combustible presente en el sector de incendio del establecimiento. Nuestro establecimiento consta con combustibles sólidos del tipo A y combustibles líquidos del tipo B, por lo tanto se considerará un sector de incendio del tipo A-B, ya que coexisten ambos tipos de combustibles.

Deberá seleccionarse los extintores según las siguientes tablas:

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

Tabla 39: Determinación de los extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de CLASE A

VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)				
	V ≤ 20	20 < V ≤ 50	50 < V ≤ 100	100 < V ≤ 200
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

Tabla 40: Determinación de los extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de CLASE B

Además, hay que tener en cuenta que no se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros conductores y otros elementos bajo tensión superior a 24 V. La protección de estos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC.

Teniendo en cuenta lo especificado anteriormente se ha decidido colocar dos extintores, uno de polvo ABC con eficacia 21 A y otro extintor de polvo ABC con eficacia 113 B.

El emplazamiento de los extintores se hará con lo estipulado en el reglamento, el cual dicta que: deben ser fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse un incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo desde cualquier punto del sector sea inferior a 15.



Teniendo en cuenta estas especificaciones, nuestra instalación consta con dos extintores: un extintor de polvo ABC con eficacia 21 A, instalado cerca del Cuadro Eléctrico que se encuentra en el Almacén de Productos Acabados, y un extintor de polvo ABC con eficacia 113 B, instalado en el pasillo. Ambos extintores deberán estar instalados junto a su correspondiente señalización, mostrada en la imagen 28.

El emplazamiento de ambos extintores se encuentra reflejado en el *Plano de Evacuación y Protección Contra Incendios*.



*Imagen 28: Señalización y extintor de la instalación.*

#### **7.4.4. Otros equipos de Extinción de Incendios.**

Existen otros equipos de extinción de incendios tales como, los BIE (Boca de Incendio Equipada), sistemas de columna seca, sistemas de rociadores automáticos de agua y sistemas de hidrantes exteriores.

Estos diferentes equipos no serán necesarios en nuestra instalación, porque nuestro establecimiento cumple con las necesidades básicas de Protección Contra Incendios para sus características.

#### **7.4.5. Sistema de alumbrado de emergencia.**

Nuestro establecimiento industrial cuenta con un alumbrado de emergencia ya especificado en el apartado *luminaria de emergencia* dentro del capítulo *Sistema de iluminación*.

La distribución se ha hecho de manera que se cumpla con las siguientes condiciones estipuladas por el reglamento:

- Será fija y estará provista de una fuente propia de energía.
- Entrará en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de la tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante un mínimo de una hora desde que se produce el fallo.
- Proporcionará un lux, como mínimo, a nivel de suelo en los recorridos de evacuación
- Proporcionará un mínimo de 5 lux, en el Cuadro Eléctrico y los extintores de incendio.
- La uniformidad de la iluminación será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

#### 7.4.6. Señalización.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

Nuestra establecimiento consta con 6 señales de emergencia los cuales se encuentran señalizando el recorrido de evacuación.



*Imagen 29: Señal que muestra la salida de emergencia.*

## 8. Presupuesto

El presupuesto necesario para la instalación asciende a 35.815 €, siendo la partida más importante la dedicada a compra de maquinaria, tal y como se puede ver en la Tabla 39. El cálculo se encuentra detallado en el Anexo: *Mediciones y Presupuesto*.

<b>Presupuesto Total</b>	
Instalación Eléctrica de Baja Tensión	2.867,02 €
Instalación de Ventilación	4.150,26 €
Instalación Contra Incendios	168,57 €
Luminarias	6.055,00 €
Maquinaria	20.702,40 €
Gastos Generales (16% PEM)	4.462,12 €
Beneficio Industrial (6% PEM)	1.673,30 €
IGIC (6,5% PEM)	1.812,74 €
<b>TOTAL</b>	<b>35.836,40 €</b>

*Tabla 41: Presupuesto Total.*

## 9. Conclusions

The project given is about an industrial activity, the process of shaping surfboards, because of that, current legislation has to be considered during the whole project.

Acquired knowledge during the degree was essential for working on every project's documents, specially at "Oficina Técnica" subject, where we studied and worked with the current legislation.

Special engineering field softwares were used to make this project, softwares like AutoCad, DIALux Evo or DIALux. The need to use them made an improvement on the knowledge about this kind of programs.

Also, external practices were very useful for doing the project. During the practice stage, similar activities like those of the project were done.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# ANEXOS

## TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019

**INDICE**

**ANEXO DE CÁLCULOS..... 3**

**1. Instalación Eléctrica de Baja Tensión ..... 4**

1.1. Circuitos ..... 4

1.2. Cálculo de cargas ..... 5

1.3. Potencia Total..... 8

1.4. Equilibrado de cargas ..... 8

1.5. Dimensionamiento de la Instalación Eléctrica ..... 9

1.6. Protección..... 15

1.7. Resistencia de puesta a tierra..... 19

**2. Sistema de Iluminación ..... 21**

**3. Sistema de Ventilación ..... 25**

3.1. Caudal de aire..... 25

3.2. Ventilación forzada ..... 27

3.3. Conductos de ventilación ..... 28

**4. Protección Contra Incendios ..... 29**

**ANEXO 2..... 31**

**Anexo 2 ..... 32**

## **ANEXO DE CÁLCULOS**

## Anexo de Cálculos

### 1. Instalación Eléctrica de Baja Tensión

#### 1.1. Circuitos

Todos los circuitos de la instalación se diseñaron teniendo en cuenta el óptimo equilibrado de cargas, y al mismo tiempo, tratando de aprovechar al máximo el recorrido de los cables. A continuación, encontraremos los diferentes circuitos que forman parte de la instalación interior de nuestro establecimiento:

##### Circuitos de alumbrado

- **AL 1:** incluye las luminarias instaladas en la Recepción, Show Room, baño, zona común, pasillo, almacén de materiales y el almacén de productos acabados.
- **AL 2:** incluye la sala de la máquina de Pre-Shape, la sala de shapeado, la sala de pintura y la sala de glasseado, secado y lijado.
- **ALEM:** incluye todas las luminarias de emergencias del taller.

##### Circuitos para tomas generales

- **TG 1:** incluye las tomas generales instaladas en la recepción y el Show Room.
- **TG 2:** incluye los receptores que se encuentran en la zona común y el baño.
- **TG 3:** incluye las tomas generales del pasillo, almacén de productos acabados, almacén de materiales, sala de máquina de Pre-Shape, sala de shapeado, sala de pintado y la sala de glasseado, secado y lijado.

##### Circuitos para tomas dedicadas

- **TD 1:** incluye el aspirador, la bomba de vacío y la máquina de Pre-Shape.
- **TD 2:** incluye el compresor de aire, la lijadora excéntrica, el cepillo eléctrico, el pulverizador de pintura, el compresor de aire, la taladradora y la pulidora-lijadora.
- **TD 3:** incluye la cafetera, el hervidor de agua, el microondas, el termo eléctrico y la impresora.

##### Circuitos para ventilación



- **CVE:** circuito destinado a la extracción.
- **CVI:** circuito destinado a la impulsión.

## 1.2. Cálculo de cargas

En esta sección se calculara la potencia de los distintos elementos de la instalación. Estos valores son necesarios tanto para el dimensionamiento de la instalación de enlace como para el diseño de los circuitos y para el posterior equilibrado de cargas.

### 1.2.1. Tomas de Corriente y receptores

A la hora de diseñar la distribución de las tomas de la instalación se diferencié entre las tomas generales, destinadas a cualquier tipo de receptor variables y las tomas dedicadas, destinadas a un receptor fijo.

#### Tomas generales

Las tomas generales se distribuyen en nuestro establecimiento de la siguiente manera:

Circuito	Salas (nº de tomas por zona)	Nº total de tomas
<b>TG1</b>	- Recepción (5) - Show Room (2)	7
<b>TG2</b>	- Zona Común (5) - Baño (2)	7
<b>TG3</b>	- Pasillo (1) - Almacén de Productos Acabados (1) - Almacén de Materiales (1) - Sala de Máquina de Pre-Shape (1) - Sala de Shapeado (1) - Sala de Pintado (1) - Sala de Laminado, Lijado y Secado (1)	7

*Tabla 42: Distribución de las tomas de corriente generales.*

Para prever la potencia instalada de las tomas generales, se ha tenido en cuenta el apartado 3 de la ITC-BT-25, que afecta a las características de los circuitos de las instalaciones interiores en las viviendas. La intensidad de la corriente prevista se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I = n \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

*Ecuación 1: Intensidad de las tomas*

Donde:

- N: N° de tomas o receptores.
- I<sub>a</sub>: Intensidad prevista por toma o receptor (16A).
- F<sub>s</sub>: Factor de simultaneidad (Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total).
- F<sub>u</sub>: Factor de utilización (Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor).

Para todos los circuitos se escogieron los factores de simultaneidad y de utilización que se consideraron convenientes, teniendo en cuenta los dispositivos que se van a conectar. Se empleó un factor de simultaneidad de 0,57 y un factor de utilización de 0,25 para todos los circuitos de las tomas generales.

Sustituyendo todos los datos detallados previamente en la *Ecuación 1*, obtendremos un valor de 15,96A para la corriente que circula en las tomas, lo que nos da una potencia de 2.936,64W.

### Tomas dedicadas

Estas tomas están destinadas para un receptor fijo y por tanto, la potencia consumida está fijada por dicho receptor. En la siguiente tabla encontraremos cada uno de los receptores que se encuentran conectados mediante tomas dedicadas y las potencias nominales de estos, así como el circuito en el que se incluyen.

Circuito	Salas	Elementos de fuerza asociados a una toma	P (W)	P. Circuito (W)
<b>TD1</b>	Sala de Máquina de Pre-Shape	Aspirador	1.100	<b>5.350</b>
		Bomba Vacío	550	
		UnoShaperCNC	3700	
<b>TD2</b>	Sala de Shapeado	Compresor de aire	1.100	<b>6.280</b>
		Lijadora Excéntrica	380	
		Cepillo Eléctrico	750	
	Sala de Pintado	Pulverizador de Pintura	800	
	Sala de Laminado, Lijado y Secado	Compresor de aire	1.100	
		Taladradora	1.050	
Pulidora-Lijadora		1.100		
<b>TD3</b>	Zona Común	Cafetera	1.500	<b>6.420</b>
		Hervidor de Agua	2.200	
		Microondas	1.000	
		Termo Eléctrico	1.500	
	Recepción	Impresora	220	

Tabla 43: Carga Circuitos Tomas Dedicadas

### 1.2.2. Circuitos de Iluminación

La próxima tabla muestra la potencia generada por el alumbrado en nuestro establecimiento:

Circuitos Iluminación			
Circuitos	Salas	Potencia (W)	P Circuito (W)
<b>AL1</b>	Almacén Productos acabados	41,2	<b>323,4</b>
	Almacén Materiales	41,2	
	Pasillo	40,8	
	Zona Común	41,2	
	Baño	41,2	
	Show Room	61,8	
	Recepción	56	
<b>AL2</b>	Sala Máquina Pre-shape	93,2	<b>549,2</b>
	Sala Shape	132	
	Sala Pintura	124	
	Sala Glasseado, secado, lijado	200	
<b>ALem</b>	-	128	<b>128</b>

Tabla 44: Carga Circuitos Iluminación

El valor de las potencias nominales y los receptores que componen los circuitos de iluminación pueden comprobarse posteriormente en el apartado *Cálculos luminotécnicos* del *Anexo de Cálculos*.

### 1.2.3. Circuitos de Ventilación

La próxima tabla muestra la potencia generada por el sistema de ventilación instalado en nuestro establecimiento:

Circuito de Ventilación			
Circuitos	Elementos	Uds.	P (W)
<b>CVE</b>	Extractores	4	<b>572</b>
<b>CVI</b>	Impulsores	2	<b>500</b>

Tabla 45: Carga Circuitos Ventilación

En este caso, el valor de las potencias nominales y los receptores que componen los circuitos de ventilación se encuentran detallados en el apartado *Sistema de Ventilación* del *Anexo de Cálculos*.

### 1.2.4. Potencia total instalada

La potencia total instalada es igual al sumatorio de todas las cargas descritas anteriormente:

Circuito	Potencia Total del circuito (W)
AL 1	323,4
AL 2	549,2
ALEM	128
TG 1	2.936,64
TG 2	2.936,64
TG 3	2.936,64
TD 1	5.350
TD 2	6.280
TD 3	6.420
CVE	572
CVI	500
<b>TOTAL</b>	<b>28.932,52</b>

*Tabla 46: Carga total*

Como se puede ver en esta tabla la potencia total instalada es de 29 kW.

### 1.3. Potencia Total

Para el dimensionamiento de la acometida y de la instalación de enlace, hemos de calcular la potencia total, que será el máximo entre la potencia instalada (calculada en la sección anterior y la potencia prevista según la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)

El establecimiento industrial tiene una superficie total de 150 m<sup>2</sup>. Según la norma ITC-BT-10, se considerará un mínimo de 125 W por metro cuadrado. Por lo tanto, el local obtiene una potencia prevista de 18,75 kW.

La potencia total utilizada será el máximo de ambos valores, es decir 29 kW

### 1.4. Equilibrado de cargas

Los circuitos de la instalación fueron distribuidos entre las tres fases (R, S y T) de manera que hubiera un equilibrio de cargas equitativo entre ellas. Para conseguirlo se distribuyeron los circuitos teniendo en cuenta la potencia nominal de los receptores y el factor de potencia.

La siguiente tabla muestra la solución propuesta:

Equilibrio de Cargas									
CIRCUITOS	FASE R			FASE S			FASE T		
	P Ins (W)	P Prev (W)	Int Prev (amp)	P Ins (W)	P Prev (W)	Int Prev (amp)	P Ins (W)	P Prev (W)	Int Prev (amp)
AL1							323,4	582,12	3,16
AL2	549,2	988,56	5,37						
ALem	128	230,4	1,25						
TG1	2.936	2.936	15,96						
TG2							2.936	2.936	15,96
TG3				2.936	2.936	15,96			
TD1	5.350	6.687,5	36,35						
TD2				6.280	7.850	42,66			
TD3							6.420	8.025	43,61
CVE	572	715	3,89						
CVI				500	625	3,40			
<b>TOTAL</b>	<b>9.535</b>	<b>11.557</b>	<b>62,8</b>	<b>9.716</b>	<b>11.411</b>	<b>62</b>	<b>9.679</b>	<b>11543</b>	<b>62,7</b>

*Tabla 47: Previsión de potencias y equilibrado de cargas de la instalación.*

Como se puede comprobar en esta tabla, las tres fases se encuentran en equilibrio.

Teniendo en cuenta los factores de corrección de los receptores, 1,8 para el alumbrado y 1,25 para las tomas dedicadas, obtenemos una mayor potencia prevista, por lo tanto, para el dimensionamiento de la instalación de enlace, calculado en el próximo apartado, se tendrá en cuenta una potencia de 34,5 kW en lugar de los 29 kW obtenidos anteriormente.

## 1.5. Dimensionamiento de la Instalación Eléctrica

El dimensionamiento de los circuitos de la instalación y sus dispositivos de protección se ha realizado buscando la seguridad de las personas y la integridad de los componentes que forman parte de ella.

### 1.5.1. Conductores

Para la elección de los conductores se ha tenido en cuenta su intensidad máxima admisible y la caída de tensión.

### Intensidad Máxima admisible

Se obtuvo mediante las tablas descritas en la ITC-BT-19. Se debe escoger una sección que permita una intensidad máxima admisible superior a la intensidad prevista que circulará por el circuito. Las tablas son las siguientes:



SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla 48: Intensidad máxima admisible para conductores enterrados.

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

Instalación de referencia			Tabla y columna				
			Intensidad admisible para los circuitos simples				
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
			Número de conductores				
			2	3	2	3	
	Local	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Local	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
		Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
		Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
		Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
		Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
		Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
		Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
		Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

*Tabla 49: Intensidad máxima admisible para conductores no enterrados.*

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)**  
**Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2		XLPE 3	XLPE 2												
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3	PVC 2	XLPE 2												
B1				PVC 3	PVC 2				XLPE 3			XLPE 2							
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2										
C					PVC 3			PVC 2		XLPE 3		XLPE 2							
E						PVC 3			PVC 2		XLPE 3	XLPE 2	XLPE 2						
F								PVC 3			PVC 2	XLPE 3	XLPE 2						
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
<b>Sección mm<sup>2</sup></b>																			
<b>Cobre</b>																			
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-	
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	
<b>Alu- minio</b>																			
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-	
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-	
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-	
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-	
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-	
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	
150	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	
185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	
240	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	

**Aislamientos termoestables (90°C)**      **Aislamientos termoplásticos (70°C)**  
 XLPE: Polietileno reticulado      **EPR: Etileno-propileno**      **PVC: Policloruro de vinilo**

*Tabla 49-bis: Intensidad máxima admisible para conductores no enterrados.*

Se utilizó la *Tabla 48* para escoger los conductores necesarios para la instalación subterránea y las *Tabla 49* y la *Tabla 49-bis* el resto de conductores que componen la instalación de nuestro establecimiento.



## Caída de tensión

También se debe cuidar que la caída de tensión no supere los valores mínimos. El cálculo varía si la línea es trifásica o monofásica:

$$\frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot U}$$

*Ecuación 2: Sección del conductor en caso de línea monofásica*

$$\frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot U}$$

*Ecuación 3: Sección de conductor en caso de línea trifásica*

Donde:

- L: Longitud de la línea (m).
- I: Intensidad por la línea (A).
- $\cos\varphi$ : Factor de Potencia de la carga (se ha escogido un FP de 0,8 en este caso).
- U: Caída de tensión de la línea (V).
- $\gamma$ : Conductividad del conductor (S/m) (Se ha escogido un valor 44 S/m pues es el más adecuado para conductores con aislante XLPE)

Mediante las ecuaciones hay que asegurar que la caída de tensión sea inferior a:

- 1,5% en las derivaciones individuales.
- 3% en las instalaciones para alumbrado.
- 5% en otros casos.

### 1.5.2. Resultados del dimensionamiento

El cálculo de las diferentes secciones necesarias para la instalación se realizó de acuerdo con lo establecido en el apartado anterior. La siguiente tabla recoge los valores obtenidos: Todos los circuitos interiores son monofásicos (M) y sólo la Acometida y la Derivación Individual será trifásica (T).

Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Selección en Tabla	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud equivalente (m)	C.T. (V)	e(%)
Acometida	T	62,34	Tabla H - ITC-BT-19	3 XLPE	35	130	5	0,28	0,07
DI-CG	T	62,34	Superficie tripolar XLPE	A2-7	35	96	5,7	0,32	0,08
<b>CG</b>									
AL1	M	3,16	Superficie tripolar XLPE	B2-8	1,5	16,5	14,62	1,12	0,49
AL2	M	5,37	Superficie tripolar XLPE	B2-8	1,5	16,5	11,13	1,45	0,63
ALem	M	1,25	Superficie tripolar XLPE	B2-8	1,5	16,5	8,275	0,25	0,11
TG1	M	15,96	Superficie tripolar XLPE	B2-8	2,5	23	18,93	4,39	1,91
TG2	M	15,96	Superficie tripolar XLPE	B2-8	2,5	23	15,28	3,55	1,54
TG3	M	15,96	Superficie tripolar XLPE	B2-8	2,5	23	6,28	1,46	0,63
TD1	M	36,35	Superficie tripolar XLPE	B2-8	6	40	6,49	1,43	0,62
TD2	M	42,66	Superficie tripolar XLPE	B2-8	10	54	9,34	1,45	0,63
TD3	M	43,61	Superficie tripolar XLPE	B2-8	10	54	17,04	2,70	1,17
CVE	M	3,89	Superficie tripolar XLPE	B2-8	1,5	16,5	5,82	0,55	0,24
CVI	M	3,40	Superficie tripolar XLPE	B2-8	1,5	16,5	11,2	0,92	0,40

*Tabla 50: Dimensionamiento del cableado*

## 1.6. Protección

### 1.6.1. Protección contra Sobreintensidades

Para proteger el circuito contra posibles sobreintensidades es necesaria la utilización de unas protecciones que actúen para que la instalación no corra ningún riesgo de deterioro. Para las protecciones se instalarán fusibles e interruptores magnetotérmicos en la instalación.

- **Fusibles**

Se instalarán fusibles en la caja de protección y medida (CPM) con el fin de proteger la instalación antes de llegar a la derivación individual.

Para la elección de los fusibles, se tiene que asegurar las siguientes condiciones:

$$I_f = 1,60 \cdot I_N \text{ si } I_N \geq 16A$$

$$I_f = 1,90 \cdot I_N \text{ si } 4 \leq I_N \leq 16A$$

$$I_f = 2,10 \cdot I_N \text{ si } I_N \leq 4A$$

Donde:

- La  $I_N$  del fusible debe ser siempre inferior a la intensidad máxima admisible que soporta el cable.
- La  $I_f$  debe ser inferior o igual que la intensidad máxima admisible que soporta el conductor aumentada un 30%, según la norma UNE 20460.

Siendo:

- $I_N$ : Intensidad Nominal del fusible. Corriente asignada al dispositivo de protección.
- $I_f$ : Intensidad de Funcionamiento. Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo  $t_c$ .

Por lo tanto, los fusibles escogidos para nuestra instalación tienen las siguientes condiciones:

- Fusible tipo cuchilla de tamaño NH-00
- Intensidad de corte ( $I_N$ ) = 63 A. Como se puede comprobar es inferior a la intensidad máxima admisible por el conductor.

- Intensidad de funcionamiento ( $I_f$ ) = 100,8 A, en este caso, donde  $I_N \geq 16A$ . Es inferior a la intensidad máxima admisible por el cable incrementado un 30%.
- Poder de corte ante cortocircuito de 120 KA

• **Interruptores Magnetotérmicos**

Las características de funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos que protegen la instalación deben satisfacer las siguientes condiciones en cuanto a sobreintensidades:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.30 I_Z$$

$$I_2 = C_{dt} \cdot I_N$$

Siendo:

- $I_B$ : Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- $I_N$ : Intensidad nominal del magnetotérmico. Corriente asignada al dispositivo de protección.
- $I_Z$ : Corriente máxima admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- $I_2$ : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo establecido.
- $C_{dt}$ : Coeficiente de disparo térmico. Según la norma UNE EN 60947-2 tendrá un valor de 1,30 en instalaciones Industriales.

Hay que asegurar la protección de todos los polos, por lo que se instalarán magnetotérmicos bipolares (P+N) en los circuitos monofásicos y tetrapolares (3P + N) en los trifásicos. Además, tienen unos valores nominales preestablecidos:

<b>Intensidad Nominal</b>	<b>10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 (Amperios)</b>
<b>Poder de Corte</b>	<b>6, 10, 16, 22, 25, 35, 50, 80, 100 (kilo-Amperios)</b>

*Tabla 51: Valores nominales de los interruptores magnetotérmicos.*

Se instalará por tanto, en el cuadro general, un interruptor magnetotérmico tetrapolar como Interruptor General de Alimentación (IGA) y un interruptor magnetotérmico bipolar para cada uno de los circuitos interiores, todos ellos monofásicos.

En la tabla V se detalla los resultados obtenidos y el cumplimiento de las condiciones:

Circuito	Tipo	I <sub>B</sub> (A)	I <sub>Z</sub> (A)	I <sub>N</sub> (A)	Nº de polos	I <sub>2</sub> (A)	Cdt · I <sub>Z</sub> (A)
CG (IGA)	T	62,34	96	63	X4	81,9	124,8
AL1	M	3,16	16,5	6	X2	7,8	21,45
AL2	M	5,37	16,5	6	X2	7,8	21,45
ALem	M	1,25	16,5	6	X2	3,9	21,45
TG1	M	15,96	23	20	X2	26	29,9
TG2	M	15,96	23	20	X2	26	29,9
TG3	M	15,96	23	20	X2	26	29,9
TD1	M	36,35	54	40	X2	52	70,2
TD2	M	42,66	54	50	X2	65	70,2
TD3	M	43,61	54	50	X2	65	70,2
CVE	M	3,89	16,5	6	X2	7,8	21,45
CVI	M	3,40	16,5	6	X2	7,8	21,45

Tabla 52: Cálculos para comprobar que la protección cumple con las condiciones para sobreintensidades

### 1.6.2. Protección contra cortocircuitos

En cuanto a la protección ante cortocircuitos, tal y como explica la norma ITC-BT-22, el poder de corte de los dispositivos de protección deberá ser mayor o igual a la intensidad máxima de cortocircuito que pueda producirse en el punto de la instalación. Lo que significa que deberá tener un poder de corte (KA) normalizado, superior a la máxima corriente de cortocircuito que pueda pasar por él. Dicha intensidad del cortocircuito será tripolar simétrico para instalaciones trifásicas y fase-tierra para instalaciones monofásicas.

Los magnetotérmicos pueden cortar sobreintensidades tanto por sobrecarga como por cortocircuito.

El cálculo de la intensidad de cortocircuito es igual a:

$$R_{cc} = (2 \cdot \rho \cdot L) / S$$

*Ecuación 4: Resistencia de cortocircuito*

$$I_{cc} = 0,8 V \cdot R_{cc}$$

*Ecuación 5: Intensidad de cortocircuito*

Donde:

- $\rho$ : Resistividad del circuito, que es igual a la inversa de la conductividad ( $\rho = 1/44 = 0,022727$ )
- L: Longitud del circuito.
- S: Sección del circuito
- V: Tensión nominal.

En la tabla VI vienen detallados los cálculos contra cortocircuitos.

Circuito	Tipo	Long. Equiv (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Rcc (mΩ)	Icc (kA)	Protección CC (KA)
CG (IGA)	T	5,7	35	0,016	11,36	22
AL1	M	14,62	1,5	0,443	0,42	3
AL2	M	11,13	1,5	0,337	0,55	3
ALem	M	8,275	1,5	0,251	0,73	3
TG1	M	18,93	2,5	0,344	0,53	3
TG2	M	15,28	2,5	0,278	0,66	3
TG3	M	6,28	2,5	0,114	1,61	3
TD1	M	6,49	10	0,029	6,24	10
TD2	M	9,34	10	0,042	4,33	10
TD3	M	17,04	10	0,077	2,38	6
CVE	M	5,82	1,5	0,176	1,04	3
CVI	M	11,2	1,5	0,339	0,54	3

*Tabla 53: Cálculos para calcular la protección contra Cortocircuitos*

Como se puede comprobar en la tabla, los interruptores magnetotérmicos tienen un poder de corte superior a la intensidad máxima de cortocircuito que pueda producirse en el punto de la instalación.

### 1.6.3. Protección contra derivaciones

Se instalarán interruptores diferenciales con el fin de desconectar el circuito cuando detecta una corriente significativa a tierra, es decir, detecta la diferencia de corriente entre la entrada y la salida de un circuito.

Los interruptores diferenciales tienen valores normalizados de calibre y sensibilidades y se han escogido según la potencia que pudiera soportar.

La siguiente tabla muestra la elección de los interruptores diferenciales:

Protección contra derivaciones					
Circuito	P Circ (W)	P.Total (W)	P. dif (W)	Sens dif.(mA)	Calibre dif (A).
<b>AL1</b>	582	1.693	5.750	30	25
<b>AL2</b>	880,56				
<b>ALem</b>	230,4				
<b>TG1</b>	2.936	8.700	9.200	30	40
<b>TG2</b>	2.936				
<b>TG3</b>	2.936				
<b>TD1</b>	5.350	5.350	5.750	30	25
<b>TD2</b>	6.660	6.660	7.360	30	32
<b>TD3</b>	6.420	6.420	7.360	30	32
<b>CVE</b>	572	1.072	5.750	30	25
<b>CVI</b>	500				

*Tabla 54: Elección de los interruptores diferenciales.*

## 1.7. Resistencia de puesta a tierra

La puesta a tierra se realizó según lo establecido en la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se ha escogido un sistema de colocación de picas verticales en paralelo, este sistema está descrito en el apartado *Instalación de Puesta a Tierra* de la *Memoria*.

### Cálculo de la Resistencia por pica

En el caso de las picas verticales, la resistencia de cada pica se calcula mediante la ecuación:

$$R = \rho/L$$

*Ecuación 4: Valor de la Resistencia de tierra para una pica vertical.*

Donde:

- $\rho$ : Resistividad del terreno en Ohm·m
- $L$ : Longitud de la pica en m.

Habrà que instalar suficientes picas en paralelo para que el valor de la resistencia de tierra sea muy bajo (inferior a 33 Ohm)

Siguiendo lo estipulado anteriormente, se realizaron los cálculos de la puesta a tierra obteniendo los siguientes resultados:

Resistencia por pica	
Resistividad del terreno ( $\rho$ )	150 (Ohm·m)
Long de la pica (L)	2 (m)
Resistencia por pica (R)	75 (Ohm)

*Tabla 55: Resistencia por pica.*

Para reducir el valor de la resistencia y conseguir que el valor de la resistencia sea inferior a 33 Ohm se debe hacer una instalación de un conjunto de picas conectadas entre ellas en paralelo.

Para empezar hacemos el cálculo de la Resistencia de dos picas en paralelo. Esto nos da una resistencia equivalente de 37,5 Ohm, superior a los 33 Ohm que nos pide el reglamento.

Por lo tanto volvemos a realizar el cálculo de la resistencia utilizando tres picas en paralelo, obteniendo un valor 25 ohm para la resistencia equivalente, inferior a los 33 Ohm que nos pide el reglamento. Por lo tanto la Resistencia de puesta a tierra debe ser:

Resistencia de puesta a tierra	
Resistividad del terreno ( $\rho$ )	150 (Ohm·m)
Long de la pica (L)	2 (m)
Resistencia por pica (R)	75 (Ohm)
Tipo de conexión	Paralelo
Nº de picas	3
Resistencia Total	25 (Ohm)

*Tabla 56: Puesta a tierra.*



## 2. Sistema de Iluminación

El sistema de iluminación se ha diseñado teniendo en cuenta la normativa vigente en todo momento. La distribución de las luminarias se ha realizado cumpliendo con la “Norma Europea sobre la Iluminación de Interiores” (UNE 12464), donde se estipulan las necesidades básicas de iluminación de las diferentes salas según el tipo de actividad que se realiza. En la siguiente tabla se reflejan los niveles de iluminación necesaria para cada una de las áreas presentes en el edificio, según lo establecido en la normativa:

Sala	Iluminación (lux)
Almacén Productos acabados	<b>100</b>
Almacén Materiales	<b>100</b>
Sala Máquina Pre-shape	- Área de trabajo: <b>500</b> - Área circundante: <b>300</b>
Sala Shapeado	- Área de trabajo: <b>750</b> - Área circundante: <b>500</b>
Sala Pintura	- Área de trabajo: <b>750</b> - Área circundante: <b>500</b>
Sala Laminado, lijado y secado	- Área de trabajo: <b>750</b> - Área circundante: <b>500</b>
Pasillo	<b>100</b>
Zona Común	<b>200</b>
Baño	<b>200</b>
Show Room	<b>300</b>
Recepción	<b>300</b>

*Tabla 57: valores de iluminación estipulada para cada una de las salas.*

Los cálculos luminotécnicos se han realizado mediante la herramienta DIALux EVO. Durante la simulación se buscó cumplir los valores representados en la tabla anterior y los valores adecuados para que la luminaria cumpla con la normativa.

A continuación, dentro del apartado *ANEXO 2*, se encuentran todos los datos de las luminarias ofrecidos por el DIALux EVO.

La siguiente tabla muestra un resumen de las luminarias instaladas:

Sala	Modelo	Tipo	Nº Lum	lm. lum	P. Lum (W)	lm. Sala	P. Sala (W)
Almacén Productos acabados	PHILIPS BN086C L900	LED	4	956	10,3	3.824	41,2
Almacén Materiales	PHILIPS BN086C L900	LED	4	956	10,3	3.824	41,2
Sala Máquina Pre-shape	PHILIPS BN086C L600	LED	4	658	6,8	9.832	93,2
	PHILIPS DN130B D217	LED	3	2.400	22		
Sala Shapeado	PHILIPS DN130B D217	LED	6	2.400	22	14.400	132
Sala Pintura	PHILIPS BN120C L600	LED	4	1.900	20	12.400	124
	PHILIPS DN130B D217	LED	2	2.400	22		
Sala Glaseado, secado, lijado	PHILIPS BN120C L600	LED	10	1.900	20	19.000	200
Pasillo	PHILIPS BN086C L600	LED	6	658	6,8	3.948	40,8
Zona Común	PHILIPS BN086C L900	LED	4	956	10,3	3.824	41,2
Baño	PHILIPS BN086C L900	LED	4	956	10,3	3.824	41,2
Show Room	PHILIPS BN086C L900	LED	6	956	10,3	5.736	61,8
Recepción	PHILIPS BN132C PSU L1200	LED	4	1.250	14	5.000	56

Tabla 58: Luminarias de la instalación

La siguiente tabla muestra un resumen de los cálculos luminotécnicos:

Almacén de Productos Acabados					
Superficie	ρ (%)	Em (lx)	E <sub>min</sub> (lx)	E <sub>max</sub> (lx)	E <sub>min</sub> /E <sub>m</sub>
Plano útil (0,8m)	/	115	71	132	0,619
Suelo	20	94	63	108	0,672
Techo	70	75	44	526	0,589
Paredes	73	88	42	218	/
Valor de eficiencia energética: 2,35 W/m <sup>2</sup> = 2,04 W/m <sup>2</sup> /100lx					
Almacén de Materiales					
Superficie	ρ (%)	Em (lx)	E <sub>min</sub> (lx)	E <sub>max</sub> (lx)	E <sub>min</sub> /E <sub>m</sub>
Plano útil (0,8m)	/	117	78	136	0,668
Suelo	20	97	72	113	0,744
Techo	70	77	47	531	0,607
Paredes	73	90	50	225	/
Valor de eficiencia energética: 2,34 W/m <sup>2</sup> = 2,00 W/m <sup>2</sup> /100 lx					

<b>Pasillo</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	121	86	139	0,711
Suelo	20	96	71	126	0,739
Techo	70	96	53	561	0,549
Paredes	73	102	43	350	/
<b>Valor de eficiencia energética: 2,83 W/m<sup>2</sup> = 2.33 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Sala Pre-Shape</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	425	246	575	0,578
Suelo	20	340	227	422	0,666
Techo	70	153	110	613	0,72
Paredes	73	223	134	655	/
<b>Valor de eficiencia energética: 6,67 W/m<sup>2</sup> = 1,57 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Sala Shapeado</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	591	366	715	0,619
Suelo	20	422	304	508	0,72
Techo	70	99	79	129	0,8
Paredes	73	279	90	831	/
<b>Valor de eficiencia energética: 12,81 W/m<sup>2</sup> = 2,17 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Sala de Pintado</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	623	398	768	0,639
Suelo	20	485	365	571	0,752
Techo	70	308	224	640	0,728
Paredes	73	405	235	1116	/
<b>Valor de eficiencia energética: 11,93 W/m<sup>2</sup> = 1,92 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Sala de Glasseado, Secado y Lijado</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	635	458	766	0,722
Suelo	20	511	364	607	0,712
Techo	70	320	221	607	0,691
Paredes	73	421	260	730	/
<b>Valor de eficiencia energética: 11,33 W/m<sup>2</sup> = 1,79 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Zona Común</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	205	159	236	0,777
Suelo	20	157	128	177	0,812
Techo	70	175	113	539	0,646
Paredes	73	174	71	416	/
<b>Valor de eficiencia energética: 5,37 W/m<sup>2</sup> = 2,62 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					

<b>Baño</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	248	192	277	0,775
Suelo	20	180	145	200	0,805
Techo	70	255	165	576	0,646
Paredes	73	222	77	699	/
<b>Valor de eficiencia energética: 7,95 W/m<sup>2</sup> = 3,21 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Show Room</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	341	272	380	0,797
Suelo	20	275	227	302	0,825
Techo	70	278	166	676	0,596
Paredes	73	279	150	532	/
<b>Valor de eficiencia energética: 6,94 W/m<sup>2</sup> = 2,04 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					
<b>Recepción</b>					
<b>Superficie</b>	<b>ρ (%)</b>	<b>E<sub>m</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>max</sub> (lx)</b>	<b>E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub></b>
Plano útil (0,8m)	/	356	291	400	0,818
Suelo	20	276	232	305	0,84
Techo	70	339	194	737	0,571
Paredes	73	321	144	835	/
<b>Valor de eficiencia energética: 9,52 W/m<sup>2</sup> = 2,67 W/m<sup>2</sup>/100 lx</b>					

*Tabla 59: Resumen Cálculos luminotécnicos de la instalación*

### 3. Sistema de Ventilación

#### 3.1. Caudal de aire

Para la realización de la ventilación se ha tenido en cuenta cuales son los agentes contaminantes más predominantes existentes en las diferentes zonas. Como se ha indicado en la memoria, nuestro establecimiento consta con diferentes zonas en las que el aire está viciado por la actividad de producción y almacenamiento, estas zonas son: la zona de maquinaria, la zona de talleres y la zona de almacenamiento. En cambio, en la zona de venta el agente contaminante es meramente humano.

Por lo tanto el cálculo del caudal del aire se ha realizado a través de dos métodos diferentes. Al ser un establecimiento de poca ocupación, para la zona donde la contaminación del aire se produce por las personas, se ha optado por utilizar la normativa estipulada en RITE. Para la zona de fabricación se ha utilizado lo estipulado en la normativa DIN 1946.

##### 3.1.1. Método por RITE

- **Método por persona**

Se empleará en locales, dedicados a ocupación humana permanente, donde la mayor parte de las emisiones contaminantes sean producidas por personas. Utilizaremos este método para el cálculo de la ventilación en la recepción, ya que es el único lugar en el que habrá ocupación humana permanente.

La próxima tabla muestra los caudales de aire en función de las personas según RITE:

Categoría	l/s por persona
<b>IDA 1</b>	20
<b>IDA 2</b>	12,5
<b>IDA 3</b>	8
<b>IDA 4</b>	5

Teniendo en cuenta que la ocupación de la recepción es de 1 persona y tiene una calidad del aire IDA 2, el caudal de la recepción debe ser de 12,5 l/s:

Sala	Calidad del aire	Ocupación	Caudal
Recepción	IDA 2	1 persona	12,5 l/s

- **Método por unidad de superficie**

Este método se emplea en espacios que no están dedicados a una ocupación humana permanente.

La siguiente tabla muestra los caudales por unidad de metro establecidos por RITE:

Categoría	l/s por m <sup>2</sup>
<b>IDA 1</b>	No aplicable
<b>IDA 2</b>	0,83
<b>IDA 3</b>	0,55
<b>IDA 4</b>	0,28

*Tabla 60: caudales por unidad de medida.*

Teniendo en cuenta los caudales establecidos por unidad de metro y la superficie de los locales, calculamos el caudal de ventilación mínimo para cada uno de ellos. Estos cálculos quedan reflejados en la siguiente tabla

Sala	Categoría	Superficie (m <sup>2</sup> )	Caudal (l/s)
<b>Show room</b>	IDA 2	8,894	4,89
<b>Zona Común</b>	IDA 3	7,677	4,22
<b>Pasillo</b>	IDA 3	14,661	8,064

### 3.1.2. Método según la norma DIN 1946

El cálculo del caudal de aire a según lo establecido en la norma DIN 1946 viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q = S \cdot h \cdot \text{ren}/h$$

*Ecuación 5: Caudal del aire.*

Donde:

- S: Superficie de la sala (m).
- h: Altura del local (m).
- Ren./h: número de renovaciones/hora aconsejadas por la norma DIN 1946 según el tipo del local.

En el caso de los almacenes, no existe un número de renovaciones/hora aconsejado por la norma, por lo tanto se ha escogido el valor aconsejado para un taller de poca alteración (de 3 a 6 renovaciones/hora).

Salas	S (m)	h (m)	Ren./h (T-)	Ren./h (T+)	Caudal (Q-)	Caudal (Q+)
					(m <sup>3</sup> /h)	
Almacén Productos acabados	17,575	3	3	6	158,175	316,35
Almacén Materiales	17,575	3	3	6	158,175	313,35
Sala máquina Pre- Shape	14,95	3	3	10	448,5	1794
Sala Shapeado	10,29	3	3	10	308,7	617,4
Sala Pintado	10,382	3	3	25	778,65	1557,3
Sala Glasseado, secado lijado	17,64	3	3	25	1323	2646

Tabla 61: Caudal del aire.

### 3.2. Ventilación forzada

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha optado por una ventilación forzada en la zona de maquinaria, zona de talleres y zona de almacenamiento.

La zona de almacenamiento presenta una ventilación por extracción individual para cada uno de los almacenes, por lo que el caudal de aire necesario para escoger el extractor es de 316,35 m<sup>3</sup>/h.

En cuanto a la zona de maquinaria y talleres se ha optado por un sistema de ventilación por impulsión-extracción. Se ha realizado dos circuitos de impulsión y dos circuitos de extracción que recogen las siguientes salas:

- Red de impulsión:
  - Sala de Pre-Shape y sala de shapeado.
  - Sala de Pintado, Sala de Glasseado, secado y lijado, y pasillo.
- Red de extracción:
  - Sala de Pre-Shape, sala de shapeado y pasillo.
  - Sala de pintado y sala de glasseado, secado y lijado.

La siguiente tabla muestra el caudal total de cada una de las redes de ventilación:

	Salas	Caudal Total (m <sup>3</sup> /h)
Red de Impulsión	Sala Máquina Pre-shape, Sala shapeado	2.411
	Sala Pintado, Sala Glasseado, secado, lijado y pasillo	4.232,3
Red de Extracción	Sala Máquina Pre-shape, Sala shapeado y pasillo	2440
	Sala Pintado, Sala Glasseado, secado, lijado	4.203,3

Tabla 62: Distribución del sistema de ventilación.

### 3.3. Conductos de ventilación

Para poder realizar el sistema de ventilación se instalarán cuatro conductos de aire, dos de impulsión y dos de extracción. Los conductos instalados tendrán sección cuadrada. El cálculo de la sección de los conductos se ha realizado según el CTE.

$$S = 2 \cdot qvt$$

Ecuación 5: Sección de los conductos.

Donde qvt es el caudal total que pasa por el conducto en l/s

La tabla a continuación muestra las salas que recogen cada uno de los conductos y sus respectivas secciones:

	Salas	Caudal Total (l/s)	Sección min. (cm <sup>2</sup> )	Lado del conducto (cm)
Red de Impulsión	Sala Máquina Pre-shape, Sala shapeado	669,83	1339,67	37
	Sala Pintado, Sala Glasseado, secado, lijado y pasillo	1175,64	2401,85	49
Red de Extracción	Sala Máquina Pre-shape, Sala shapeado y pasillo	677,89	1355,79	37
	Sala Pintado, Sala Glasseado, secado, lijado	1167,58	2335,16	49

Tabla 63: Sección y dimensión de los conductos de ventilación.



## 4. Protección Contra Incendios

### Densidad de carga de fuego

El cálculo de la densidad de carga de fuego se resuelve según la actividad desarrollada, el poder calorífico de los combustibles utilizados y la superficie del local. Dependiendo si se trata de una actividad de producción o almacenamiento, se calcula como:

$$Q_s = \frac{q_{si} \cdot C_i \cdot S}{A} \cdot R_a$$

*Ecuación 6: Densidad de carga para actividades de producción*

$$Q_s = \frac{q_{vi} \cdot C_i \cdot S \cdot h}{A} \cdot R_a$$

*Ecuación 7: Densidad de carga para actividades de almacenamiento*

Donde:

- $Q_s$ : Densidad de carga de fuego ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) o ( $\text{Mcal}/\text{m}^2$ )
- $q_{si}$ : densidad de carga según el proceso ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ ) o ( $\text{Mcal}/\text{m}^2$ )
- $q_{vi}$ : Carga de fuego de almacenamiento ( $\text{MJ}/\text{m}^3$ ) o ( $\text{Mcal}/\text{m}^3$ )
- $C_i$ : Grado de peligrosidad.
- $S$ : Superficie de cada zona por proceso diferente o tipo de almacenamiento. ( $\text{m}^2$ ).
- $A$ : Área del local ( $\text{m}^2$ ).
- $h$ : altura del local (m)
- $R_a$ : Coeficiente de corrección del grado de peligrosidad.

Los datos de la densidad de carga según el proceso, carga de fuego de almacenamiento, el grado de peligrosidad y el coeficiente de corrección del grado de peligrosidad se encuentran en las tablas: *tabla 1.1* y *tabla 1.2 del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*.

En nuestro caso se utilizará la ecuación 6 para el almacén y el Show Room y la ecuación 7 para el resto de salas del establecimiento.

La próxima tabla muestra los datos y el cálculo de la densidad de carga de fuego:

Salas	Actividad	A(m <sup>2</sup> )	S(m <sup>2</sup> )	h (m)	qsi (Mcal/m <sup>2</sup> )	qvi (Mcal/m <sup>3</sup> )	Ci (cte)	Ra (cte)	Qs (Mcal/m <sup>2</sup> )
Almacén Productos acabados	Almacén artículos materiales sintéticos	17,57	7,03	2,5	0	800	1,6	2	344,22
Almacén Materiales	Almacén espumas sintéticas	17,57	5,27	2,5	0	2500	1,6	2	806,75
	Almacén resinas sintéticas		1,75		0	4200	1,6	2	451,78
Sala Máquina Pre-shape	Fabricación artículos con espuma sintética	14,95	14,95	0	600	0	1,6	1,5	164,70
Sala Shape	Fabricación artículos con espuma sintética	10,29	10,29	0	600	0	1,6	1,5	113,36
Sala Pintura	Taller de Pintura	10,38	10,38	0	500	0	1,6	1,5	95,31
Sala Glaseado, secado, lijado	Fabricación artículos materiales sintéticos	17,64	17,64	0	600	0	1,6	1,5	194,34
Zona Común	Oficinas técnicas	7,67	7,67	0	600	0	1	1	35,24
Show Room	Almacén artículos materiales sintéticos	8,89	1,77	2	0	800	1,6	2	69,68
Recepción	Oficinas técnicas	5,88	5,88	0	600	0	1	1	27,01

Tabla 64: Densidad de carga de fuego.

## **ANEXO 2**

## Anexo 2

En este apartado, se adjuntarán documentos externos o documentos provenientes de un programa de diseño de instalaciones por lo que nos encontraremos con un cambio de formato.

En este apartado y en este orden aparecerán:

1. Resultados del proyecto luminotécnico realizado mediante el software DIALux EVO.
2. Resultado del proyecto de alumbrado de emergencia realizado mediante el software Daisalux.
3. Hojas Técnicas.

## **Luminaria Taller de Tablas de Surf**

Proyecto con la iluminación destinada a un taller de tablas de surf

Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 25.08.2019  
Proyecto elaborado por:

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

<b>Luminaria Taller de Tablas de Surf</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	4
<b>PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830</b>	
Hoja de datos de luminarias	5
<b>PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830</b>	
Hoja de datos de luminarias	6
<b>PHILIPS BN132C PSU L1200 1 xLED12S/830</b>	
Hoja de datos de luminarias	7
<b>PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW</b>	
Hoja de datos de luminarias	8
<b>PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW</b>	
Hoja de datos de luminarias	9
<b>Almacén de productos acabados</b>	
Resumen	10
Lista de luminarias	11
Superficies UGR (lista de coordenadas)	12
Resultados luminotécnicos	13
<b>Almacén de materiales</b>	
Resumen	14
Lista de luminarias	15
Resultados luminotécnicos	16
<b>Pasillo</b>	
Resumen	17
Lista de luminarias	18
Resultados luminotécnicos	19
<b>Sala Preshape</b>	
Resumen	20
Lista de luminarias	21
Resultados luminotécnicos	22
<b>Sala Shapeado</b>	
Resumen	23
Lista de luminarias	24
Resultados luminotécnicos	25
<b>Sala de pintado</b>	
Resumen	26
Lista de luminarias	27
Resultados luminotécnicos	28
<b>Sala de glaseado</b>	
Resumen	29
Lista de luminarias	30
Resultados luminotécnicos	31
<b>Zona Común</b>	
Resumen	32
Lista de luminarias	33
Resultados luminotécnicos	34
<b>Baño</b>	
Resumen	35
Lista de luminarias	36
Resultados luminotécnicos	37
<b>Show Room</b>	
Resumen	38
Lista de luminarias	39



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

Resultados luminotécnicos	40
<b>Recibidor</b>	
Resumen	41
Lista de luminarias	42
Resultados luminotécnicos	43



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Luminaria Taller de Tablas de Surf / Lista de luminarias

10 Pieza	<p>PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 658 lm Flujo luminoso (Lámparas): 658 lm Potencia de las luminarias: 6.8 W Clasificación luminarias según CIE: 87 Código CIE Flux: 40 69 88 87 100 Lámpara: 1 x LED6/NW/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
22 Pieza	<p>PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm Potencia de las luminarias: 10.3 W Clasificación luminarias según CIE: 86 Código CIE Flux: 39 68 87 86 100 Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
14 Pieza	<p>PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 1900 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1900 lm Potencia de las luminarias: 20.0 W Clasificación luminarias según CIE: 91 Código CIE Flux: 42 72 90 91 100 Lámpara: 1 x LED19S/830/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
4 Pieza	<p>PHILIPS BN132C PSU L1200 1 xLED12S/830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 1250 lm Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm Potencia de las luminarias: 14.0 W Clasificación luminarias según CIE: 86 Código CIE Flux: 37 66 87 86 100 Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).</p>		
11 Pieza	<p>PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 2184 lm Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm Potencia de las luminarias: 22.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 61 91 98 100 91 Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).</p>		

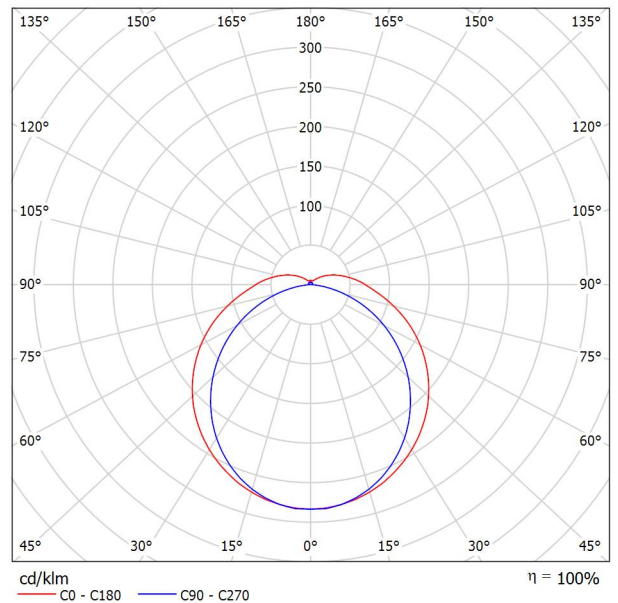




Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830 / Hoja de datos de luminarias**

**Emisión de luz 1:**



Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 42 72 90 91 100

CoreLine Batten – the clear choice for LED Whether for a new building or renovation of an existing space, customers want lighting solutions that provide quality of light and substantial energy and maintenance savings. The new CoreLine Batten range of LED products can be used to replace traditional battens with fluorescent lamps. The process of selecting, installing and maintaining is so easy – it’s a simple switch.

**Emisión de luz 1:**

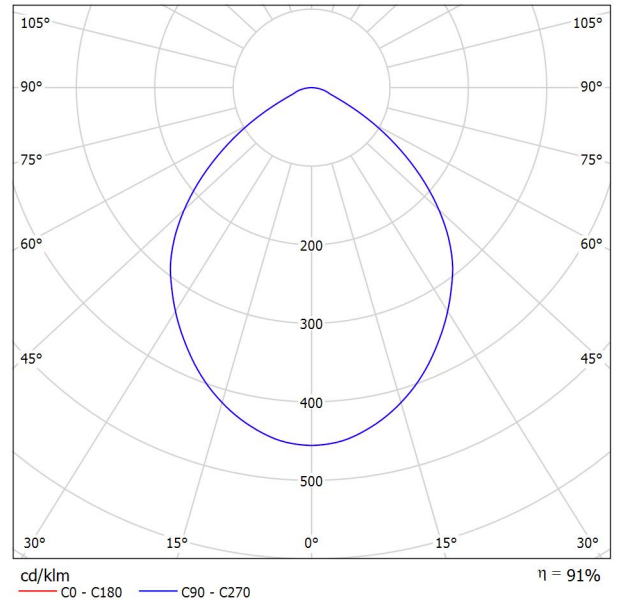
Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Techo											
$\rho$ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	20.8	22.0	21.2	22.4	22.9	20.0	21.3	20.4	21.7	22.1
	3H	22.7	23.8	23.1	24.3	24.7	21.3	22.5	21.8	22.9	23.4
	4H	23.6	24.7	24.1	25.1	25.6	21.8	22.9	22.3	23.3	23.8
	6H	24.4	25.5	24.9	25.9	26.4	22.1	23.1	22.6	23.6	24.1
	8H	24.8	25.8	25.3	26.3	26.8	22.1	23.1	22.6	23.6	24.1
12H	25.2	26.2	25.7	26.7	27.2	22.1	23.1	22.6	23.6	24.1	
4H	2H	21.3	22.4	21.8	22.9	23.4	20.7	21.8	21.2	22.3	22.8
	3H	23.5	24.4	24.0	24.9	25.4	22.3	23.2	22.8	23.7	24.2
	4H	24.5	25.4	25.1	25.9	26.5	22.9	23.7	23.4	24.2	24.8
	6H	25.6	26.3	26.1	26.9	27.5	23.3	24.0	23.9	24.6	25.2
	8H	26.1	26.8	26.6	27.3	27.9	23.4	24.1	24.0	24.6	25.3
12H	26.6	27.2	27.1	27.8	28.4	23.4	24.1	24.0	24.6	25.3	
8H	4H	24.8	25.5	25.4	26.1	26.7	23.4	24.1	24.0	24.6	25.2
	6H	26.1	26.6	26.7	27.2	27.9	24.0	24.6	24.6	25.2	25.8
	8H	26.7	27.2	27.3	27.8	28.5	24.2	24.7	24.8	25.3	26.0
	12H	27.4	27.8	28.0	28.4	29.1	24.3	24.8	25.0	25.4	26.1
	12H	4H	24.8	25.4	25.4	26.0	26.7	23.5	24.1	24.1	24.7
6H	26.1	26.6	26.8	27.2	27.9	24.2	24.7	24.8	25.3	26.0	
8H	26.8	27.3	27.5	27.9	28.6	24.5	24.9	25.1	25.6	26.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1,5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2,0H	+0.3 / -0.5					+0.4 / -0.6					
Tabla estándar	BK08					BK06					
Sumando de corrección	10.3					7.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1900lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830 / Hoja de datos de luminarias**

**Emisión de luz 1:**



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 91 98 100 91

CoreLine Downlight – The clear choice for LED The CoreLine Downlight range of recessed luminaires is designed to replace CFL-ni/CFL-i based downlight luminaires. Their attractive TCO helps customers to make the switch to LED. These luminaires create a natural lighting effect for use in general lighting applications. They also deliver instant energy savings and have a much longer lifetime, creating a real value-for-money and environmentally friendly solution. They are easy to install thanks to their standard cut-out size and push-in connectors. InterAct Ready luminaire with integrated wireless communications to be used with InterAct gateways, sensors and software.

**Emisión de luz 1:**

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo											
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	26.5	27.7	26.8	27.9	28.1	26.5	27.7	26.8	27.9	28.1
	3H	26.8	27.8	27.1	28.1	28.3	26.8	27.8	27.1	28.1	28.3
	4H	26.9	27.8	27.2	28.1	28.4	26.9	27.8	27.2	28.1	28.4
	6H	27.0	27.8	27.3	28.1	28.4	27.0	27.8	27.3	28.1	28.4
	8H	27.0	27.8	27.4	28.1	28.5	27.0	27.8	27.4	28.1	28.5
12H	27.0	27.8	27.4	28.1	28.5	27.0	27.8	27.4	28.1	28.5	
4H	2H	26.7	27.7	27.1	28.0	28.2	26.7	27.7	27.1	28.0	28.2
	3H	27.1	27.9	27.4	28.2	28.5	27.1	27.9	27.4	28.2	28.5
	4H	27.2	27.9	27.6	28.3	28.6	27.2	27.9	27.6	28.3	28.6
	6H	27.4	28.0	27.8	28.4	28.8	27.4	28.0	27.8	28.4	28.8
	8H	27.5	28.0	27.9	28.4	28.8	27.5	28.0	27.9	28.4	28.8
12H	27.5	28.0	28.0	28.4	28.9	27.5	28.0	28.0	28.4	28.9	
8H	4H	27.3	27.8	27.7	28.2	28.6	27.3	27.8	27.7	28.2	28.6
	6H	27.5	28.0	28.0	28.4	28.8	27.5	28.0	28.0	28.4	28.8
	8H	27.6	28.0	28.1	28.5	29.0	27.6	28.0	28.1	28.5	29.0
	12H	27.7	28.1	28.2	28.5	29.0	27.7	28.1	28.2	28.5	29.0
12H	4H	27.3	27.8	27.7	28.2	28.6	27.3	27.8	27.7	28.2	28.6
	6H	27.5	27.9	28.0	28.4	28.8	27.5	27.9	28.0	28.4	28.8
	8H	27.7	28.0	28.2	28.5	29.0	27.7	28.0	28.2	28.5	29.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.6					
S = 1.5H	+0.9 / -1.7					+0.9 / -1.7					
S = 2.0H	+2.0 / -3.1					+2.0 / -3.1					
Tabla estándar	BK02					BK02					
Sumando de corrección	9.3					9.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

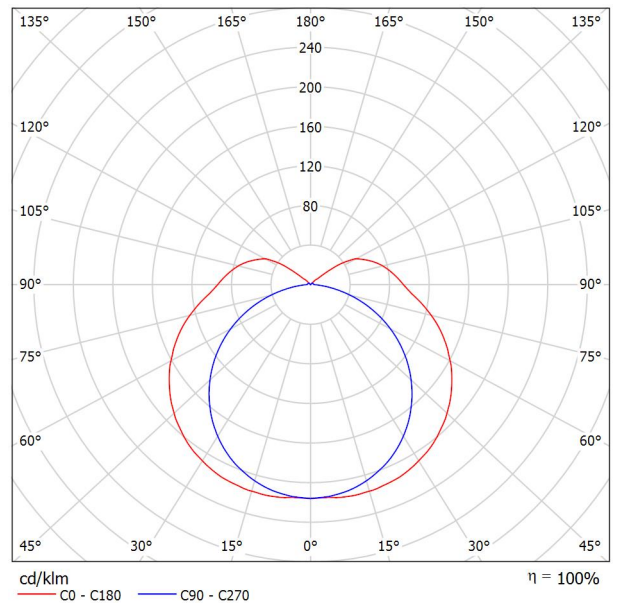


Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BN132C PSU L1200 1 xLED12S/830 / Hoja de datos de luminarias**



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 37 66 87 86 100

Pentura Mini LED – ultra-slim batten Pentura Mini LED is an extremely slim batten that offers the energy-saving benefits of LED technology, coupled with excellent lighting performance – bright, uniform light with good color rendering.

Pentura Mini LED is very easy to install, even where space is limited, e.g. under shelves in shops, and over worktops and workstations in the home and home office. Thanks to its integrated driver and through-wiring, installation time is reduced to a minimum. Power cable, mounting clips and connection accessories are also supplied. Translucent end-caps eliminate black spots between the products, enabling consumers to create a continuous light-line.

Emisión de luz 1:

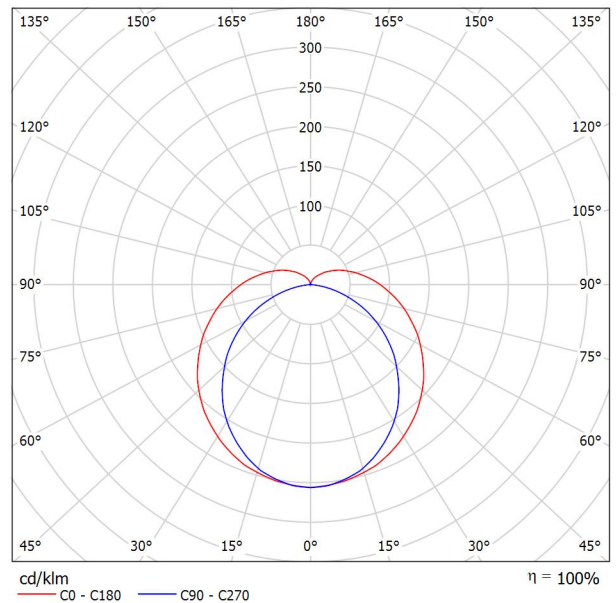
Valoración de deslumbramiento según UGR											
$\rho$ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
$\rho$ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
$\rho$ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.3	20.6	19.8	21.1	21.6	18.6	19.8	19.1	20.3	20.8
	3H	21.4	22.5	21.9	23.0	23.6	20.1	21.2	20.6	21.8	22.3
	4H	22.4	23.5	22.9	24.0	24.6	20.7	21.8	21.2	22.3	22.9
	6H	23.3	24.4	23.9	24.9	25.5	21.1	22.1	21.7	22.7	23.3
	8H	23.8	24.8	24.4	25.3	26.0	21.2	22.2	21.8	22.8	23.4
12H	24.2	25.2	24.8	25.8	26.4	21.3	22.2	21.9	22.8	23.4	
4H	2H	19.9	21.0	20.5	21.6	22.2	19.4	20.5	19.9	21.0	21.6
	3H	22.2	23.2	22.8	23.8	24.4	21.1	22.1	21.7	22.7	23.3
	4H	23.4	24.3	24.0	24.9	25.5	21.9	22.8	22.5	23.4	24.0
	6H	24.6	25.3	25.2	25.9	26.6	22.5	23.2	23.1	23.8	24.5
	8H	25.1	25.8	25.7	26.4	27.2	22.7	23.4	23.3	24.0	24.7
12H	25.6	26.3	26.3	26.9	27.7	22.8	23.4	23.4	24.1	24.8	
8H	4H	23.8	24.5	24.4	25.1	25.8	22.5	23.2	23.1	23.8	24.5
	6H	25.1	25.7	25.8	26.4	27.1	23.3	23.9	24.0	24.5	25.3
	8H	25.8	26.4	26.5	27.0	27.8	23.6	24.1	24.3	24.8	25.6
	12H	26.5	27.0	27.2	27.7	28.5	23.9	24.3	24.6	25.0	25.8
12H	4H	23.8	24.4	24.4	25.1	25.8	22.6	23.2	23.2	23.9	24.6
	6H	25.2	25.8	25.9	26.4	27.2	23.5	24.1	24.2	24.7	25.5
	8H	26.0	26.5	26.7	27.2	28.0	24.0	24.4	24.7	25.1	25.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1,5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 2,0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.5					
Tabla estándar	BK09					BK07					
Sumando de corrección	9.9					7.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1250lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 87  
Código CIE Flux: 40 69 88 87 100

MAD Batten – shadow-free trunking, energy saving Most customers want lighting solutions that balance the initial investment and operational energy savings. Until now, LED linear lighting solutions were often designed for direct replacement of T5 or T8 fixtures. This meant that there was a risk of excessive use of light and energy in non-functional lighting applications such as cove, shelf or decorative lighting. MAD Batten prevents redundant light in these applications, thereby greatly reducing energy consumption.

### Emisión de luz 1:

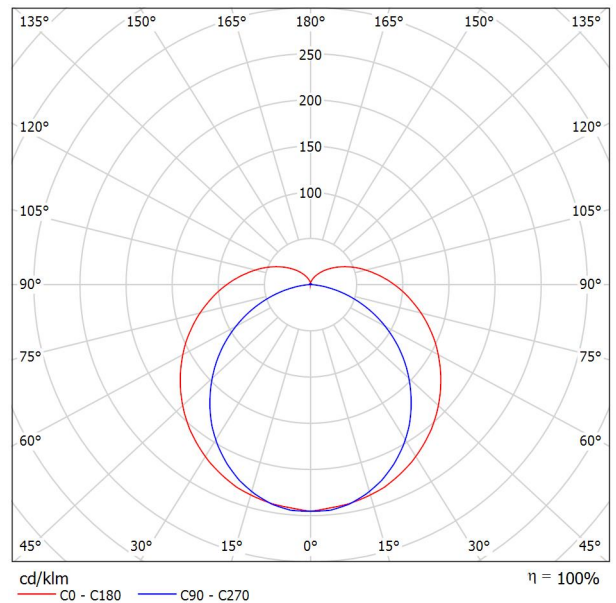
Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.2	20.4	19.7	20.9	21.4	18.4	19.6	18.9	20.1	20.6
	3H	21.2	22.4	21.7	22.8	23.4	19.8	20.9	20.3	21.4	21.9
	4H	22.2	23.3	22.6	23.8	24.4	20.3	21.3	20.8	21.9	22.4
	6H	23.2	24.2	23.7	24.7	25.3	20.6	21.6	21.1	22.1	22.7
	8H	23.7	24.6	24.2	25.2	25.8	20.7	21.6	21.2	22.2	22.8
12H	24.1	25.0	24.7	25.6	26.2	20.7	21.6	21.3	22.2	22.8	
4H	2H	19.8	20.8	20.3	21.4	21.9	19.1	20.2	19.7	20.7	21.3
	3H	22.0	22.9	22.6	23.5	24.1	20.7	21.7	21.3	22.2	22.8
	4H	23.2	24.0	23.8	24.6	25.2	21.4	22.2	22.0	22.8	23.4
	6H	24.4	25.1	25.0	25.7	26.4	21.8	22.6	22.5	23.2	23.9
	8H	24.9	25.6	25.6	26.2	26.9	22.0	22.7	22.6	23.3	24.0
12H	25.5	26.1	26.1	26.7	27.4	22.1	22.7	22.7	23.3	24.0	
8H	4H	23.5	24.2	24.1	24.8	25.5	21.9	22.6	22.6	23.2	23.9
	6H	24.9	25.5	25.5	26.1	26.8	22.7	23.2	23.3	23.9	24.6
	8H	25.6	26.1	26.3	26.8	27.5	22.9	23.4	23.6	24.1	24.9
	12H	26.3	26.8	27.0	27.5	28.2	23.1	23.6	23.8	24.2	25.0
	12H	4H	23.5	24.1	24.1	24.8	25.5	22.1	22.7	22.7	23.3
6H	25.0	25.5	25.6	26.1	26.9	22.9	23.4	23.6	24.1	24.8	
8H	25.8	26.2	26.5	26.9	27.7	23.3	23.7	24.0	24.4	25.2	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1,5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2,0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.6					
Tabla estándar	BK09					BK06					
Sumando de corrección	9.7					6.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 658lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW / Hoja de datos de luminarias**

**Emisión de luz 1:**



Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 39 68 87 86 100

MAD Batten – shadow-free trunking, energy saving Most customers want lighting solutions that balance the initial investment and operational energy savings. Until now, LED linear lighting solutions were often designed for direct replacement of T5 or T8 fixtures. This meant that there was a risk of excessive use of light and energy in non-functional lighting applications such as cove, shelf or decorative lighting. MAD Batten prevents redundant light in these applications, thereby greatly reducing energy consumption.

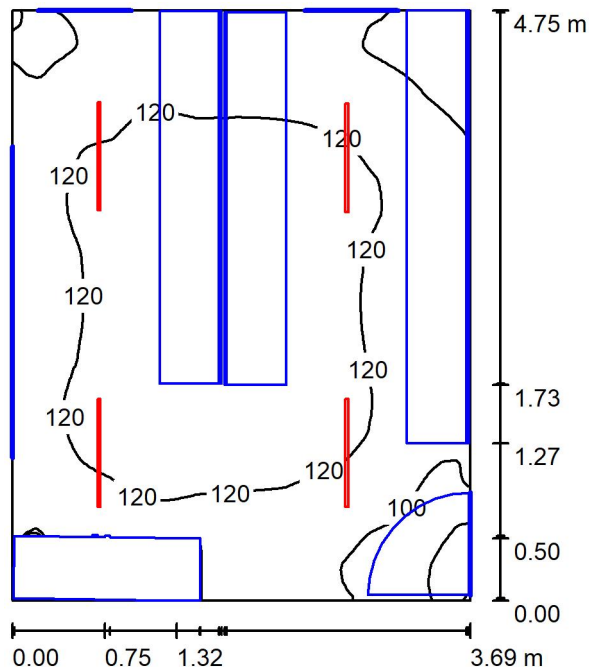
**Emisión de luz 1:**

Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo											
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	19.1	20.3	19.6	20.8	21.3	18.2	19.5	18.7	20.0	20.5
	3H	21.1	22.3	21.7	22.8	23.3	19.6	20.8	20.2	21.3	21.9
	4H	22.2	23.2	22.7	23.8	24.4	20.2	21.3	20.7	21.8	22.4
	6H	23.2	24.2	23.7	24.7	25.3	20.5	21.5	21.1	22.1	22.7
	8H	23.6	24.6	24.2	25.2	25.8	20.6	21.6	21.2	22.2	22.8
12H	24.1	25.0	24.7	25.6	26.2	20.7	21.6	21.3	22.2	22.8	
4H	2H	19.7	20.7	20.2	21.3	21.8	19.0	20.1	19.6	20.6	21.2
	3H	21.9	22.9	22.5	23.4	24.1	20.6	21.6	21.2	22.1	22.8
	4H	23.1	24.0	23.7	24.6	25.2	21.3	22.2	21.9	22.8	23.4
	6H	24.3	25.1	25.0	25.7	26.4	21.8	22.6	22.4	23.2	23.9
	8H	24.9	25.6	25.6	26.2	26.9	22.0	22.7	22.6	23.3	24.0
12H	25.5	26.1	26.1	26.8	27.5	22.1	22.7	22.7	23.3	24.1	
8H	4H	23.5	24.1	24.1	24.8	25.5	21.9	22.6	22.5	23.2	23.9
	6H	24.9	25.5	25.5	26.1	26.9	22.7	23.2	23.3	23.9	24.6
	8H	25.6	26.1	26.3	26.8	27.6	22.9	23.5	23.6	24.1	24.9
	12H	26.4	26.8	27.1	27.5	28.3	23.1	23.6	23.8	24.3	25.1
	12H	23.5	24.1	24.1	24.7	25.5	22.0	22.7	22.7	23.3	24.0
12H	4H	23.5	24.1	24.1	24.7	25.5	22.0	22.7	22.7	23.3	24.0
	6H	25.0	25.5	25.6	26.2	26.9	22.9	23.4	23.6	24.1	24.9
	8H	25.8	26.2	26.5	26.9	27.7	23.3	23.8	24.0	24.4	25.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,0H	+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1,5H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3					
S = 2,0H	+0.3 / -0.4					+0.3 / -0.6					
Tabla estándar	BK09					BK06					
Sumando de corrección	9.7					6.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 956lm Flujo luminoso total											



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén de productos acabados / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:61

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	115	71	132	0.619
Suelo	20	94	63	108	0.672
Techo	70	75	44	526	0.589
Paredes (4)	73	88	42	218	/

### Plano útil:

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW (1.000)	956	956	10.3
			Total: 3824	Total: 3824	41.2

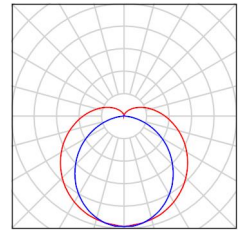
Valor de eficiencia energética:  $2.35 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17.54 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Almacén de productos acabados / Lista de luminarias

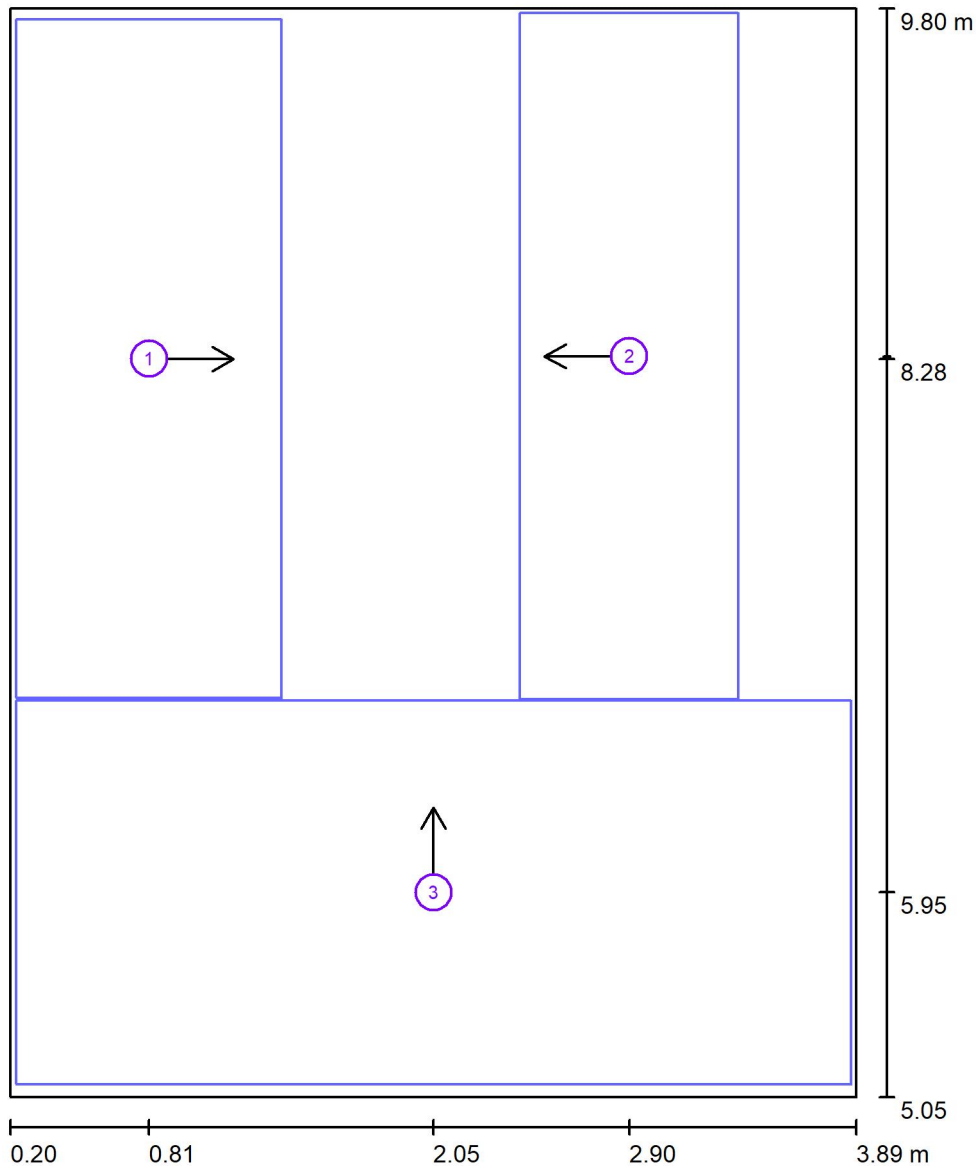
4 Pieza PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm  
Potencia de las luminarias: 10.3 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 39 68 87 86 100  
Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Almacén de productos acabados / Superficies UGR (lista de coordenadas)



Escala 1 : 33

#### Lista de superficies UGR

N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Dirección visual [°]
		X	Y	Z	L	A	
1	Superficie de cálculo UGR 5	0.807	8.276	1.650	1.158	2.960	0.0
2	Superficie de cálculo UGR 6	2.902	8.288	1.650	0.954	2.995	180.0
3	Superficie de cálculo UGR 7	2.049	5.948	1.650	3.641	1.672	90.0





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén de productos acabados / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3824 lm  
Potencia total: 41.2 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	57	58	115	/	/
Suelo	41	53	94	20	6.00
Techo	24	51	75	70	17
Pared 1	30	46	77	73	18
Pared 2	42	47	89	73	21
Pared 3	30	48	78	73	18
Pared 4	54	49	103	73	24

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.619 (1:2)

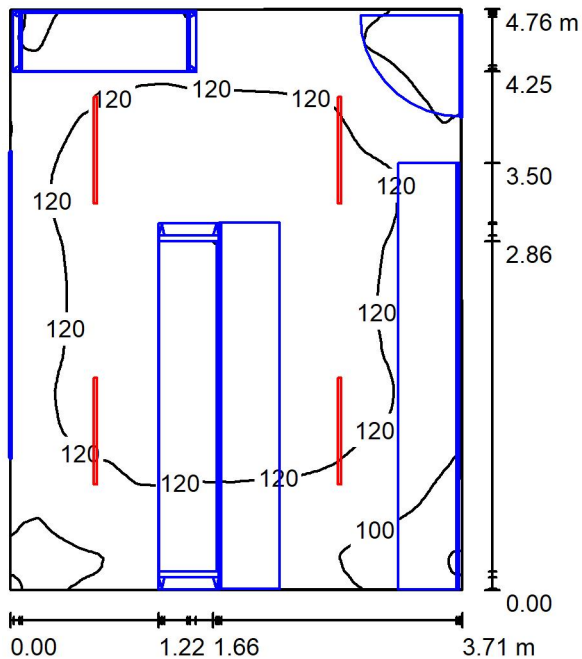
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.543 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $2.35 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17.54 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén de materiales / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	117	78	136	0.668
Suelo	20	97	72	113	0.744
Techo	70	77	47	531	0.607
Paredes (4)	73	90	50	225	/

### Plano útil:

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW (1.000)	956	956	10.3
			Total: 3824	Total: 3824	41.2

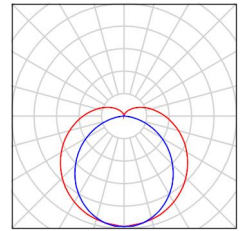
Valor de eficiencia energética:  $2.34 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17.58 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén de materiales / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm  
Potencia de las luminarias: 10.3 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 39 68 87 86 100  
Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección  
1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Almacén de materiales / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3824 lm  
Potencia total: 41.2 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	57	61	117	/	/
Suelo	41	56	97	20	6.17
Techo	23	53	77	70	17
Pared 1	28	49	78	73	18
Pared 2	42	49	91	73	21
Pared 3	31	50	82	73	19
Pared 4	54	52	107	73	25

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.668 (1:1)

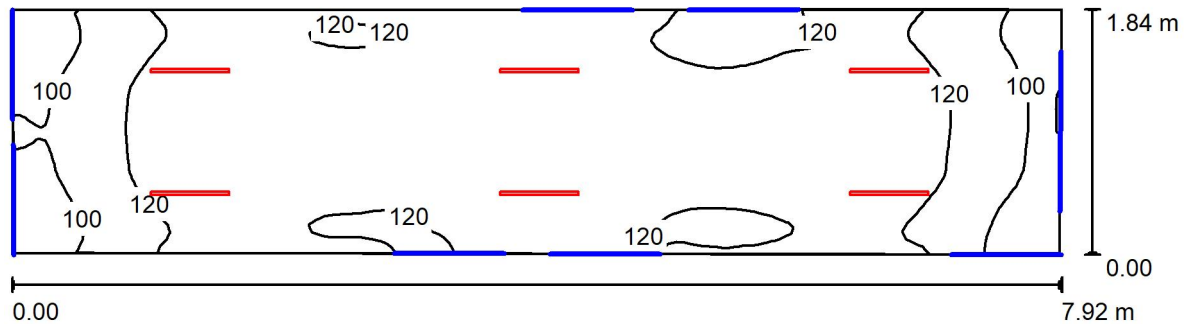
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.578 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $2.34 \text{ W/m}^2 = 2.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17.58 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	121	86	139	0.711
Suelo	20	96	71	126	0.739
Techo	70	96	53	561	0.549
Paredes (4)	73	102	43	350	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW (1.000)	658	658	6.8
			Total: 3948	Total: 3948	41.0

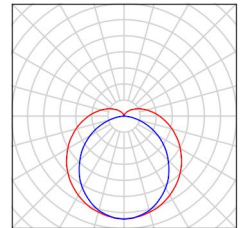
Valor de eficiencia energética:  $2.83 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.51 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 658 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 658 lm  
Potencia de las luminarias: 6.8 W  
Clasificación luminarias según CIE: 87  
Código CIE Flux: 40 69 88 87 100  
Lámpara: 1 x LED6/NW/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3948 lm  
Potencia total: 41.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	52	69	121	/	/
Suelo	38	59	96	20	6.12
Techo	27	69	96	70	21
Pared 1	45	61	106	73	25
Pared 2	26	61	86	73	20
Pared 3	43	60	103	73	24
Pared 4	26	66	92	73	21

Simetrías en el plano útil

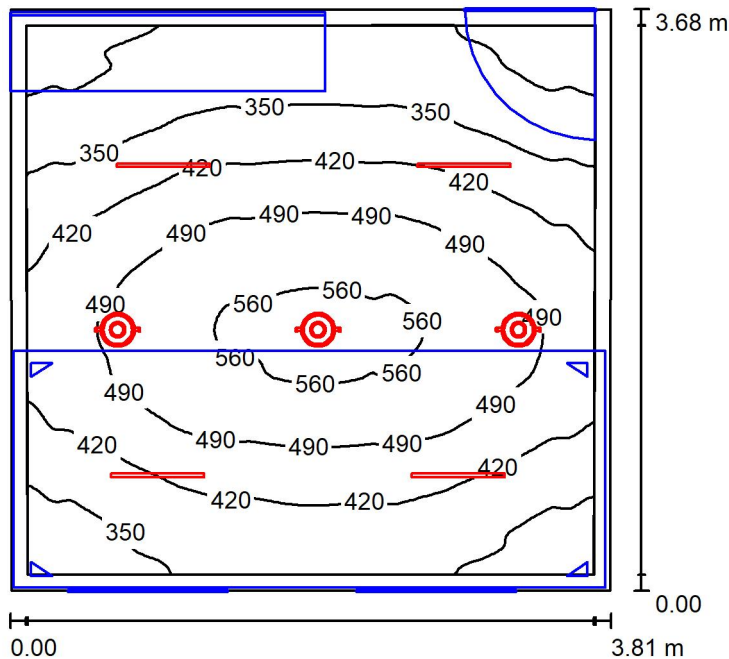
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.711 (1:1)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.617 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $2.83 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.51 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Preshape / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:48

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	425	246	575	0.578
Suelo	20	340	227	422	0.666
Techo	70	153	110	613	0.720
Paredes (4)	73	223	134	655	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.100 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW (1.000)	658	658	6.8
2	3	PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830 (1.000)	2184	2400	22.0
			Total: 9184	Total: 9832	93.4

Valor de eficiencia energética:  $6.67 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.99 \text{ m}^2$ )

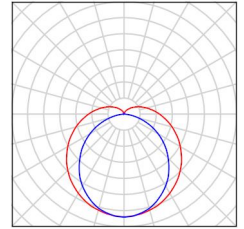




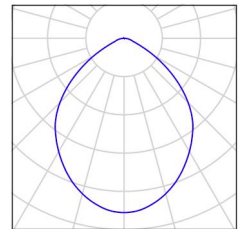
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Preshape / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BN086C L600 1xLED6/NW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 658 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 658 lm  
Potencia de las luminarias: 6.8 W  
Clasificación luminarias según CIE: 87  
Código CIE Flux: 40 69 88 87 100  
Lámpara: 1 x LED6/NW/- (Factor de corrección 1.000).



3 Pieza PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2184 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 22.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 91 98 100 91  
Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Preshape / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 9184 lm  
Potencia total: 93.4 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	277	147	425	/	/
Suelo	194	146	340	20	22
Techo	19	134	153	70	34
Pared 1	100	128	227	73	53
Pared 2	109	125	234	73	54
Pared 3	79	124	203	73	47
Pared 4	103	127	230	73	54

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.578 (1:2)

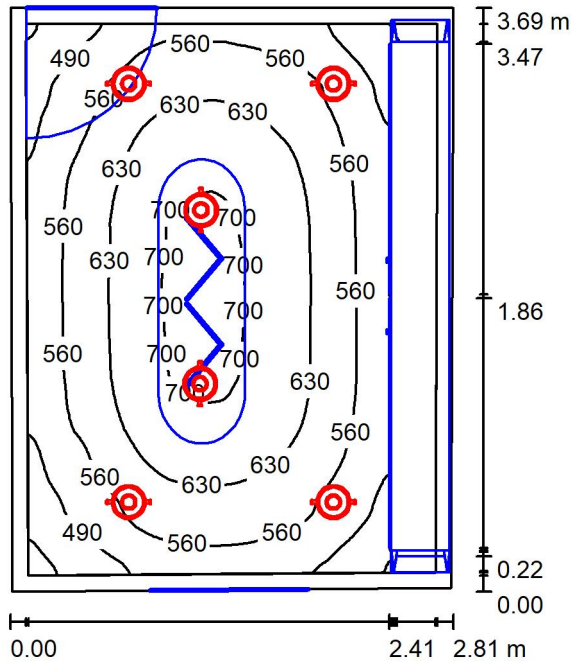
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.427 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $6.67 \text{ W/m}^2 = 1.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.99 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Shapeado / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:48

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	591	366	715	0.619
Suelo	20	422	304	508	0.720
Techo	70	99	79	129	0.800
Paredes (4)	37	279	90	831	/

### Plano útil:

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.100 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830 (1.000)	2184	2400	22.0
			Total: 13104	Total: 14400	132.0

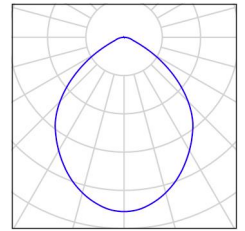
Valor de eficiencia energética:  $12.81 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.31 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Shapeado / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2184 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 22.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 91 98 100 91  
Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala Shapeado / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13104 lm  
Potencia total: 132.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	490	101	591	/	/
Suelo	327	95	422	20	27
Techo	0.00	99	99	70	22
Pared 1	190	97	287	37	34
Pared 2	158	98	255	37	30
Pared 3	218	91	309	37	36
Pared 4	177	97	274	37	32

Simetrías en el plano útil

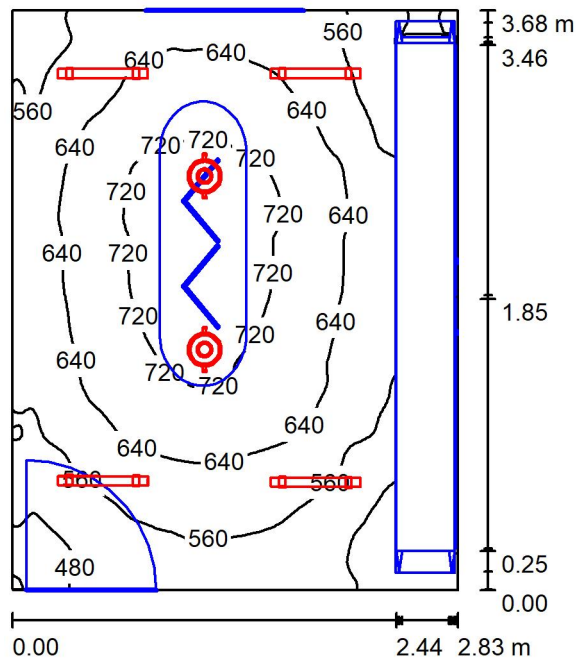
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.619 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.512 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $12.81 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.31 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de pintado / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:48

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	623	398	768	0.639
Suelo	20	485	365	571	0.752
Techo	70	308	224	640	0.728
Paredes (4)	73	405	235	1116	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830 (1.000)	1900	1900	20.0
2	2	PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830 (1.000)	2184	2400	22.0
Total:			11968	12400	124.0

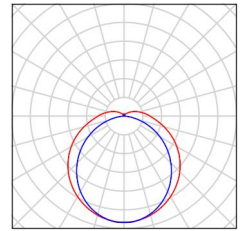
Valor de eficiencia energética:  $11.93 \text{ W/m}^2 = 1.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.39 \text{ m}^2$ )



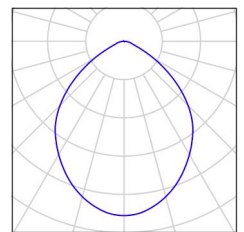
Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

### Sala de pintado / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1900 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1900 lm  
Potencia de las luminarias: 20.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 42 72 90 91 100  
Lámpara: 1 x LED19S/830/- (Factor de corrección 1.000).



2 Pieza PHILIPS DN130B D217 1xLED20S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 2184 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 2400 lm  
Potencia de las luminarias: 22.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 61 91 98 100 91  
Lámpara: 1 x LED20S/830/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de pintado / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 11968 lm  
Potencia total: 124.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	348	275	623	/	/
Suelo	233	252	485	20	31
Techo	45	263	308	70	69
Pared 1	179	232	410	73	95
Pared 2	131	235	366	73	85
Pared 3	214	237	451	73	105
Pared 4	172	234	406	73	94

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.639 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.518 (1:2)

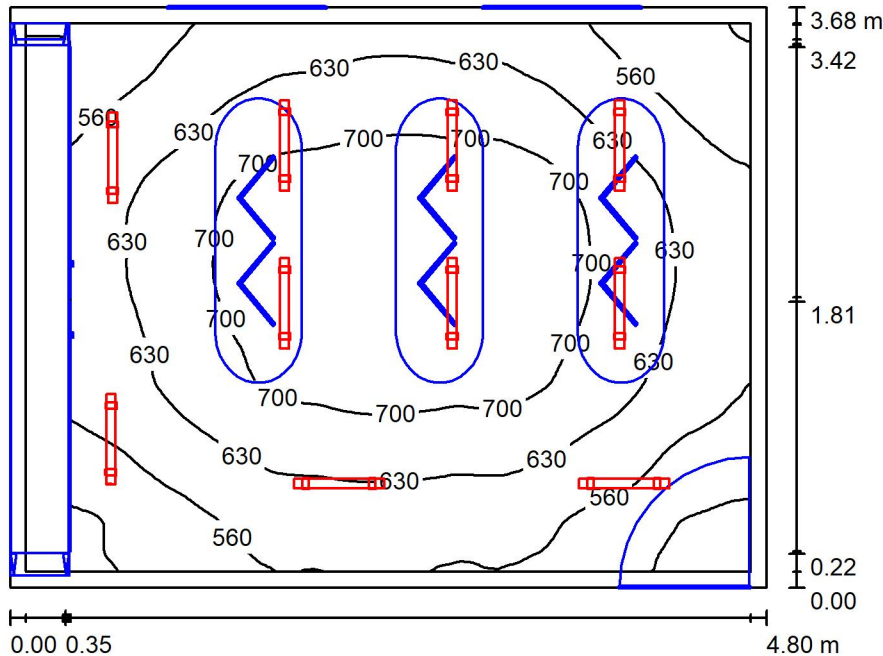
Valor de eficiencia energética:  $11.93 \text{ W/m}^2 = 1.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $10.39 \text{ m}^2$ )





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Sala de glaseado / Resumen**



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:48

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	635	458	766	0.722
Suelo	20	511	364	607	0.712
Techo	70	320	221	607	0.691
Paredes (4)	73	421	260	730	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.100 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830 (1.000)	1900	1900	20.0
			Total: 19000	Total: 19000	200.0

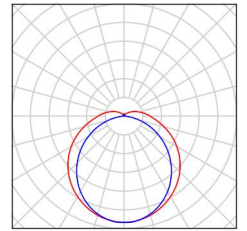
Valor de eficiencia energética: 11.33 W/m<sup>2</sup> = 1.79 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 17.65 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de glaseado / Lista de luminarias

10 Pieza PHILIPS BN120C L600 1xLED19S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1900 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1900 lm  
Potencia de las luminarias: 20.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 91  
Código CIE Flux: 42 72 90 91 100  
Lámpara: 1 x LED19S/830/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala de glaseado / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 19000 lm  
Potencia total: 200.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	354	280	635	/	/
Suelo	246	265	511	20	33
Techo	70	249	320	70	71
Pared 1	180	234	414	73	96
Pared 2	199	229	428	73	99
Pared 3	177	234	411	73	96
Pared 4	201	233	434	73	101

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.722 (1:1)

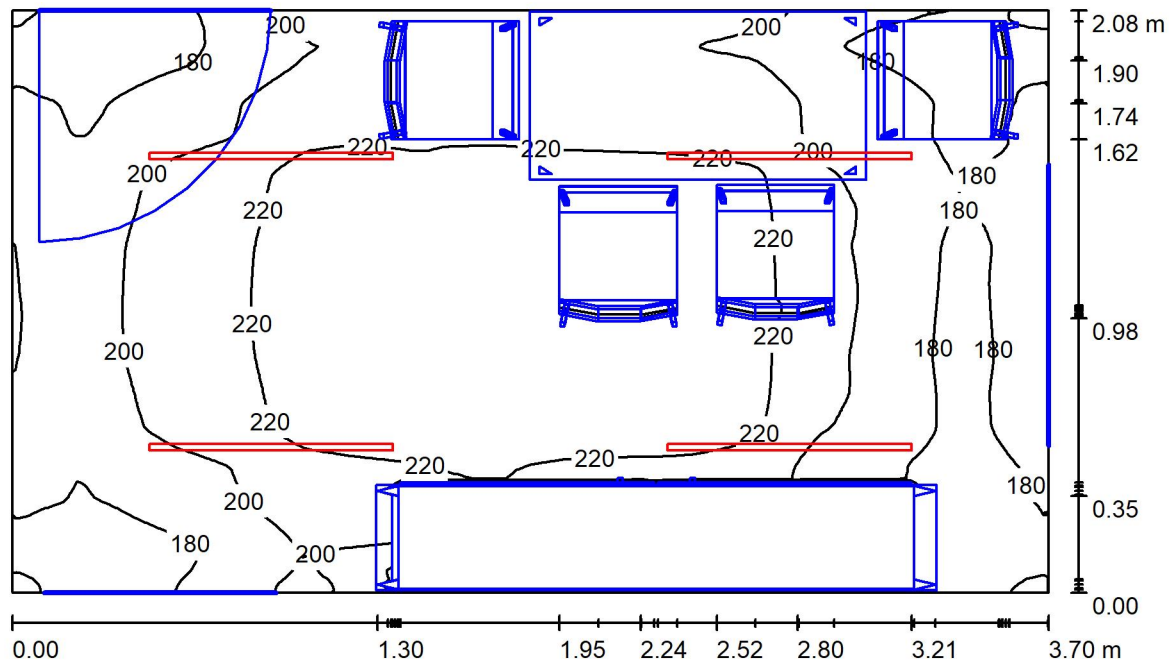
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.598 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $11.33 \text{ W/m}^2 = 1.79 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $17.65 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona Común / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	205	159	236	0.777
Suelo	20	157	128	177	0.812
Techo	70	175	113	539	0.646
Paredes (4)	76	174	71	416	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW (1.000)	956	956	10.3
			Total: 3824	Total: 3824	41.2

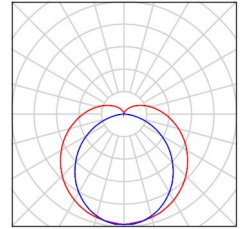
Valor de eficiencia energética:  $5.37 \text{ W/m}^2 = 2.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.68 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona Común / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm  
Potencia de las luminarias: 10.3 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 39 68 87 86 100  
Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Zona Común / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3824 lm  
Potencia total: 41.2 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	82	123	205	/	/
Suelo	55	102	157	20	10
Techo	52	123	175	70	39
Pared 1	78	108	186	76	45
Pared 2	49	108	157	76	38
Pared 3	76	104	181	76	44
Pared 4	51	106	157	76	38

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.777 (1:1)

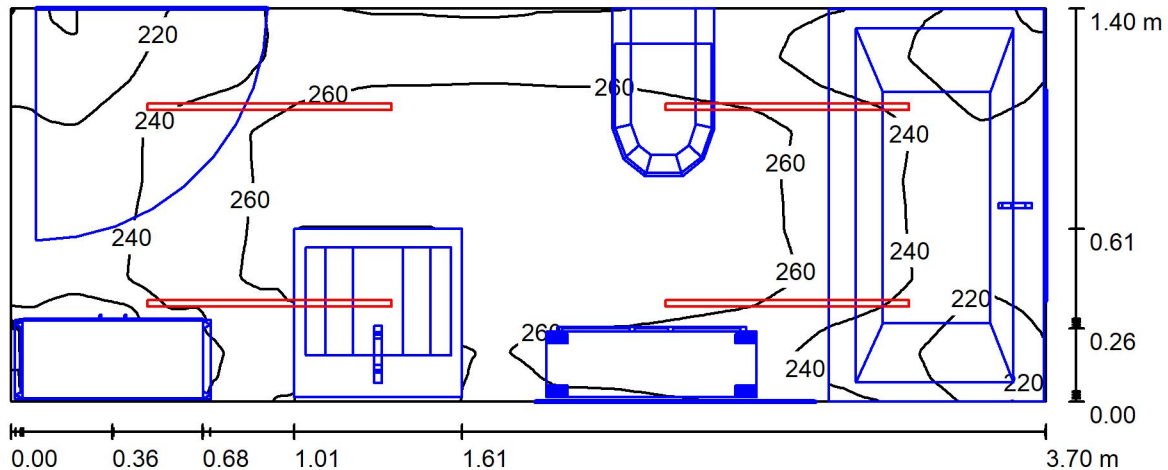
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.674 (1:1)

Valor de eficiencia energética:  $5.37 \text{ W/m}^2 = 2.62 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $7.68 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Baño / Resumen**



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	248	192	277	0.775
Suelo	20	180	145	200	0.805
Techo	70	255	165	576	0.646
Paredes (4)	76	222	77	699	/

**Plano útil:**

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 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	4	PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW (1.000)	956	956	10.3
			Total: 3824	Total: 3824	41.2

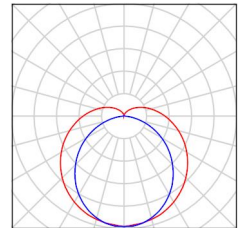
Valor de eficiencia energética: 7.95 W/m<sup>2</sup> = 3.21 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 5.18 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Baño / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm  
Potencia de las luminarias: 10.3 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 39 68 87 86 100  
Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección 1.000).







Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Baño / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 3824 lm  
Potencia total: 41.2 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	89	159	248	/	/
Suelo	58	122	180	20	11
Techo	75	180	255	70	57
Pared 1	83	144	227	76	55
Pared 2	55	142	197	76	48
Pared 3	91	143	234	76	57
Pared 4	58	142	200	76	48

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.775 (1:1)

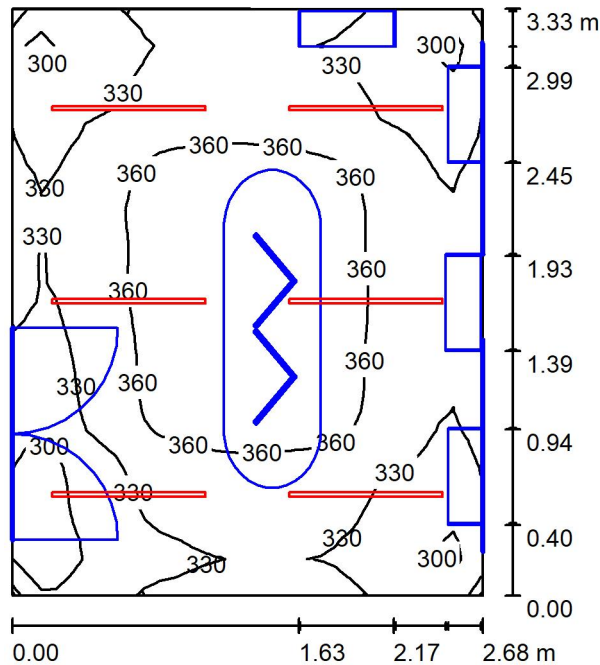
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.692 (1:1)

Valor de eficiencia energética:  $7.95 \text{ W/m}^2 = 3.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.18 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Show Room / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:43

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	341	272	380	0.797
Suelo	20	275	227	302	0.825
Techo	70	278	166	676	0.596
Paredes (4)	87	279	150	532	/

### Plano útil:

Altura: 0.800 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW (1.000)	956	956	10.3
			Total: 5736	Total: 5736	61.8

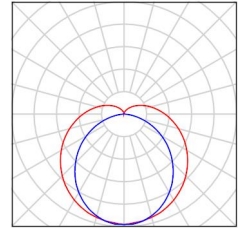
Valor de eficiencia energética:  $6.94 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.90 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Show Room / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS BN086C L900 1xLED9/CW  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 956 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 956 lm  
Potencia de las luminarias: 10.3 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 39 68 87 86 100  
Lámpara: 1 x LED9/CW/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Show Room / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5736 lm  
Potencia total: 61.8 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	119	222	341	/	/
Suelo	81	194	275	20	18
Techo	70	208	278	70	62
Pared 1	101	181	282	87	78
Pared 2	77	190	267	87	74
Pared 3	101	187	288	87	80
Pared 4	89	194	282	87	78

Simetrías en el plano útil

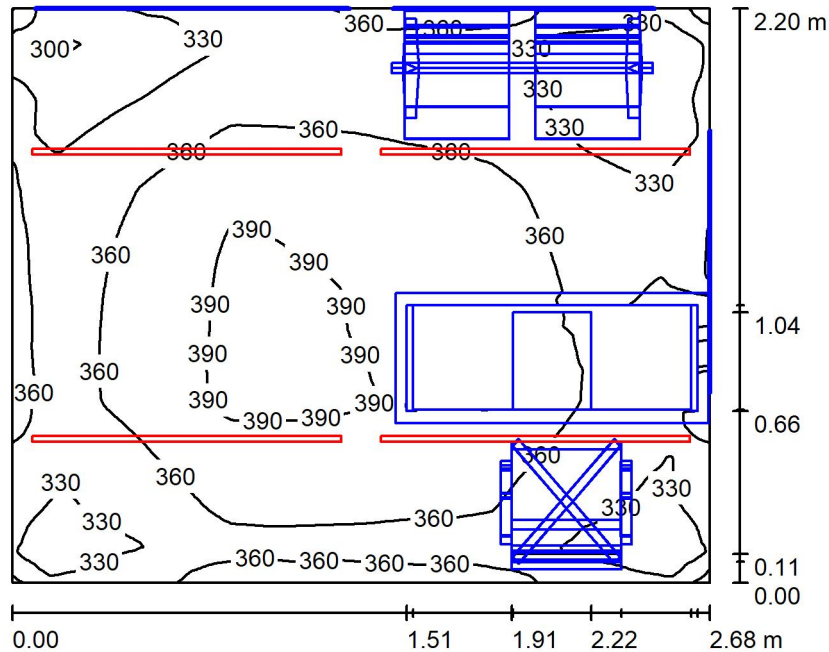
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.797 (1:1)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.714 (1:1)

Valor de eficiencia energética:  $6.94 \text{ W/m}^2 = 2.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.90 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Recibidor / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	356	291	400	0.818
Suelo	20	276	232	305	0.840
Techo	70	339	194	737	0.571
Paredes (4)	87	321	144	835	/

### Plano útil:

Altura: 0.800 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BN132C PSU L1200 1 xLED12S/830 (1.000)	1250	1250	14.0
			Total: 5000	Total: 5000	56.0

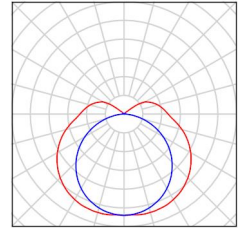
Valor de eficiencia energética:  $9.52 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.89 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Recibidor / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS BN132C PSU L1200 1 xLED12S/830  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 1250 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 1250 lm  
Potencia de las luminarias: 14.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 86  
Código CIE Flux: 37 66 87 86 100  
Lámpara: 1 x LED12S/830/- (Factor de corrección 1.000).





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Recibidor / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 5000 lm  
Potencia total: 56.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	113	243	356	/	/
Suelo	73	203	276	20	18
Techo	92	247	339	70	76
Pared 1	112	205	317	87	88
Pared 2	91	208	299	87	83
Pared 3	131	224	355	87	98
Pared 4	94	213	307	87	85

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.818 (1:1)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.728 (1:1)

Valor de eficiencia energética:  $9.52 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $5.89 \text{ m}^2$ )

# Proyecto de Iluminación de emergencia

**Proyecto :** Instalación PRL Taller de tablas de Surf

**Descripción :** Cálculo de la Instalación de Prevención  
Contra Incendios en un Taller de Tablas de Surf

**Proyectista :** Javier Ascanio Fernández

**Empresa Proyectista :** Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería y Tecnología

**Dirección :** Av. Astrofísico Francisco Sánchez, S/N, 38200

**Localidad :** La Laguna

**Teléfono:** 922845031

**Mail:** esit@ull.edu.es



## **Información adicional**

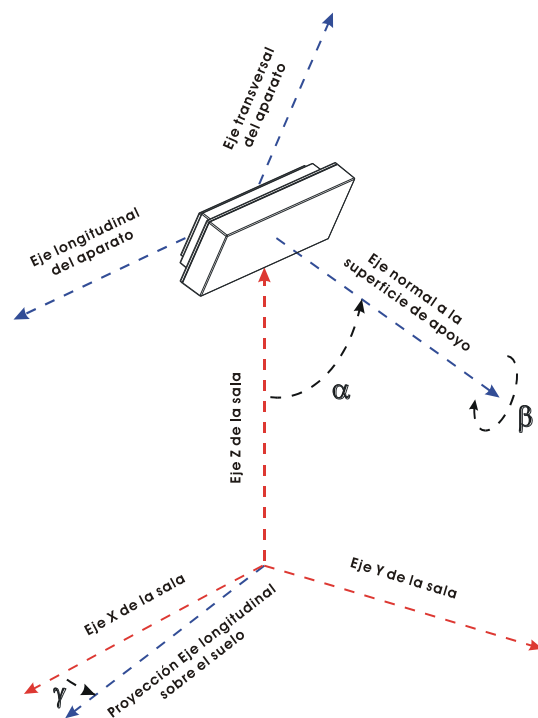
- Aclaración sobre los datos calculados
- Definición de ejes y ángulos

### **Aclaración sobre los datos calculados**

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos. De esta forma, el programa DAISA efectúa un cálculo de mínimos. Asegura que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

No es correcto utilizar este programa para efectuar informes con referencias que no estén introducidas en los catálogos Daisalux. En ningún caso se pueden extrapolar resultados a otras referencias de otros fabricantes por similitud en lúmenes declarados. Los mismos lúmenes emitidos por luminarias de distinto tipo pueden producir resultados de iluminación absolutamente distintos. La validez de los datos se basa de forma fundamental en los datos técnicos asociados a cada referencia: los lúmenes emitidos y la distribución de la emisión de cada tipo de aparato.

## Definición de ejes y ángulos

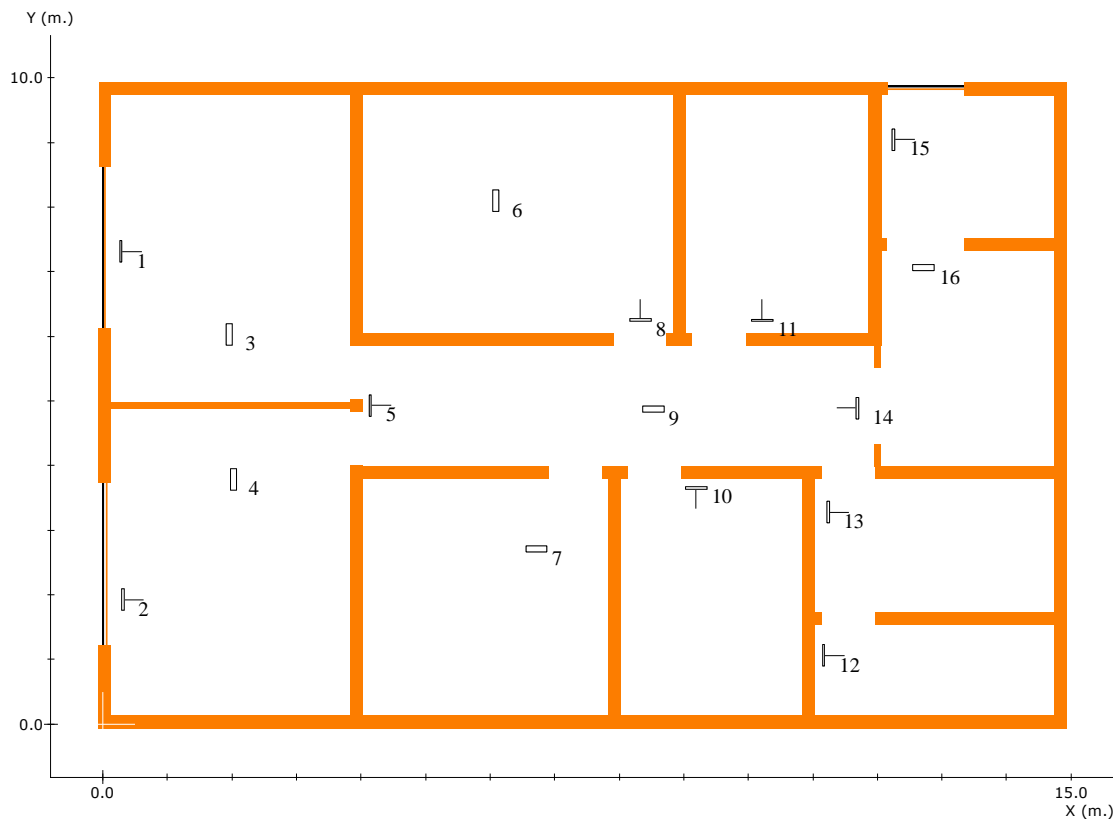


$\gamma$  : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.

$\alpha$  : Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).

$\beta$  : Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

## Plano de situación de Productos



Nota<sup>1</sup>

## Situación de las Luminarias

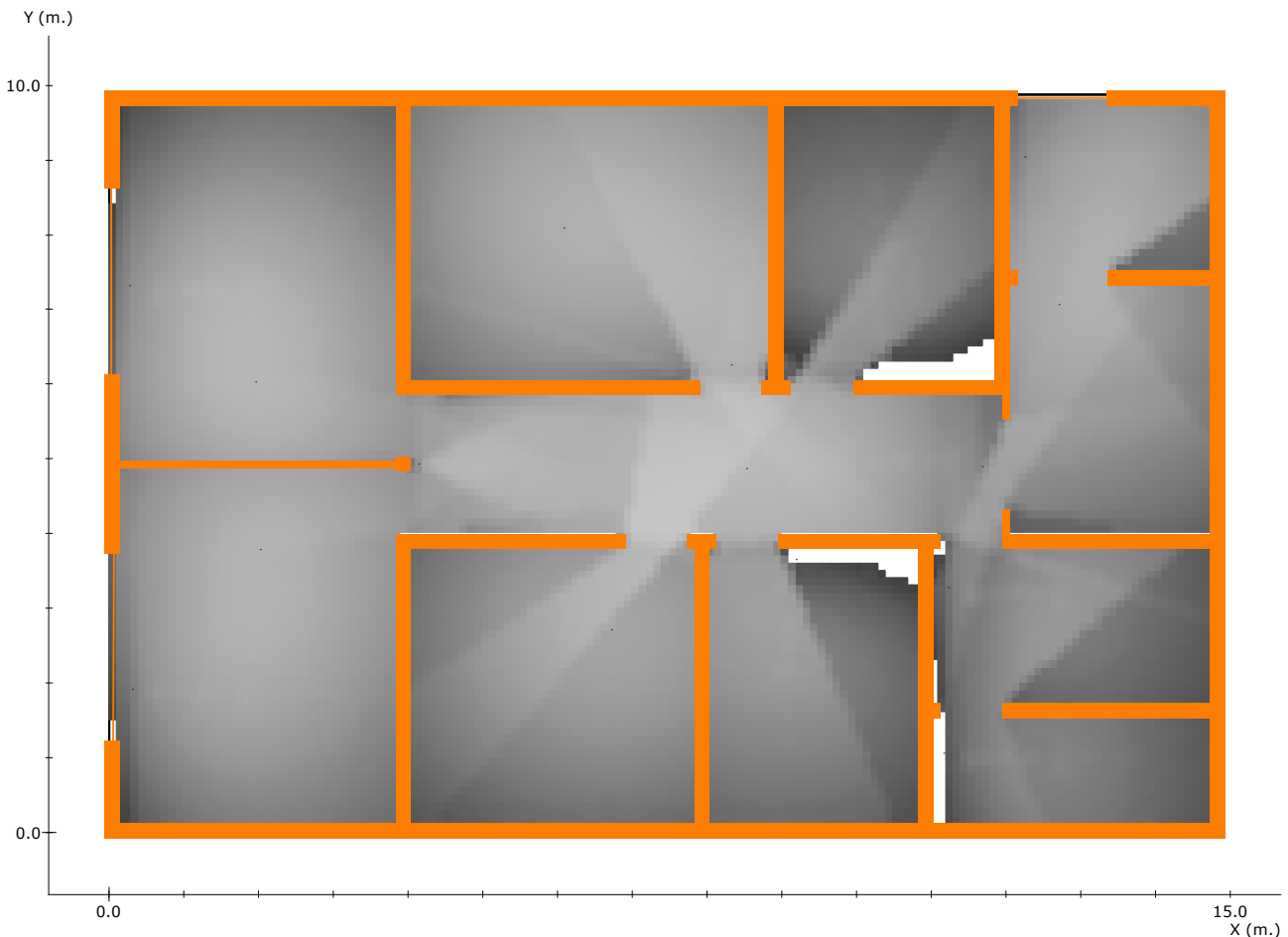
Nº	Referencia <sup>2</sup>	Fabricante	Coordenadas					Rót.	
			x	y (m.)	h	$\gamma$	$\alpha$ (°)		$\beta$
1	HYDRA LD 2P3	Daisalux	0.27	7.32	2.50	-90	90	0	--
2	HYDRA LD 2P3	Daisalux	0.31	1.92	2.50	-90	90	0	--
3	HYDRA LD 2P3	Daisalux	1.96	6.03	3.00	-90	0	0	--
4	HYDRA LD 2P3	Daisalux	2.02	3.79	3.00	-90	0	0	--
5	HYDRA LD 2P3	Daisalux	4.14	4.93	2.50	-90	90	0	--
6	HYDRA LD 2P3	Daisalux	6.09	8.10	3.00	-90	0	0	--

<sup>1</sup> DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

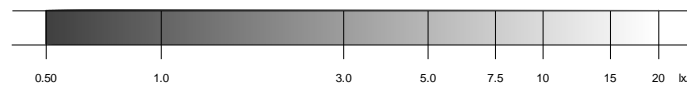
<sup>2</sup> Catálogo España - 2018-04-16

Nº	Referencia <sup>2</sup>	Fabricante	Coordenadas						Rót.
			x	y (m.)	h	$\gamma$	$\alpha$ (°)	$\beta$	
7	HYDRA LD 2P3	Daisalux	6.72	2.71	3.00	0	0	0	--
8	HYDRA LD 2P3	Daisalux	8.33	6.25	2.50	0	90	0	--
9	HYDRA LD 2P3	Daisalux	8.53	4.87	3.00	0	0	0	--
10	HYDRA LD 2P3	Daisalux	9.19	3.65	2.50	-180	90	0	--
11	HYDRA LD 2P3	Daisalux	10.22	6.25	2.50	0	90	0	--
12	HYDRA LD 2P3	Daisalux	11.17	1.06	2.50	-90	90	0	--
13	HYDRA LD 2P3	Daisalux	11.24	3.28	2.50	-90	90	0	--
14	HYDRA LD 2P3	Daisalux	11.69	4.89	3.00	90	90	0	--
15	HYDRA LD 2P3	Daisalux	12.25	9.05	2.50	-90	90	0	--
16	HYDRA LD 2P3	Daisalux	12.71	7.06	3.00	0	0	0	--

## Gráfico de tramas del plano a 0.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

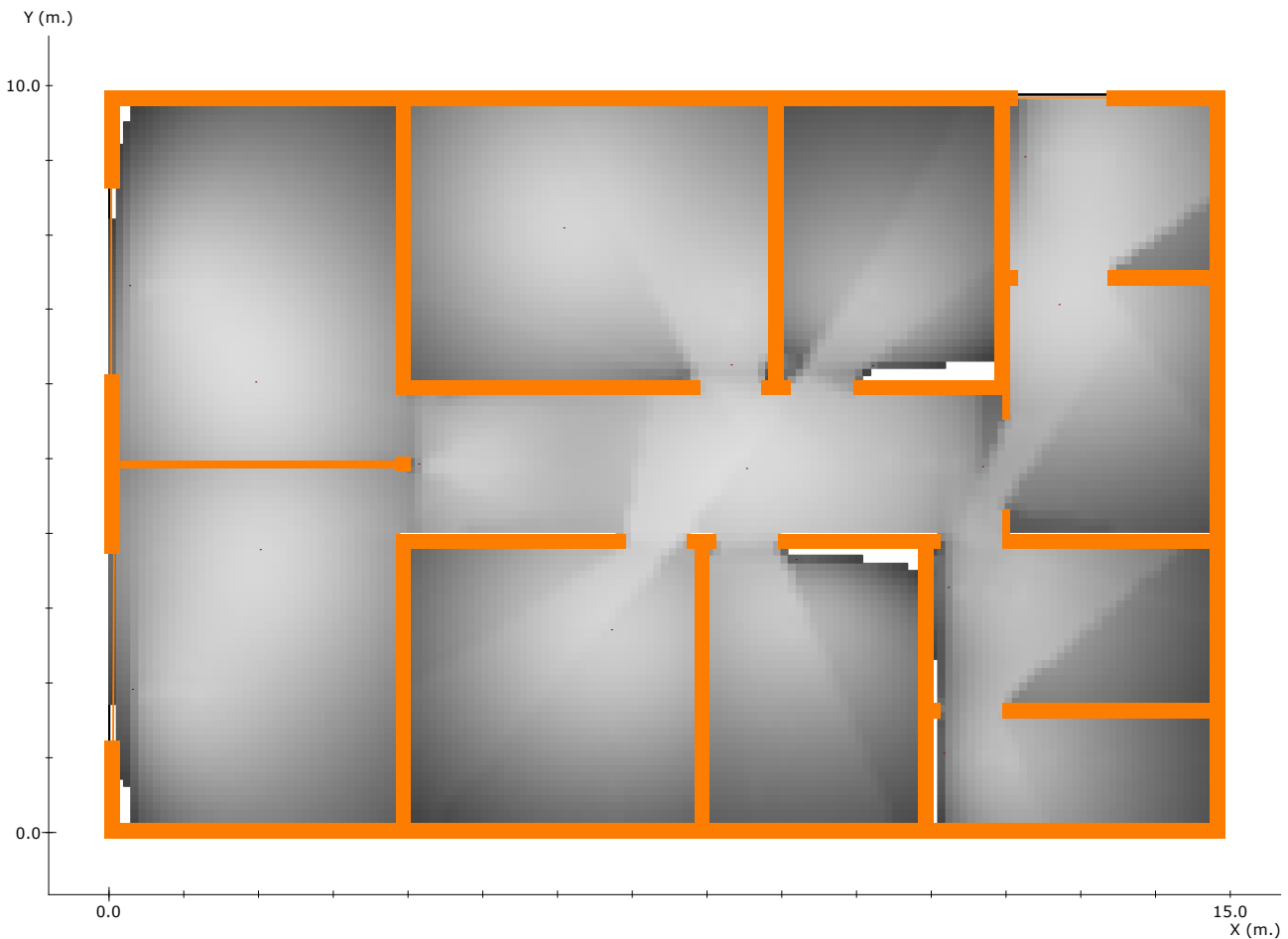
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	13.4 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	98.5 % de 132.4 m <sup>2</sup>
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	---	14.50 lm/m <sup>2</sup>
Iluminación media:	---	2.70 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

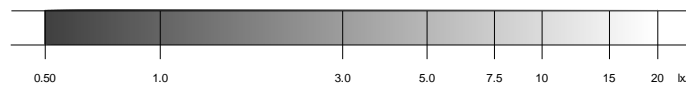
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

## Gráfico de tramas del plano a 1.00 m.



Leyenda:



Factor de Mantenimiento: 1.000

Resolución del Cálculo: 0.10 m.

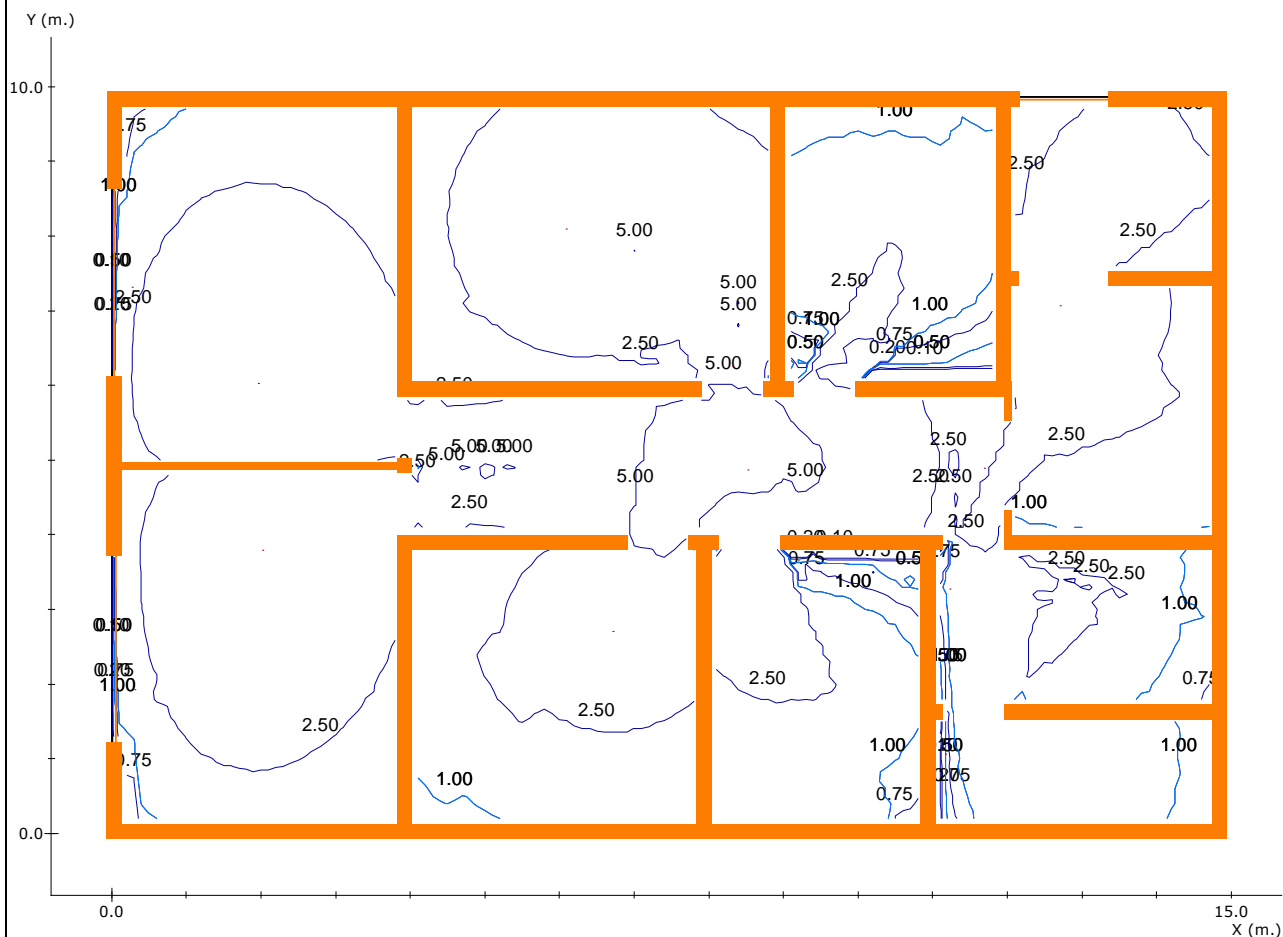
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	20.9 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	98.8 % de 132.4 m <sup>2</sup>
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	14.50 lm/m <sup>2</sup>
Iluminación media:	----	4.16 lx

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

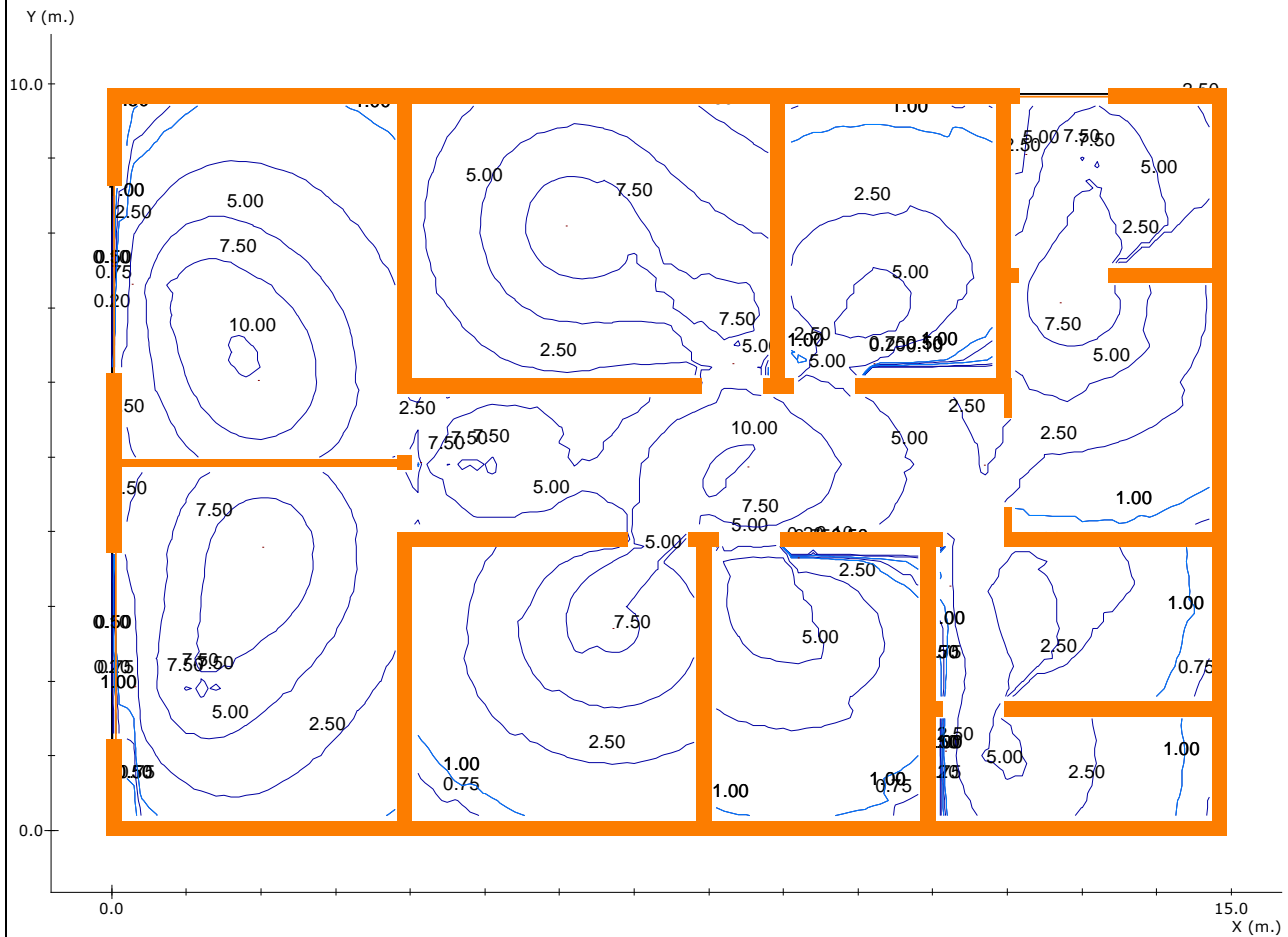
## Curvas isolux en el plano a 0.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000  
Resolución del Cálculo: 0.10 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

## Curvas isolux en el plano a 1.00 m.



Factor de Mantenimiento: 1.000  
Resolución del Cálculo: 0.10 m.

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16



## RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

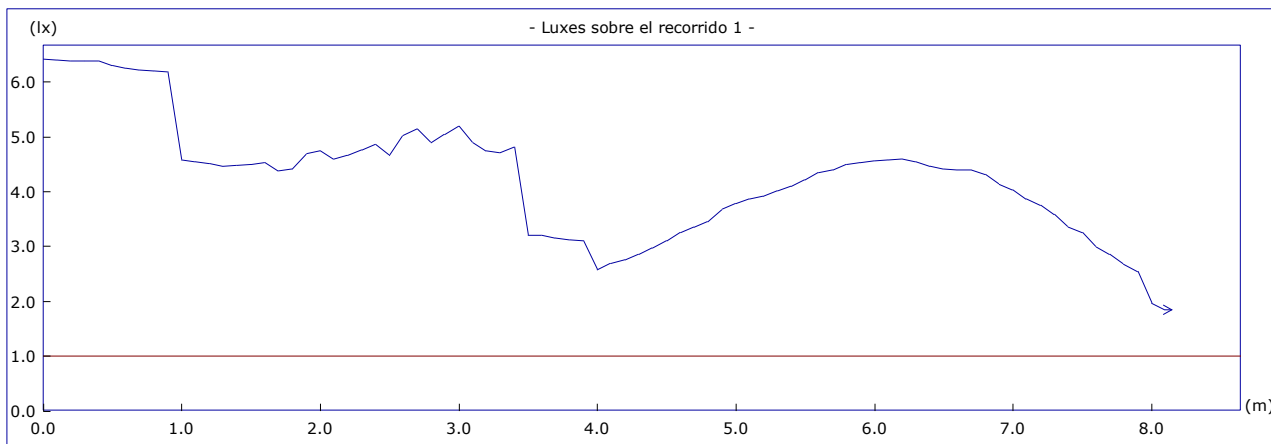
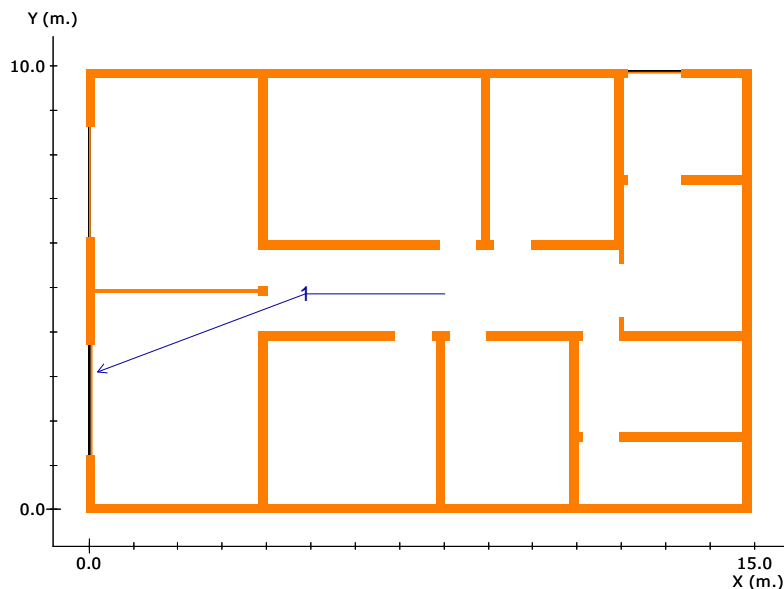
	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	98.5 % de 132.4 m <sup>2</sup>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	20.9 mx/mn
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	14.5 lm/m <sup>2</sup>

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

## Recorridos de Evacuación

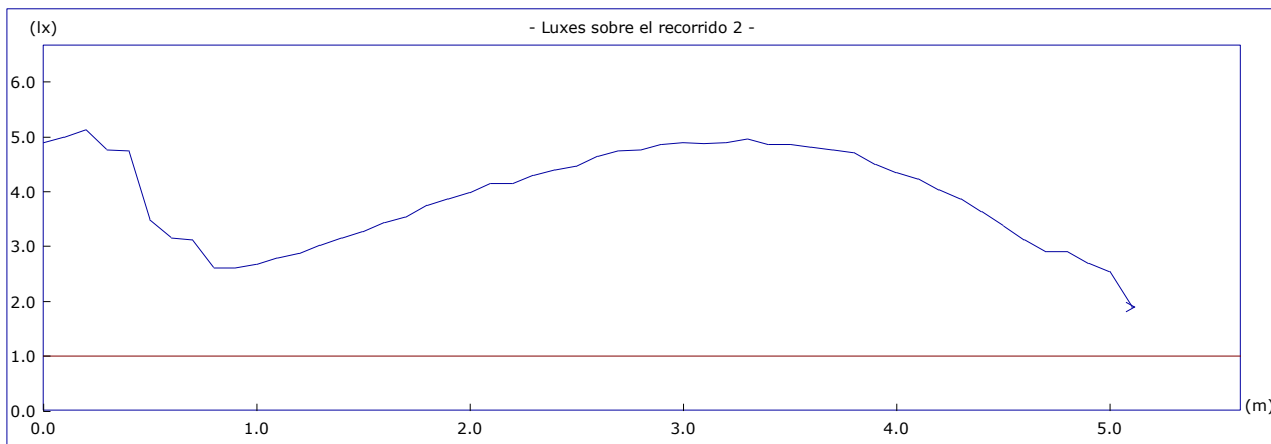
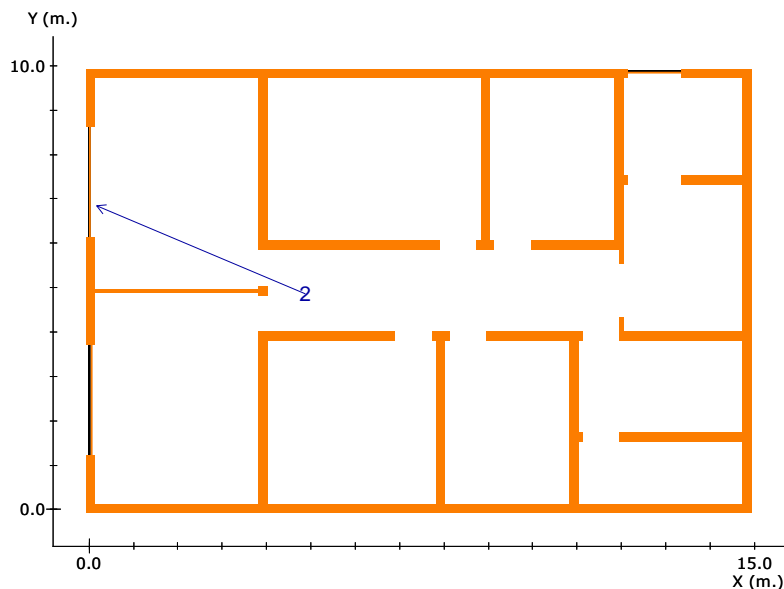


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	3.5 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.85 lx.
lx. máximos:	----	6.42 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

## Recorridos de Evacuación

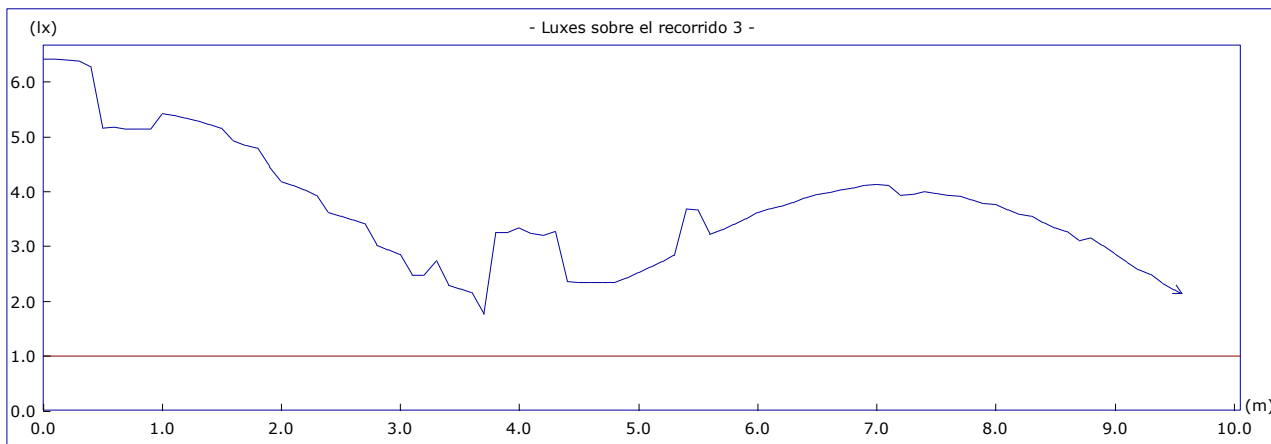
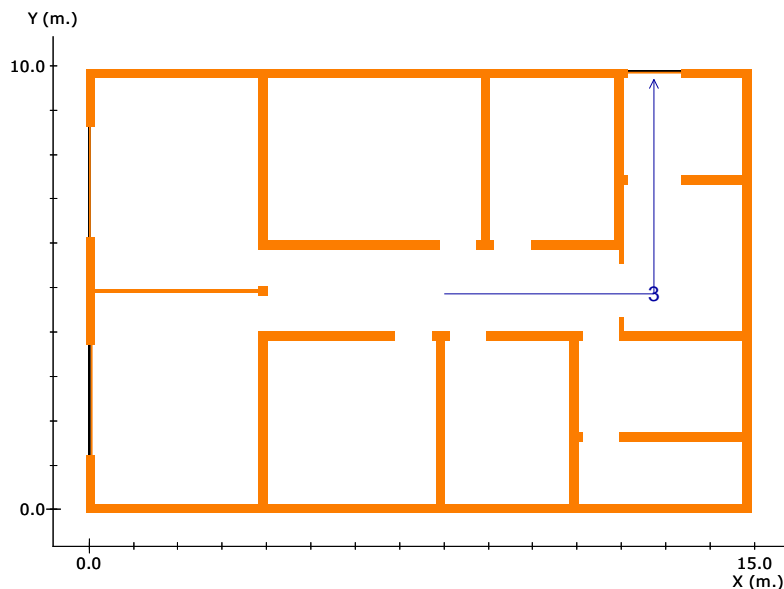


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.7 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.89 lx.
lx. máximos:	----	5.12 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

# Recorridos de Evacuación

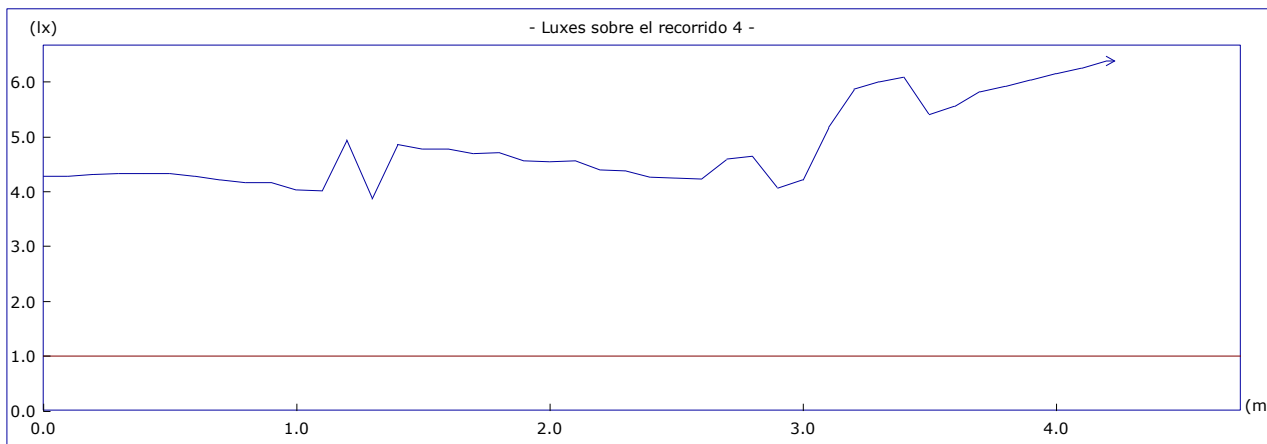
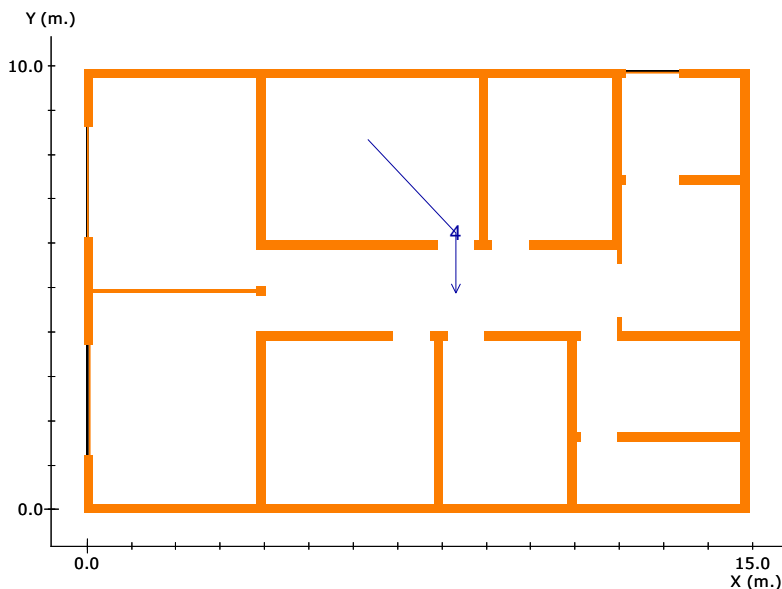


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	3.6 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.76 lx.
lx. máximos:	----	6.42 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

# Recorridos de Evacuación

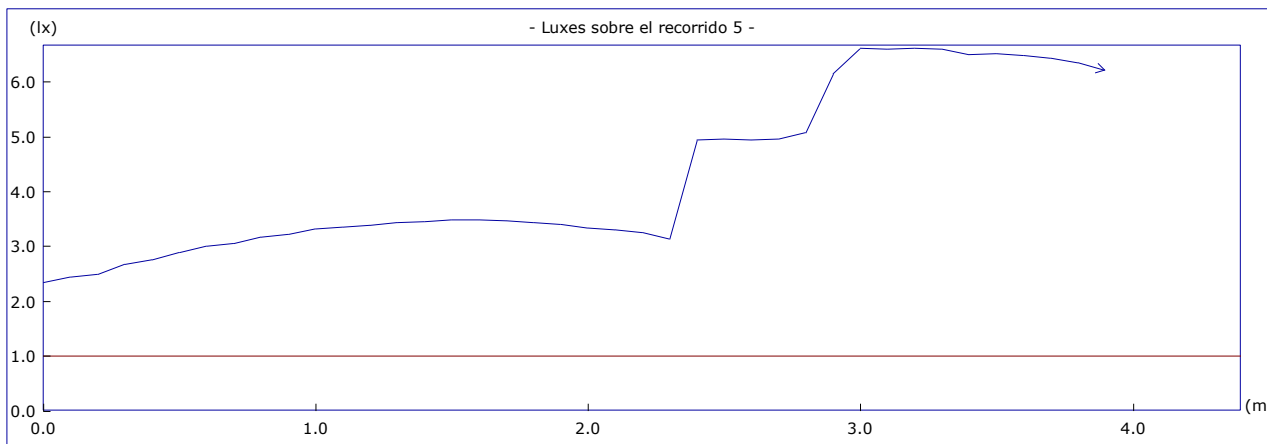
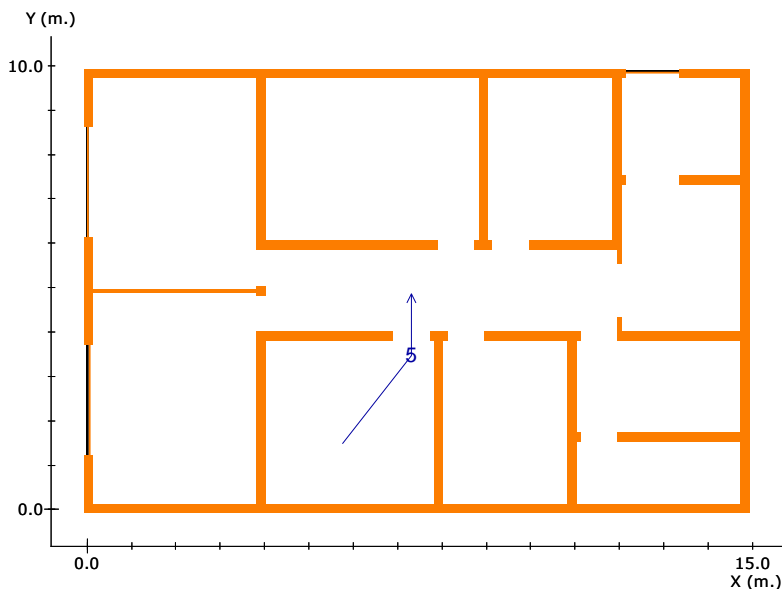


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	1.7 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.86 lx.
lx. máximos:	----	6.39 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

# Recorridos de Evacuación

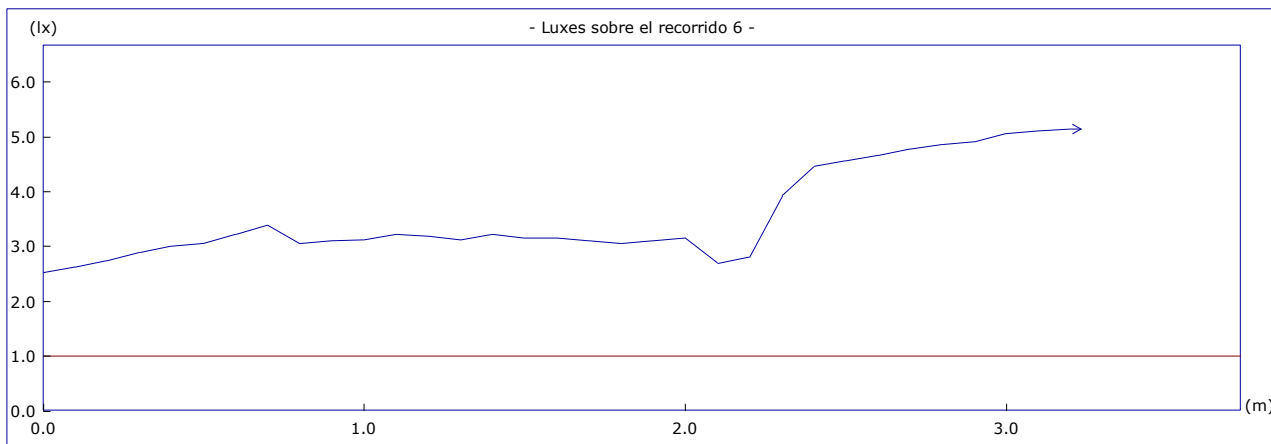
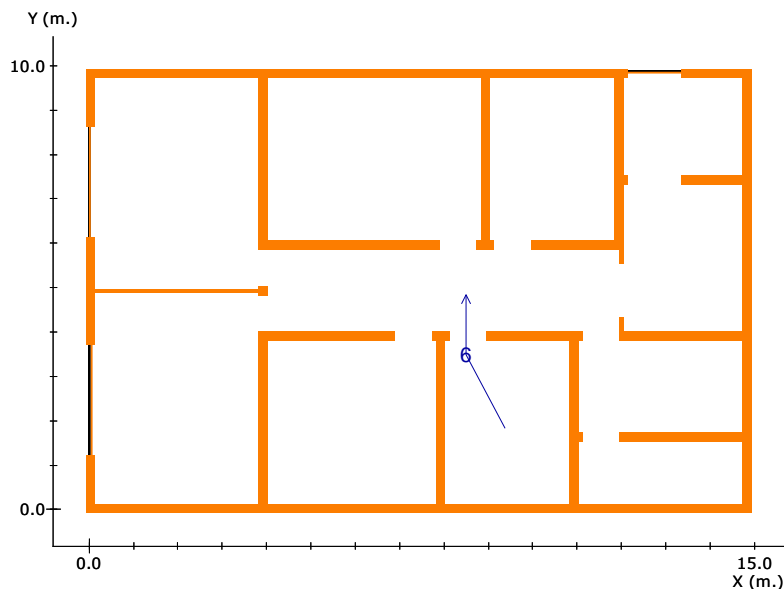


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.8 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.35 lx.
lx. máximos:	----	6.62 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

# Recorridos de Evacuación

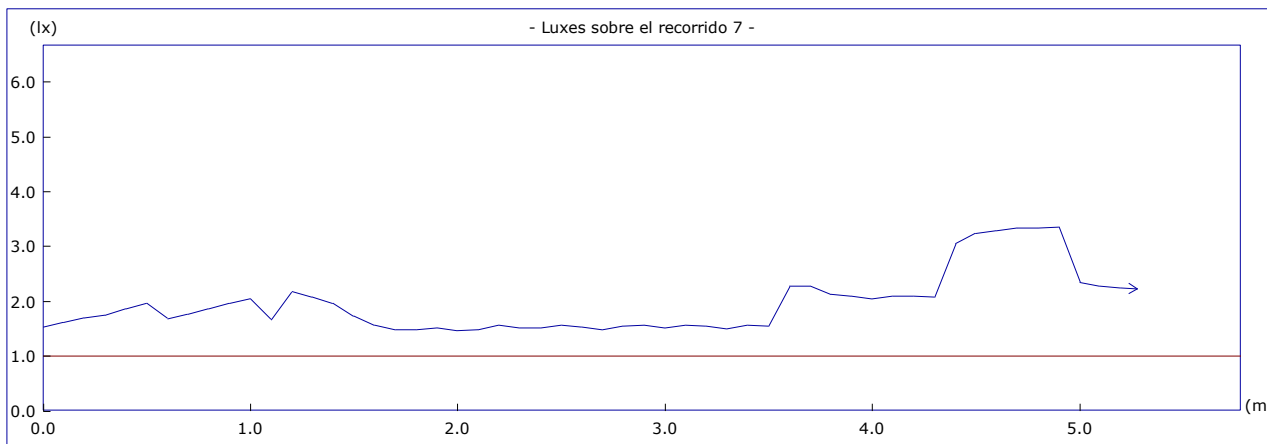
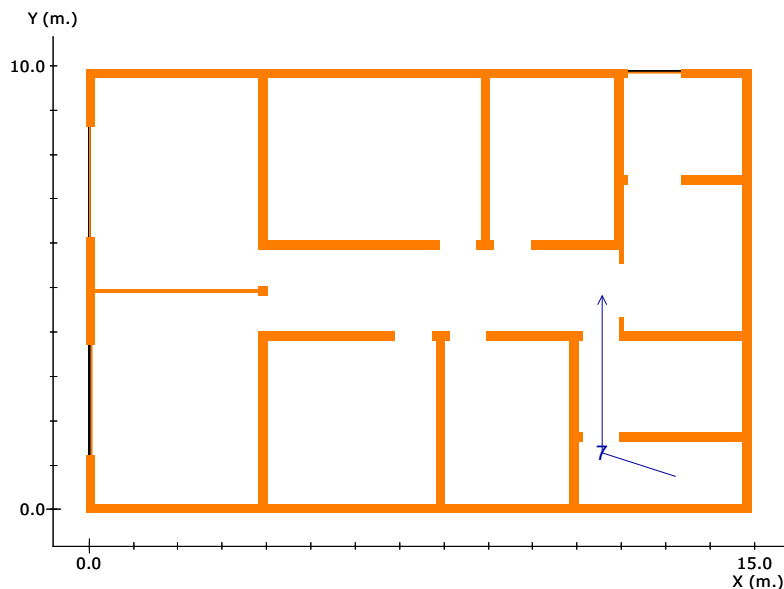


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.0 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.52 lx.
lx. máximos:	----	5.15 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

# Recorridos de Evacuación



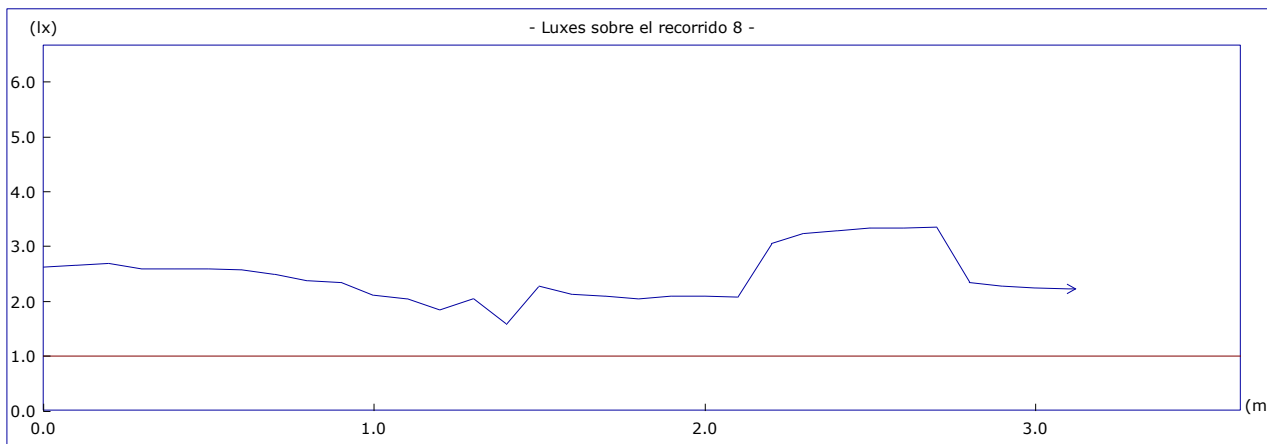
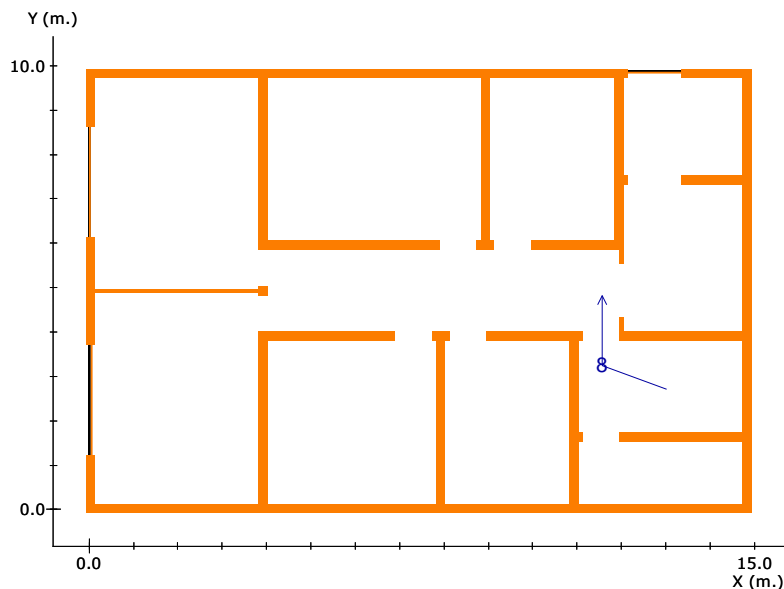
Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.3 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.47 lx.
lx. máximos:	----	3.36 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16



# Recorridos de Evacuación

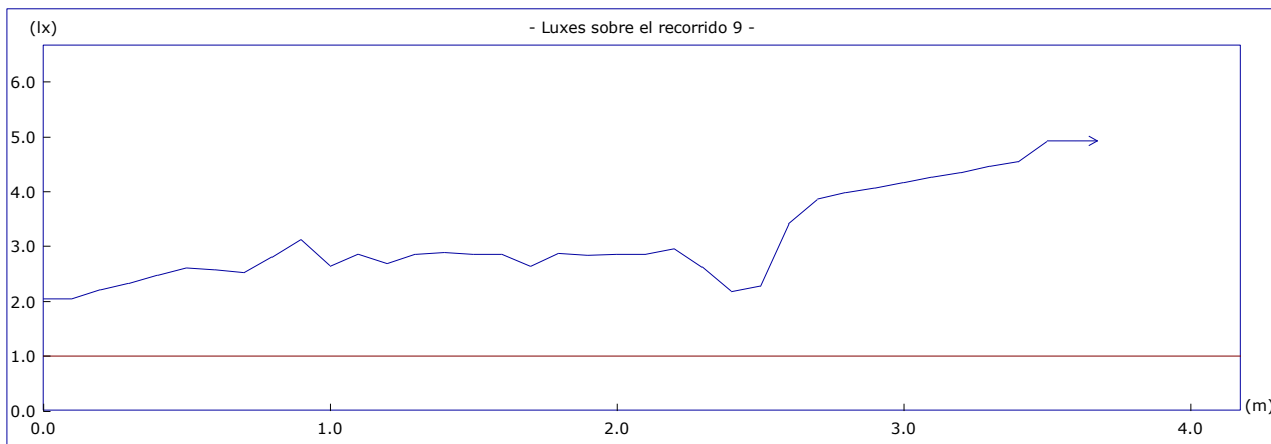
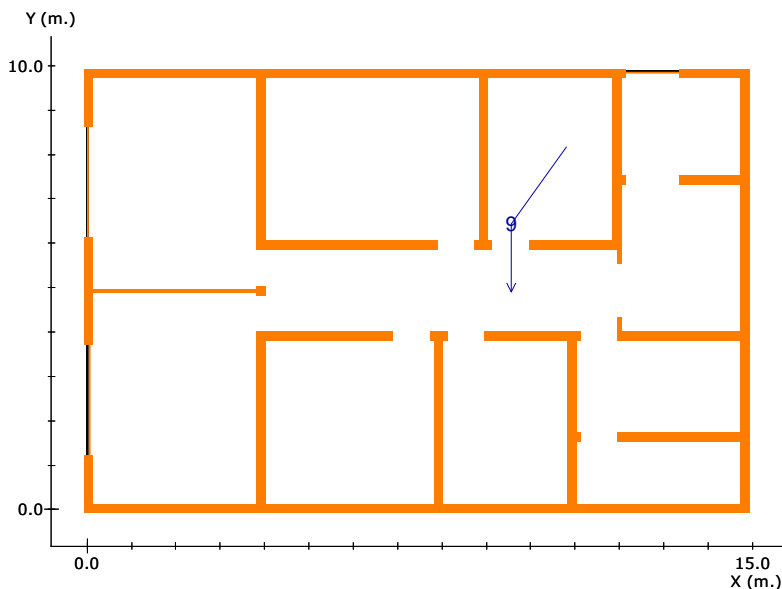


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.1 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.58 lx.
lx. máximos:	----	3.36 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

# Recorridos de Evacuación

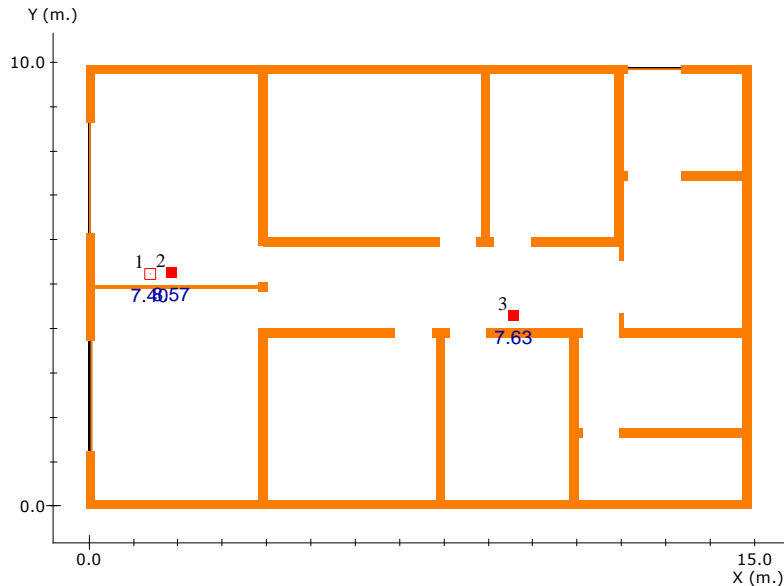


Altura del plano de medida: 0.00 m.  
 Resolución del Cálculo: 0.10 m.  
 Factor de Mantenimiento: 1.000

	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.0 mx/mn	2.4 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.05 lx.
lx. máximos:	----	4.93 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España - 2018-04-16

## Plano de Situación de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos



Nota<sup>3</sup>

Nota<sup>4</sup>

## Resultado de Puntos de Seguridad y Cuadros Eléctricos

Nº	<u>Coordenadas</u>			(°)	<u>Objetivo</u>	<u>Resultado</u> <sup>5</sup>
	(m.)					
	x	y	h	γ		
1	1.37	5.23	1.20	-	5.00	7.40 (Horizontal)
2	1.86	5.24	1.20	-	5.00	8.57 (Horizontal)
3	9.59	4.28	1.20	-	5.00	7.63 (Horizontal)

<sup>3</sup> DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

<sup>4</sup> Catálogo España - 2018-04-16

<sup>5</sup> Cálculo realizado en el Punto de Seguridad o Cuadro Eléctrico a su altura de utilización (h), en una superficie inclinada Horizontal o Verticalmente y orientada en el plano un ángulo gamma respecto al eje Y del plano en sentido antihorario  
Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

## Lista de productos usados en el plano

Nota<sup>6</sup>

Cantidad	Referencia <sup>7</sup>	Fabricante	Precio (€)
16	HYDRA LD 2P3	Daisalux	2004.00
			2004.00
Precio Total (PVP)			2004.00

<sup>6</sup> DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa  
<sup>7</sup> Catálogo España - 2018-04-16

# Sistema de fabricación CAD/CAM para tablas de surf

## UnoShaper CNC

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Compatible con cualquier programa de CAD/CAM que exporte trayectorias en código G: Shape3D, BoardCAD...
- Alta velocidad de avance gracias a sus servomotores Brushless: ¡no compres máquinas de juguete basadas en motores de pasos!
- Sistema de guiado basado en recirculación de bolas → se minimiza el mantenimiento y se reducen las holguras.
- Máquina robusta y precisa: 0'1 mm en todos los ejes.
- Gran área de trabajo: 3200x1000x500 mm.
- Sistema de aspiración disponible.
- Reconfigurable a petición del cliente.
- Cuarto eje y escáner 3D incluidos.
- Velocidades hasta 15000 mm/min.
- Mandrino trifásico.
- 2 Años de garantía en piezas y mano de obra.
- Fabricada en acero estructural.
- Modelo desmontable desde 2012.
- Fabricación nacional (España).



### Ingeniería UNO presenta su *UnoShaper CNC*

Como resultado de un proyecto de investigación y desarrollo nace la primera máquina de corte CNC para tablas de surf de fabricación nacional. Se trata de un producto competitivo y de alta calidad, fruto de la colaboración entre dos empresas emprendedoras de reconocido prestigio en sus respectivos sectores.

*La UnoShaper está fabricada con el mismo cariño con el que un Shaper esculpe sus tablas.*

### Ingeniería UNO

C/ Alcalde Garret y Souto, 38  
Polígono Ind. El Viso  
29006 Málaga  
España

### *Unoshaper CNC desde 2010!*

[info@ingenieriauno.com](mailto:info@ingenieriauno.com)  
[sales@ingenieriauno.com](mailto:sales@ingenieriauno.com)  
[www.ingenieriauno.com](http://www.ingenieriauno.com)  
952 038 227



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# PLANOS

## TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

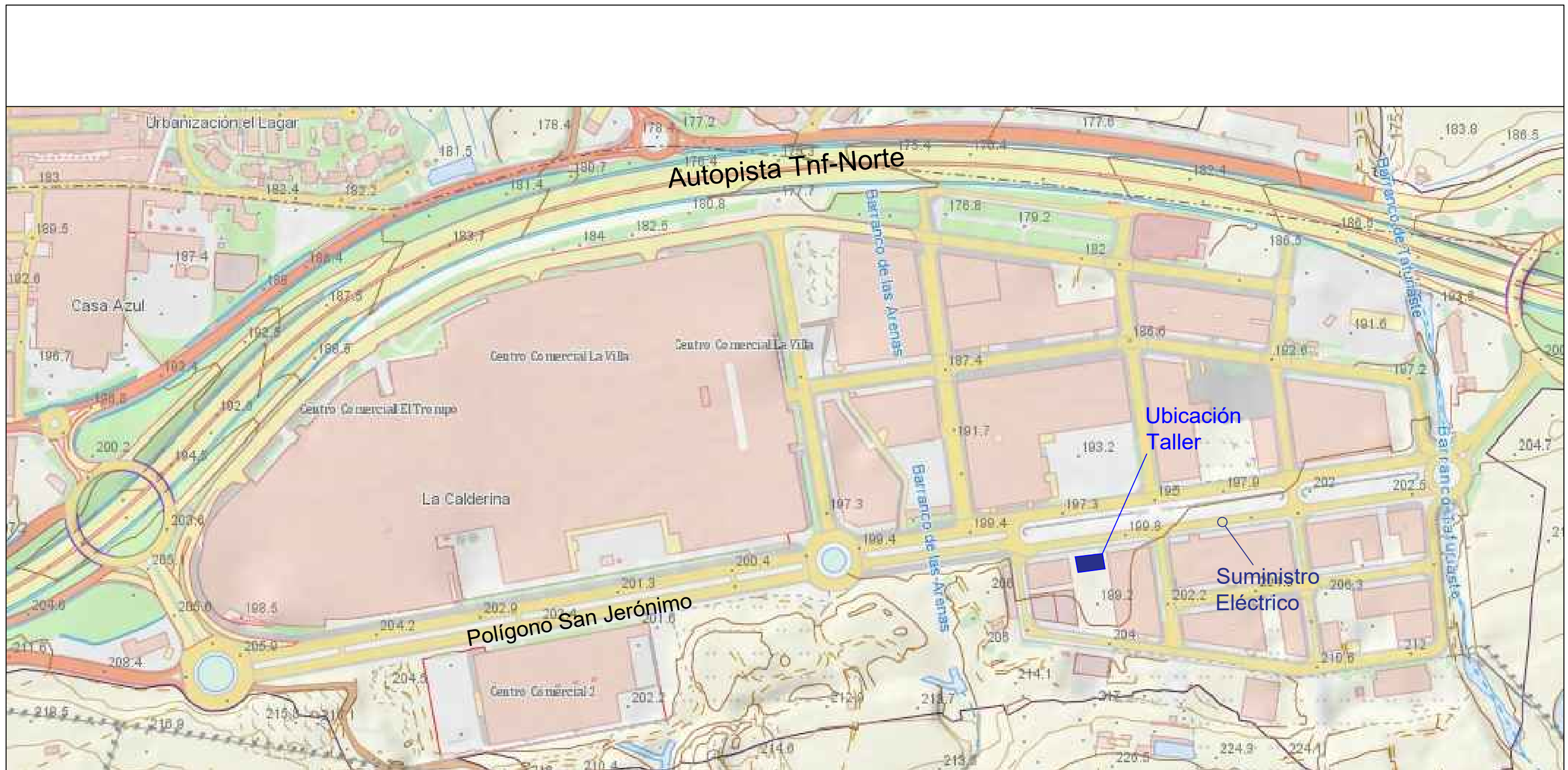
Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019

## **INDICE**

- Plano de Ubicación
- Plano de Suministro Eléctrico
- Plano de planta
- Plano de distribución de salas
- Plano de Fuerza
- Plano de Distribución del Alumbrado
- Plano de Instalación del Alumbrado
- Plano de Instalación de Ventilación
- Plano de Distribución de Extractores de techo
- Plano de Evacuación y Protección Contra Incendios
- Esquema Unifilar



### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/07/2019	Javier
Comprobado:		Ascanio Fernández
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN	



1:4000

Plano de ubicación

Nº Plano: 1





### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

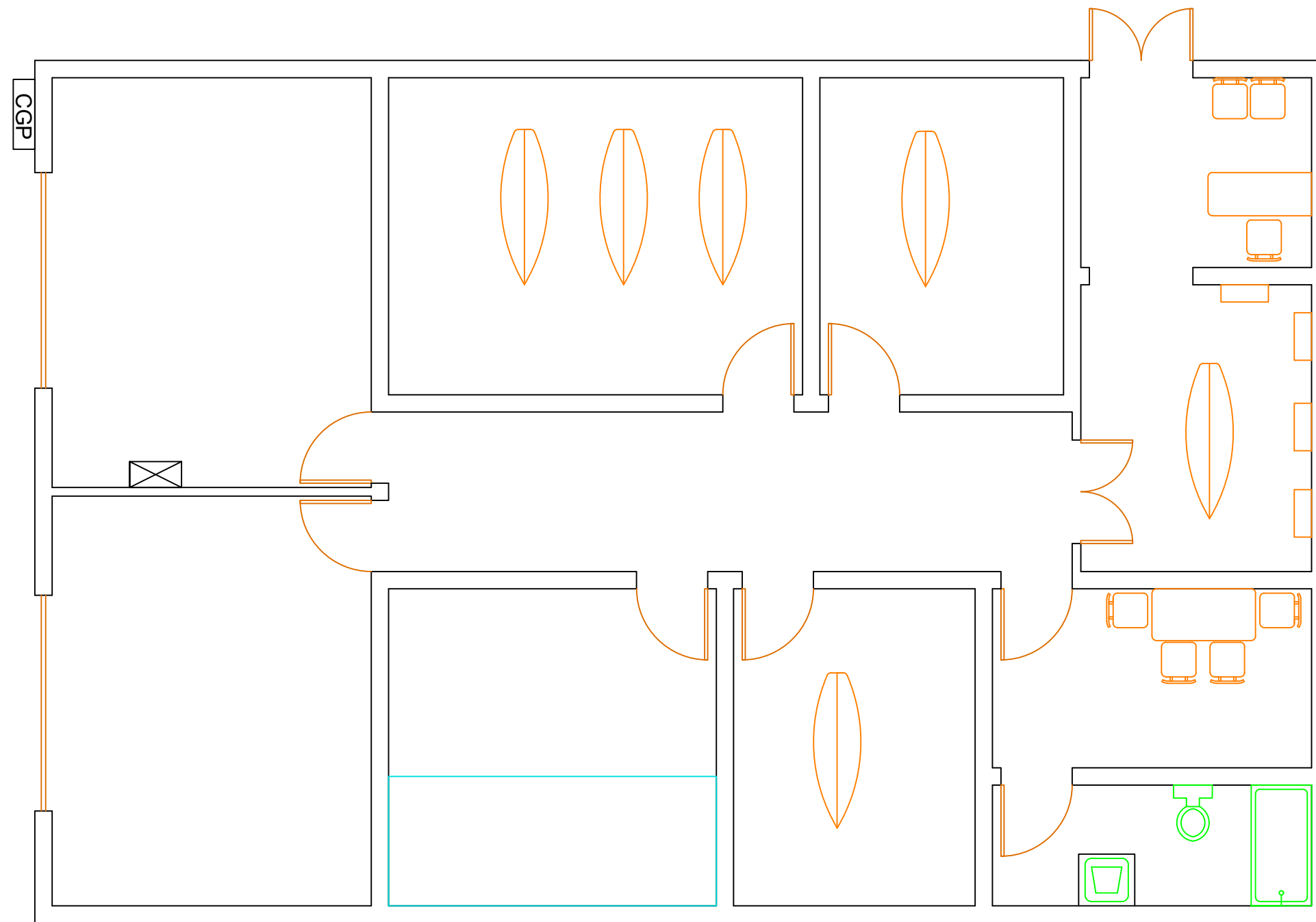
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/07/2019	Javier
Comprobado:		Ascanio Fernández
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN	



1:1000

Plano de Suministro Eléctrico

Nº Plano: 2



## INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

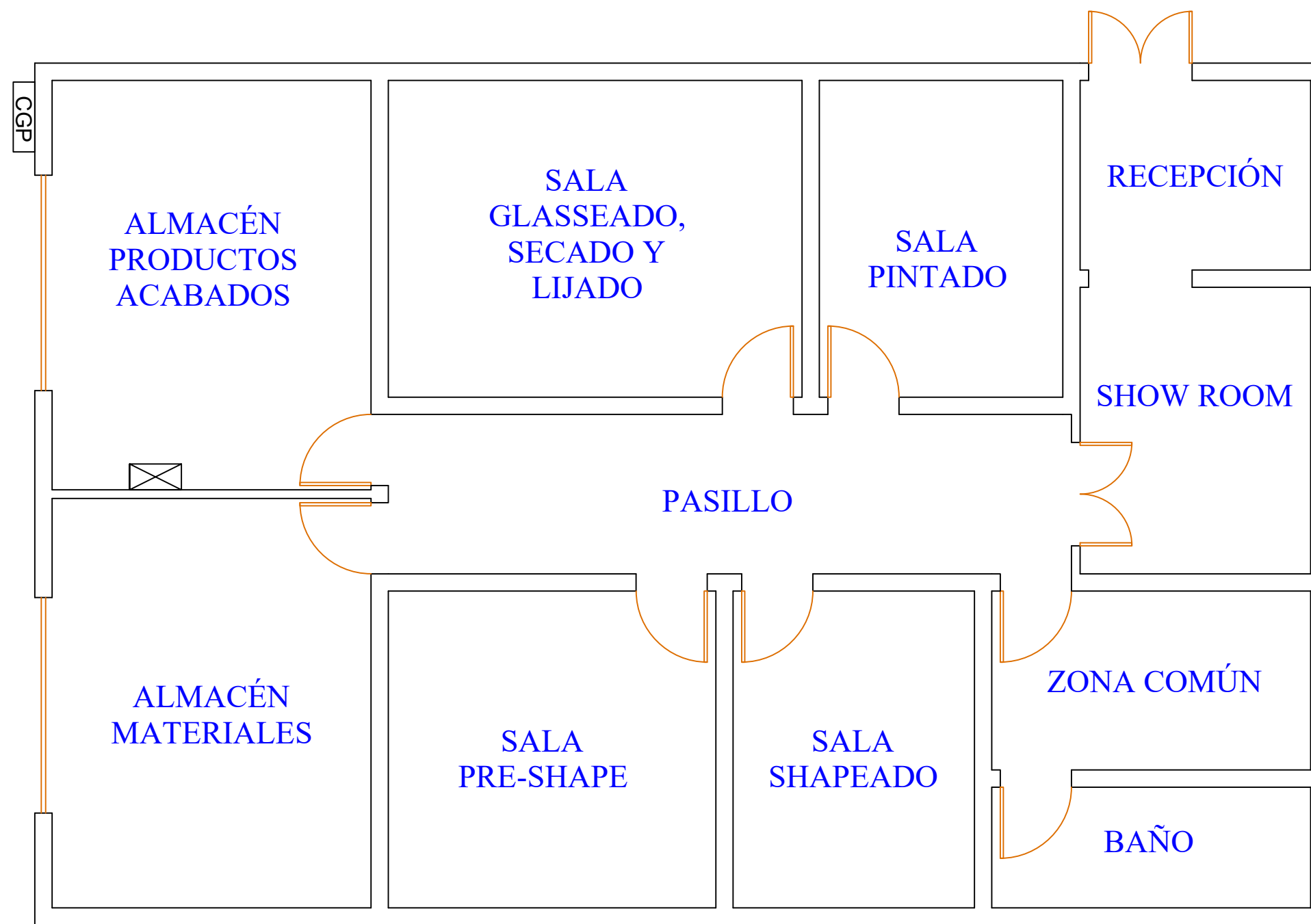
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/07/2019	Javier
Comprobado:		Ascanio Fernández
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN	


**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
 Universidad de La Laguna

1:60

Plano de Planta

Nº Plano: 3



### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

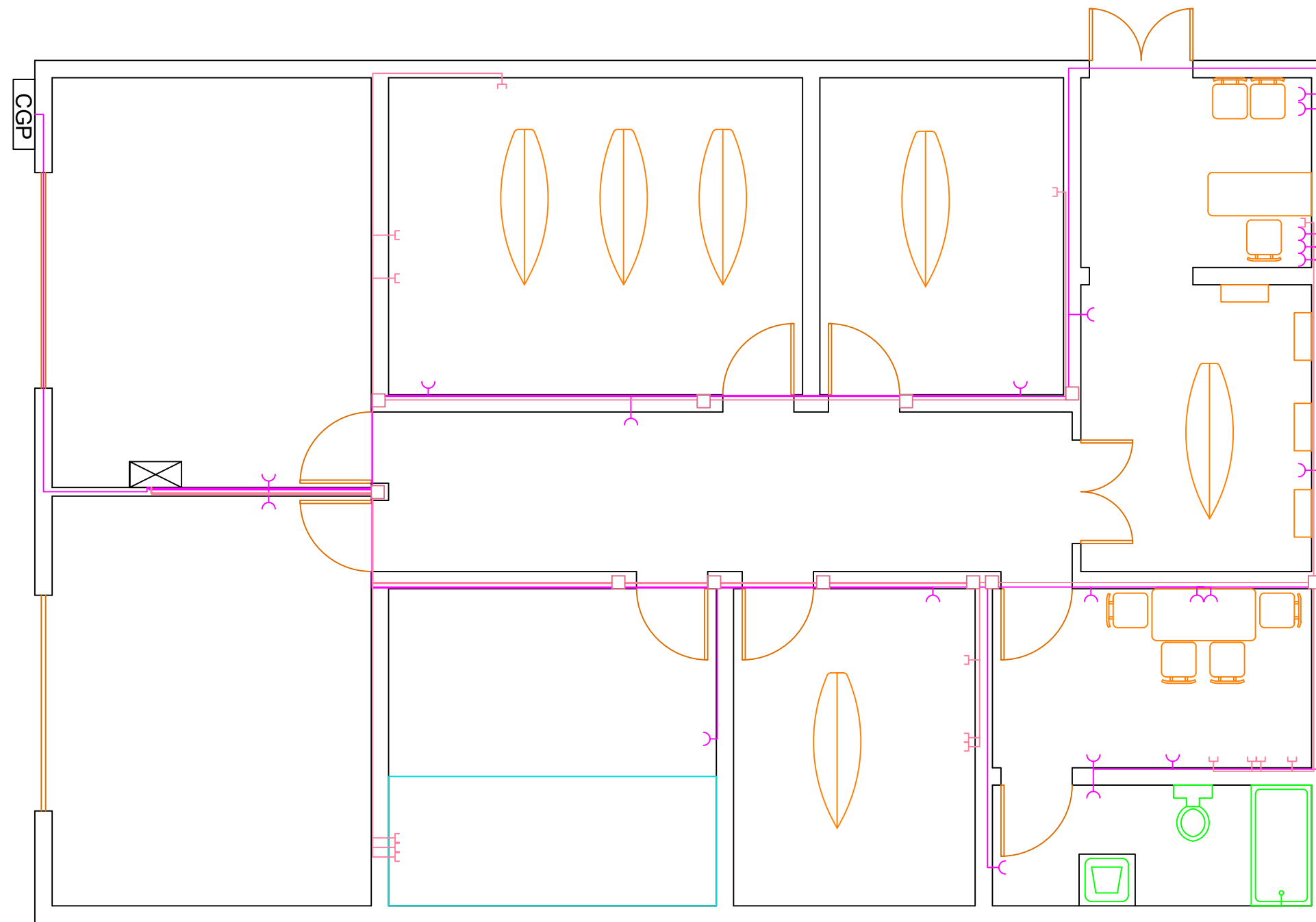
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/07/2019	Javier
Comprobado:		Ascanio Fernández
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN	

 **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna


1:60

Plano de Distribución de salas


Nº Plano: 4



**Leyenda**

	Tomas Generales		Maquina de Pre-Shape
	Tomas Dedicadas		Cuadro General
	Cajas de registro		

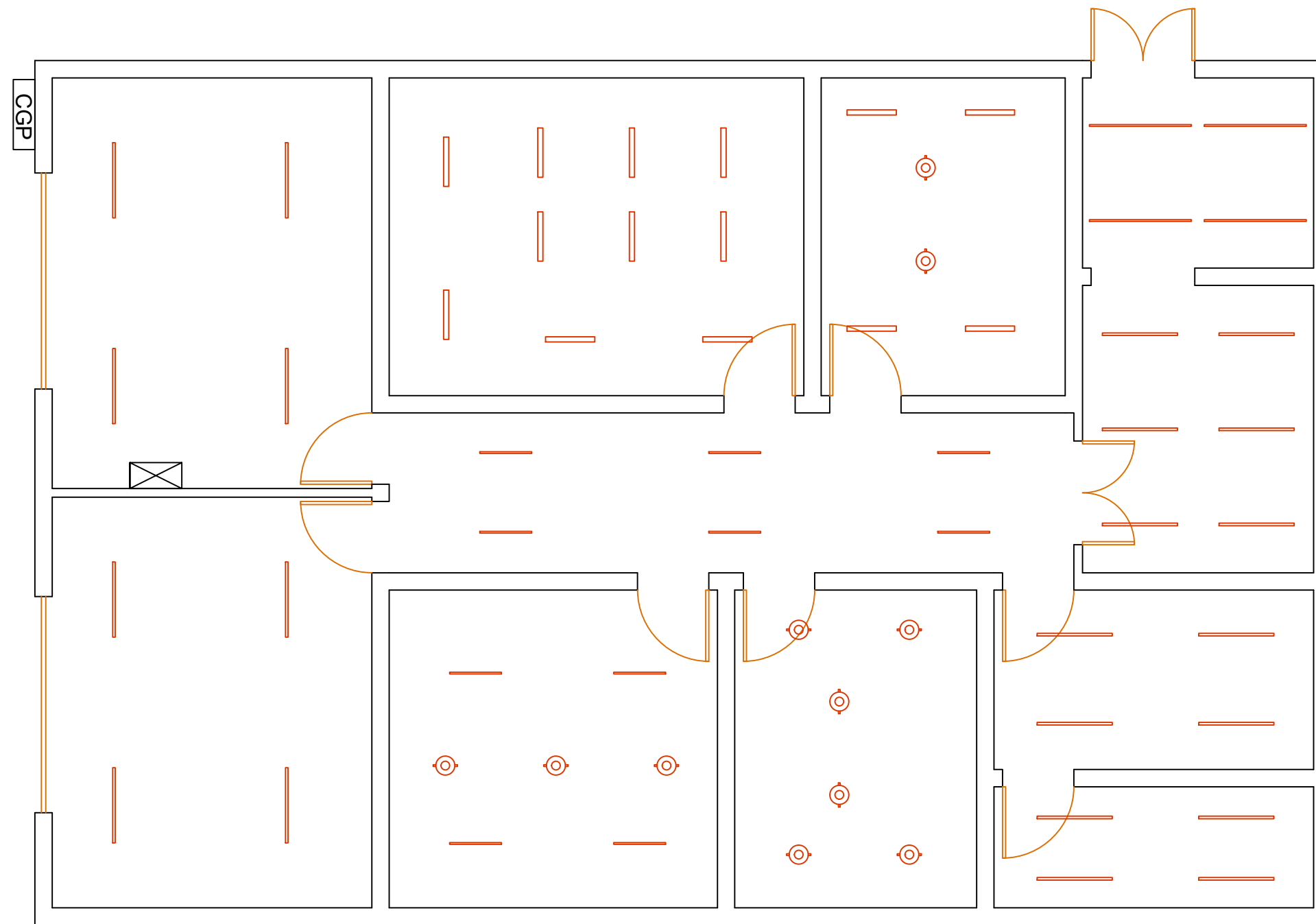
**INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF**







	Fecha:	Nombre:	
Dibujado:	11/07/2019	Javier	
Comprobado:		Ascanio Fernández	
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

1:60


**Plano de Fuerza**

Nº Plano: 5



Leyenda			
	Phillips BN086 L900		Phillips BN120C L600
	Phillips BN086 L600		Phillips BN132C L1200
	Phillips DN130B D217		Cuadro General

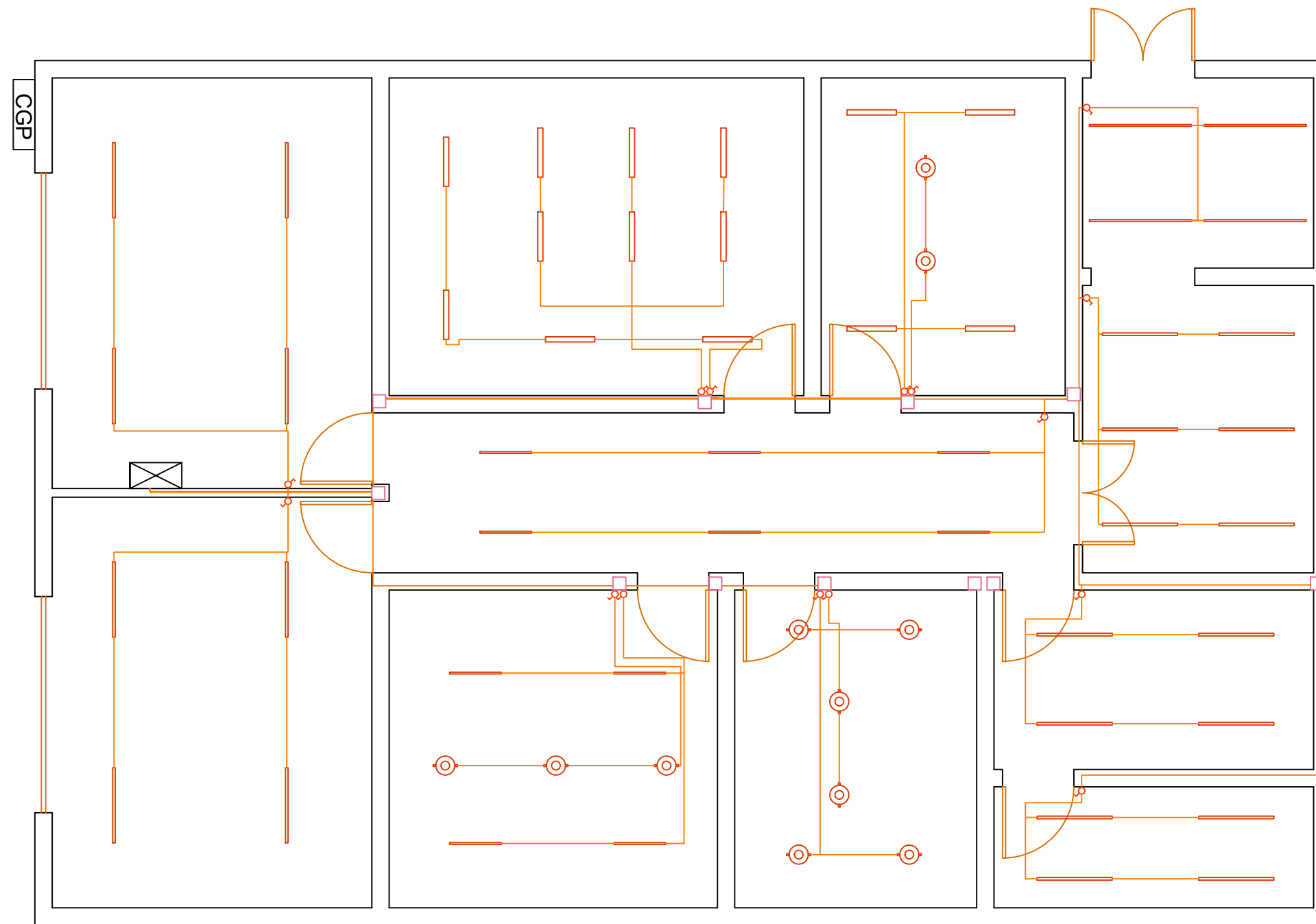
### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

	Fecha:	Nombre:	
Dibujado:	11/07/2019	Javier	
Comprobado:		Ascanio Fernández	
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

1:60

Plano de Distribución del alumbrado

Nº Plano: 6



### Leyenda

	Phillips BN086 L900		Phillips BN120C L600
	Phillips BN086 L600		Phillips BN132C L1200
	Phillips DN130B D217		Cuadro General
	Cajas de registro		Interruptor Conmutador

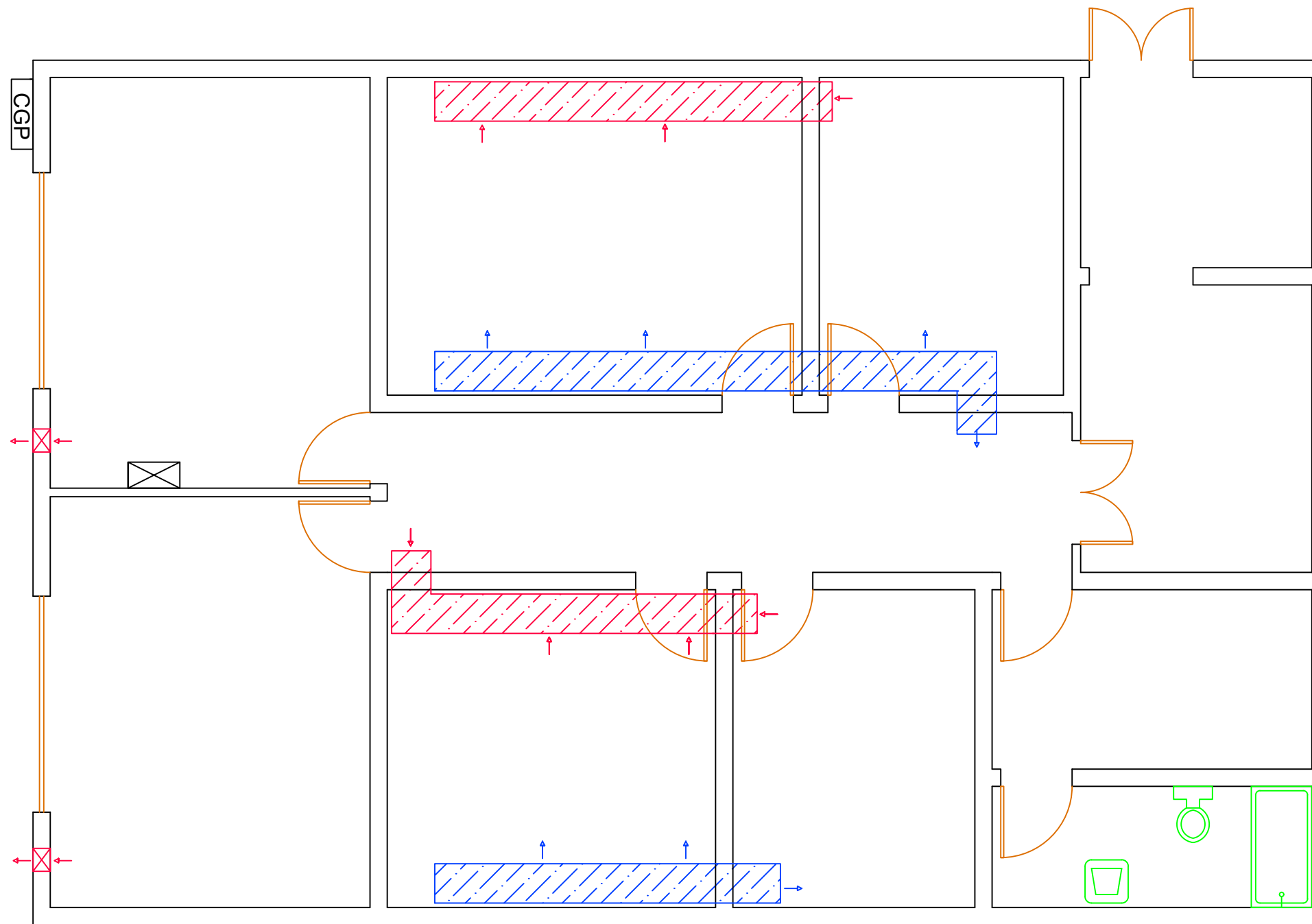
### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF



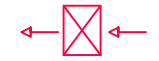
	Fecha:	Nombre:	
Dibujado:	11/07/2019	Javier	
Comprobado:		Ascanio Fernández	
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

1:60


Plano de Instalación del Alumbrado

Nº Plano: 7



Leyenda	
	Conductor Impulsión
	Conductos Extracción
	Extractor de pared

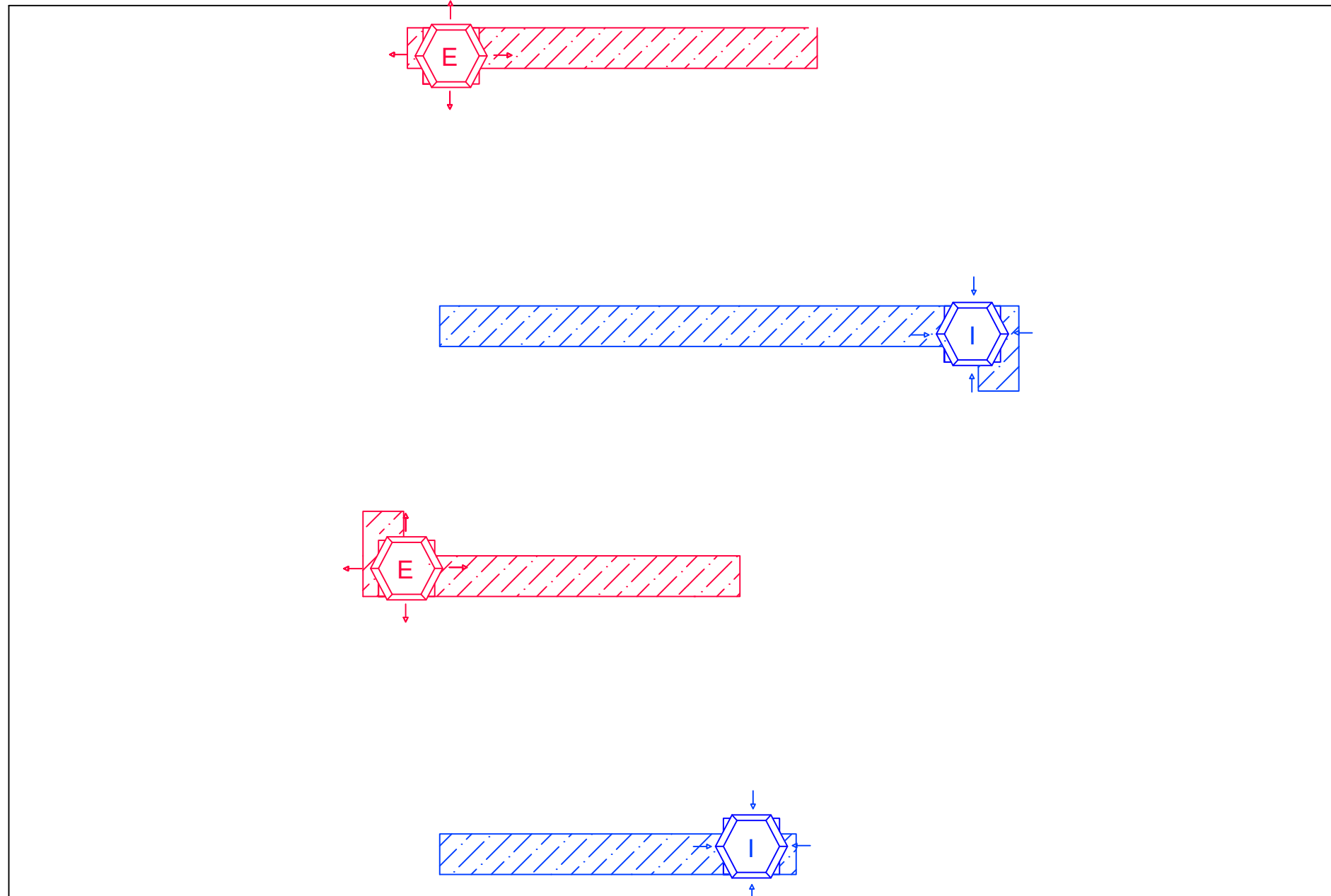
### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF





	Fecha:	Nombre:	 <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b> Universidad de La Laguna
Dibujado:	11/07/2019	Javier	
Comprobado:		Ascanio Fernández	
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

1:60

Plano de Instalación de Ventilación

Nº Plano: 8



Leyenda	
	Conductor Impulsión
	Conductos Extracción
	Extractor de techo
	Impulsor de techo

### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/07/2019	Javier
Comprobado:		Ascanio Fernández
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN	

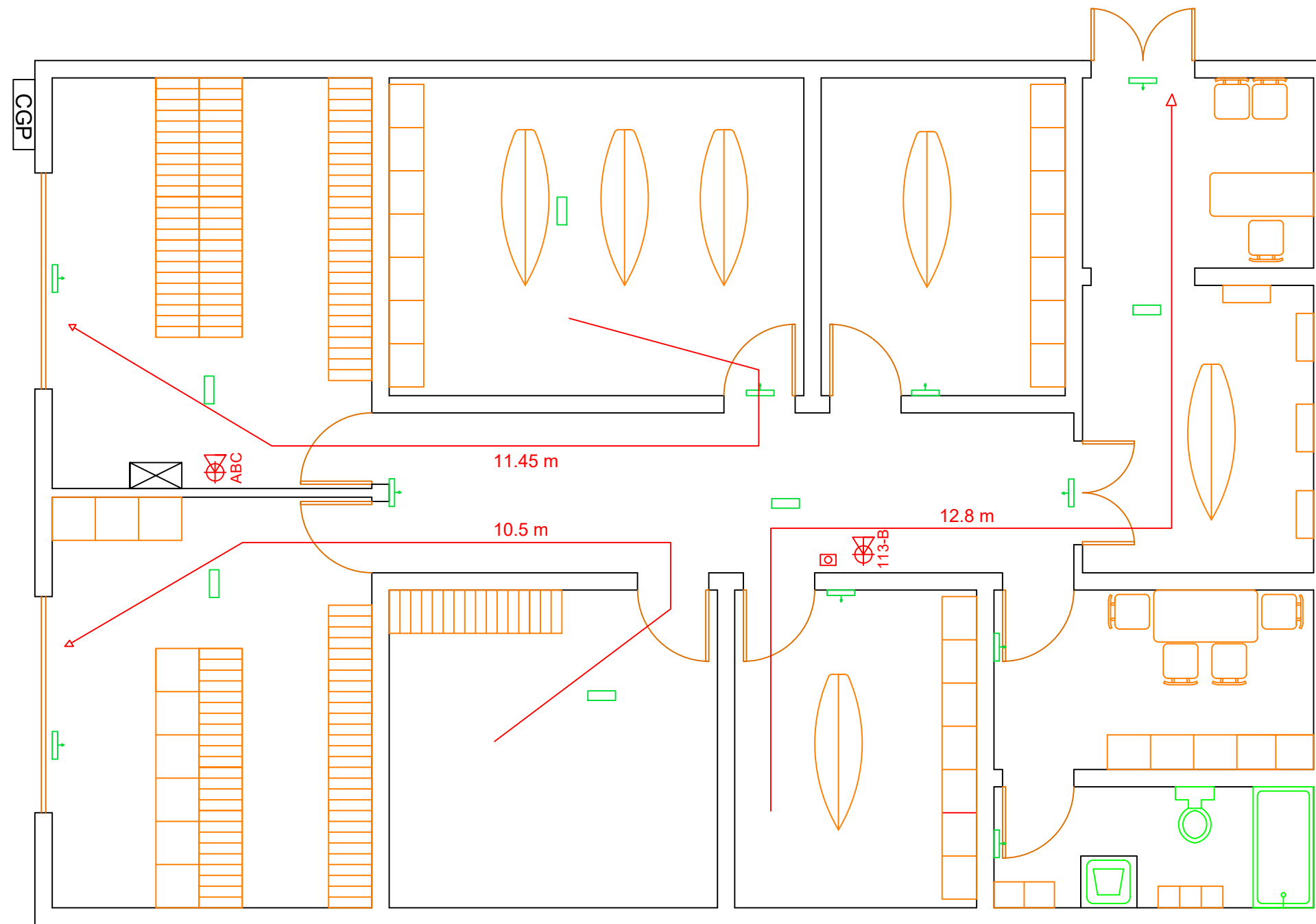
 **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

1:60

Plano de Distribución de Extractores de techo

Nº Plano: 9





### Leyenda

	Extintor ABC 21-A		Lum. Emergencia techo
	Extintor 113-B		Pulsador Emergencia
	Lum. Emergencia pared		Recorrido Evacuación

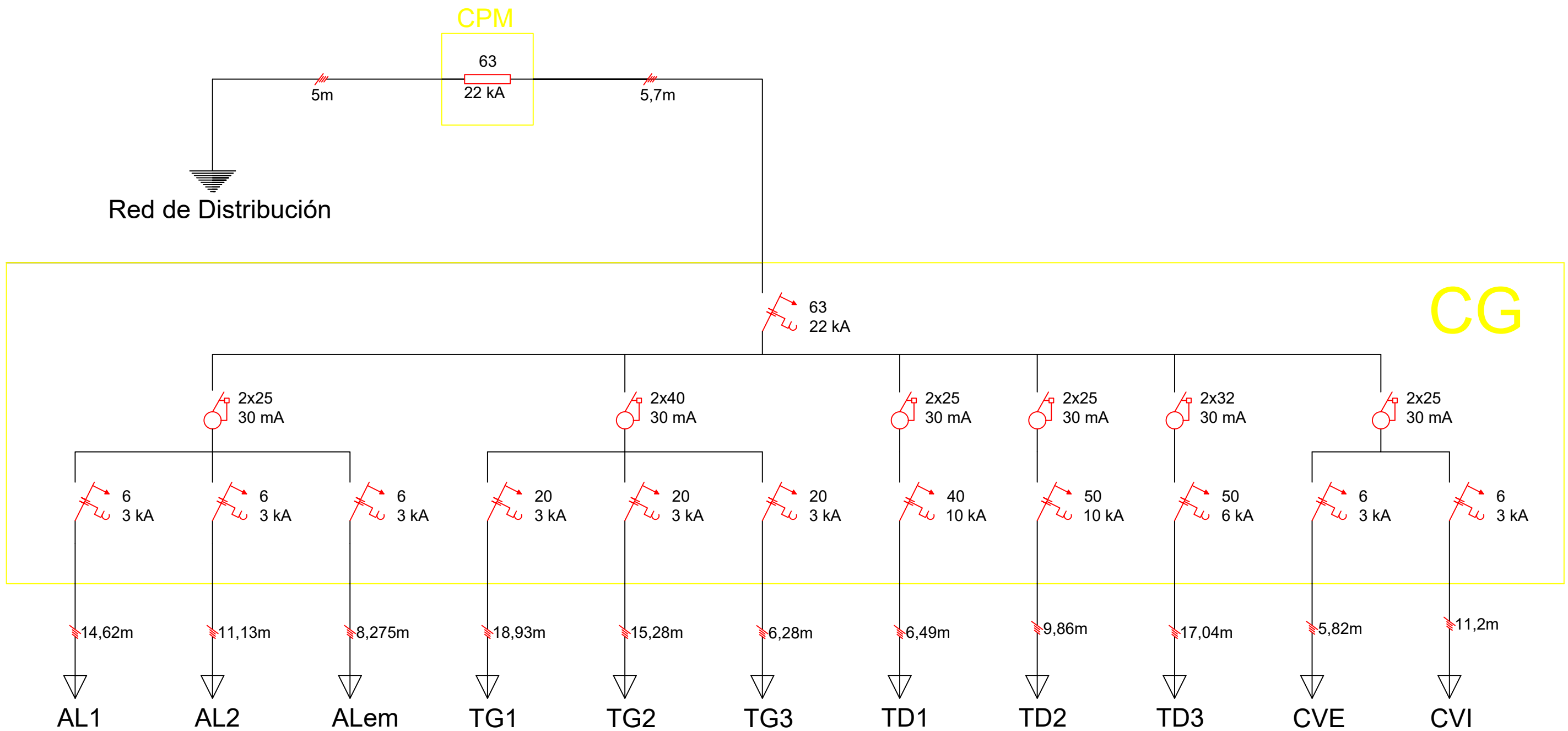
### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

	Fecha:	Nombre:	
Dibujado:	11/07/2019	Javier	
Comprobado:		Ascanio Fernández	
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

1:60

Plano de Evacuación y  
Protección Contra Incendios

Nº Plano: 10



### INSTALACIÓN DE UN TALLER DE TABLAS DE SURF

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	11/07/2019	Javier
Comprobado:		Ascanio Fernández
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN	



Esquema Unifilar

Nº Plano: 11



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019

## **INDICE**

<b>1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Objeto .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Documentos que definen las obras.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Compatibilidad y relación entre dichos documentos .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONDICIONES FACULTATIVAS.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Obligaciones del contratista .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Facultades de la dirección técnica .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Disposiciones varias .....</b>	<b>8</b>
<b>3. CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Mediciones.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Valoraciones .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CONDICIONES LEGALES .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1. Recepción de obras .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2. Cargos al contratista.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Rescisión de contrato .....</b>	<b>21</b>
<b>5. CONDICIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>23</b>
<b>5.1. Recepción de obras .....</b>	<b>24</b>
<b>5.2. Condiciones que han de cumplir los materiales.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra y su ejecución .....</b>	<b>49</b>
<b>5.4. Disposiciones finales .....</b>	<b>66</b>
<b>6. INSTALACIONES AUXILIARES Y PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>67</b>

# **1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO**

### **1.1. Objeto**

El presente Pliego en unión de las disposiciones que con carácter y particular se indica, y tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras de construcción del presente proyecto.

### **1.2. Documentos que definen las obras**

El presente Pliego, conjuntamente con la memoria, anexos, planos y medición y presupuesto, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza intrínseca. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

### **1.3. Compatibilidad y relación entre dichos documentos**

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los Planos y el Pliego, prevalecerá lo escrito en los Planos. En cualquier caso, ambos documentos tienen preferencia sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de la Edificación. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento y figure en el Presupuesto.

## **2. CONDICIONES FACULTATIVAS**

## **2.1. Obligaciones del contratista**

### **Art. 1. Condiciones técnicas**

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista. Para la ejecución del programa de desarrollo de la obra, el contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado a la extensión y clase de los trabajos que se estén ejecutando.

### **Art. 2. Marcha de los trabajos**

Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el proyecto.

### **Art. 3. Personal**

El contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar los recibos, planos y/o comunicaciones que se le dirijan.

### **Art. 4. Precauciones a adoptar durante la construcción**

Las precauciones a adoptar durante la construcción serán las previstas en el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten durante la ejecución de las obras.

### **Art. 5. Responsabilidades del Contratista**

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del Arquitecto. Asimismo será responsable ante los Tribunales de los accidentes que, por inexperiencia o descuido,



sobrevinieran, tanto en la construcción, como en los andamios, ateniéndose en todo a las disposiciones de Policía Urbana y leyes comunes sobre la materia.

#### **Art. 6. Desperfectos en propiedades colindantes**

Si el contratista causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado en que las encontró al comienzo de la obra. El contratista adoptará cuantas medidas encuentre necesarias para evitar la caída de operarios y/o desprendimiento de herramientas y materiales que puedan herir o matar algunas personas.

### **2.2. Facultades de la dirección técnica**

#### **Art. 1. Interpretación de los documentos de Proyecto**

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa de acuerdo con el “Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura” O.M. 4 junio de 1.973. Pliego de Condiciones que queda en su articulado incorporado al presente de Condiciones Técnicas.

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego con relación al Proyecto y que figuren en el resto de la documentación que completa el Proyecto: Memoria, Planos, Mediciones y Presupuesto deben considerarse como datos a tener en cuenta en la formulación del Presupuesto por parte de la Empresa Constructora que realice las obras así como el grado de calidad de las mismas.

En las circunstancias en que se verterán conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los Planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa de las obras. Recíprocamente cuando en los documentos gráficos aparecieran conceptos que no se ven reflejados en los documentos escritos, la especificación de los mismos, será decidida por la Dirección Facultativa de las obras.

La Contrata deberá consultar previamente cuantas dudas estime oportunas para una correcta interpretación de la calidad constructiva y de las características del Proyecto.

**Art. 2. Aceptación de materiales**

Los materiales serán reconocidos antes de su puesta en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán emplearse en dicha obra: para ello la Contrata proporcionará al menos dos muestras para su examen por parte de la Dirección Facultativa; esta se reserva el derecho de desechar aquéllos que no reúnan las condiciones que a su juicio, sean necesarias. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez que hayan sido aceptados, serán guardadas juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.

**Art. 3. Mala ejecución**

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverá a realizar cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción provisional, sin que ello pueda repercutir en los planos parciales o en el total de ejecución de la obra.

**2.3. Disposiciones varias****Art. 1. Replanteo**

Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá por la Dirección Facultativa al replanteo de las obras en presencia del contratista marcando sobre el terreno todos los puntos necesarios para la ejecución de las obras. De esta operación se extenderá acta por duplicado que firmará la Dirección Facultativa y la Contrata. La Contrata facilitará por su cuenta todos los medios necesarios para la ejecución de los referidos, así como del señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de las señales o datos fijados para su determinación.

**Art. 2. Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias**

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará mientras dura la misma, el Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias que se ajustará a lo prescrito en el Decreto 11-3-71, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la Contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

El Arquitecto Director de la obra, el aparejador y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones de las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y que obliguen a cualquier modificación en el proyecto, así como de las órdenes que necesite dar el contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de su obligado cumplimiento. Las anotaciones en el Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias, harán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes. El efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Órdenes.

**Art. 3. Modificaciones en las unidades de obra**

Cualquier modificación en las unidades de obra que presuponga la realización de distinto número de aquéllas, en más o menos, de las figuradas en el estado de mediciones del presupuesto, deberá ser conocida y aprobada previamente a su ejecución por el Director Facultativo, haciéndose constar en el Libro de Obra, tanto la autorización citada como la comprobación posterior de su ejecución. En caso de no obtenerse esta autorización, el contratista no podrá pretender, en ningún caso, el abono de las unidades de obra que se hubiesen ejecutado de más respecto a las figuradas en el proyecto.

**Art. 4. Controles de Obra: pruebas y ensayos**

Se ordenará cuando se estime oportuno, realizar las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra realizada, para comprobar que tanto los materiales como las unidades de obra están en perfectas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego. El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta del contratista.

### **3. CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **3.1. Mediciones**

#### **Art. 1. Forma de medición**

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen la presente se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades en el presupuesto: unidad completa, partida alzada, metros cuadrados, cúbicos o lineales, kilogramos, etc.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecutan al final de la obra se realizarán conjuntamente con el contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el contratista derecho a reclamación de ninguna especie, por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

#### **Art. 2. Valoración de unidades no expresadas en este Pliego**

La valoración de las obras no expresadas en este pliego se verificará aplicando a cada una de ellas, la medida que le sea más apropiada y en la forma y condición que estime justas el Arquitecto, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

El contratista no tendrá derecho alguno a que las medidas a que se refiere este artículo se ejecuten en la forma que él indique, sino que serán con arreglo a lo que determine el Director Facultativo, sin aplicación de ningún género.

#### **Art. 3. Equivocaciones en el presupuesto**

Se supone que el contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto y, por tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación

alguna. Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

### **3.2. Valoraciones**

#### **Art. 1. Valoraciones**

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, se efectuarán multiplicando el número de éstas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

En el precio unitario aludido en el artículo anterior se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven los materiales por el Estado, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras, y toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del contratista los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originen con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que está dotado el inmueble.

El contratista no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibirse.

#### **Art. 2. Valoración de las obras no concluidas o incompletas**

Las obras no concluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el Presupuesto, sin que pueda pretenderse cada valoración de la obra fraccionada en otra forma que la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

#### **Art. 3. Precios contradictorios**

Si ocurriese algún caso excepcional e imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la propiedad y el contratista, estos precios deberán fijarse por la propiedad a la vista de la propuesta del director de obra y de las observaciones del contratista. Si éste no aceptase los precios aprobados quedará

exonerado de ejecutar las nuevas unidades y la propiedad podrá contratarlas con otro en los precios fijados o bien ejecutarlas directamente.

#### **Art. 4. Relaciones valoradas**

El Director de la obra formulará mensualmente una relación valorada de los trabajos ejecutados desde la anterior liquidación con arreglo a los precios del presupuesto.

El contratista, que presenciara las operaciones de valoración y medición, para extender esta relación, tendrá un plazo de diez días para examinarlas. Deberá dentro de este plazo dar su conformidad o, en caso contrario, hacer las reclamaciones que considere conveniente.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta, y no suponen la aprobación de las obras que en ellas se comprenden. Se formarán multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes, y descontando si hubiera lugar, de la cantidad correspondiente el tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.

#### **Art. 5. Obras que se abonarán al contratista y precio de las mismas**

Se abonarán al contratista de la obra que realmente se ejecute con arreglo al proyecto que sirve de base al Concurso, o las modificaciones del mismo, autorizadas por la superioridad, o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le haya comunicado por escrito el Director de la obra, siempre que dicha obra se halle ajustada a los preceptos del contrato y sin que su importe pueda exceder de la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna especie, salvo en los casos de rescisión.

Tanto en las certificaciones de obra como en la liquidación final, se abonarán las obras hechas por el contratista a los precios de ejecución material que figuren en el presupuesto para cada unidad de obra.

Si excepcionalmente se hubiera realizado algún trabajo que no se halle reglado exactamente en las condiciones de la Contrata, pero que sin embargo sea admisible a juicio del Director, se dará conocimiento de ello, proponiendo a la vez la rebaja de



precios que se estime justa, y si aquélla resolviese aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

Cuando se juzgue necesario emplear materiales para ejecutar obras que no figuren en el proyecto, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiera, y cuando no, se discutirá entre el director de la obra y el contratista, sometiéndoles a la aprobación superior.

Al resultado de la valoración hecha de este modo, se le aumentará el tanto por ciento adoptado para formar el presupuesto de la Contrata, y de la cifra que se obtenga se descontará lo que proporcionalmente corresponda a la rebaja hecha, en el caso de que exista ésta.

Cuando el contratista, con la autorización del Director de la obra emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que lo estipulado en el proyecto, sustituyéndose la clase de fábrica por otra que tenga asignado mayor precio, ejecutándose con mayores dimensiones cualquier otra modificación que resulte beneficiosa a juicio de la propiedad, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

#### **Art. 6. Abono de partidas alzadas**

Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por una partidaalzada del presupuesto, no serán abonadas sino a los precios de la Contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellos se formen o, en su defecto, por lo que resulte de la medición final.

Para la ejecución material de las partidas alzadas figuradas en el proyecto de obra, a las que afecta la baja de subasta, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización se someterá a su consideración al detalle desglosado del importe de la misma, si es de conformidad podrá ejecutarse.

**Art.7. Obras contratadas por Administración**

Si se diera este caso, tanto para la totalidad de la obra como para determinadas partidas, la Contrata está obligada a redactar un parte diario de jornales y materiales que se someterá al control y aprobación de la Dirección Facultativa.

El pago se efectuará mensualmente mediante la presentación de los partes conformados.

**Art. 8. Ampliación o reformas del proyecto por causas de fuerza mayor.**

Cuando, sobre todo en obras de reparación o de reforma, sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándolos según las instrucciones dadas por el Arquitecto Director en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado. El contratista está obligado a realizar con su personal, sus medios y materiales cuando la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en el presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente se convenga.

**Art. 9. Revisión de precios**

No procederá revisión de precios ni durante la ejecución ni al final de la obra, salvo en el caso de que expresamente así lo señalen la Propiedad y la Contrata en el documento de Contrato que ambos, de común acuerdo, formalicen antes de comenzar las obras. En este caso, el Contrato deberá recoger la forma y fórmulas de revisión a aplicar, de acuerdo con las señaladas en el Decreto 419/1964 de 20 de febrero del M.V. y concordantes.

En las obras del Estado u otras obras oficiales, se estará a lo que dispongan los correspondientes Ministerios en su legislación específica sobre el tema.

## **4. CONDICIONES LEGALES**

## **4.1. Recepción de obras**

### **Art. 1. Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras y hallándose éstas aparentemente en las condiciones exigidas, se procederá a su recepción provisional dentro del mes siguiente a su finalización.

Al acto de recepción concurrirán un representante autorizado por la propiedad contratante, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente

En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y se darán las instrucciones precisas y detalladas por el facultativo al contratista con el fin de remediar los defectos observados, fijándole plazo para efectuarlo, expirado el cual se hará un nuevo reconocimiento para la recepción provisional de las obras. Si la contrata no hubiese cumplido se declarará resuelto el contrato con pérdida de fianza por no acatar la obra en el plazo estipulado, a no ser que la propiedad crea procedente fijar un nuevo plazo prorrogable.

El plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción provisional de la obra

Al realizarse la recepción provisional de las obras deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos oficiales de la Provincia para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción provisional de las obras, ni, como es lógico, la definitiva, si no se cumple este requisito.

### **Art. 2. Recepción definitiva**

Dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras.

Si las obras se encontrasen en las condiciones debidas, se recibirán con carácter definitivo, levantándose el acta correspondiente, quedando por dicho acto el contratista

relevado de toda responsabilidad, salvo la que pudiera derivarse por vicios ocultos de la construcción, debido al incumplimiento doloso del contrato.

### **Art. 3. Plazo de garantía**

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será de un año, y durante este periodo el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la propiedad con cargo a la fianza. El contratista garantiza a la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la propiedad tomará acuerdo respecto a la fianza depositada por el contratista. Tras la recepción definitiva de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción, debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 15 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

### **Art. 4. Pruebas para la recepción**

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener conformidad, deberán ser retirados todos aquellos que la citada Dirección rechaza, dentro de un plazo de treinta días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material para su aprobación por la Dirección Facultativa, las cuales conservará para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuadas por cuenta de la Contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

## **4.2. Cargos al contratista**

### **Art. 1. Planos de las instalaciones**

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los Planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

### **Art.2. Autorizaciones y Licencias**

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que perceptivamente tienen que expedir las Direcciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc. Y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc. Que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

### **Art. 3. Conservación durante el plazo de garantía**

El contratista durante el año que media entre la recepción provisional y la definitiva, será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la recepción definitiva.

### **Art. 4. Normas de aplicación**

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial, sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en otra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura de 1.960.

Se cumplimentarán todas las normas de la presidencia del gobierno y ministerios de obras públicas y urbanismo vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

### **4.3. Rescisión de contrato**

#### **Art. 1. Causas de rescisión de contrato**

Son causas de rescisión del contrato las siguientes:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - Modificación del Proyecto, de tal forma que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio de la Dirección Facultativa, y en cualquier caso siempre que la variación del presupuesto de contrata, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o en menos el 25% como mínimo del importe total.
  - La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos del 40% como mínimo de algunas de las unidades que figuran en las mediciones del Proyecto, o más de un 50% de unidades del Proyecto modificado.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la obra dentro del plazo de 90 días a partir de la adjudicación, en este caso la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de seis meses.
- La inobservancia del plan cronológico de la obra, y en especial, el plazo de ejecución y terminación total de la misma.
- El incumplimiento de las cláusulas contractuales en cualquier medida, extensión o modalidad, siempre que, a juicio de la Dirección Facultativa sea por descuido inexcusable o mala fe manifiesta.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

#### **Art. 2. Recepción de trabajos cuya contrata se hubiera rescindido**

Se distinguen dos tipos de trabajos: Los que hayan finalizado por completo y los incompletos.

Para los primeros existirán dos recepciones, provisional y definitiva, de acuerdo con todo lo estipulado en los artículos anteriores. Para los segundos, sea cual fuera el estado de adelanto en que se encuentran, sólo se efectuará una única y definitiva recepción y con la mayor brevedad posible.



## **5. CONDICIONES TÉCNICAS**

## **5.1. Recepción de obras**

### **Art. 1.**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica previstas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de 1.960 y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

### **Art. 2.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

### **Art. 3.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### **Art.4.**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura de 1.960, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

## 5.2. Condiciones que han de cumplir los materiales

### Art. 1. Materiales para hormigones y morteros

- Áridos
- Generalidades. La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o en caso de duda, deberá comprobarse que cumplen las especificaciones de los apartados “Arena” y “Grava” de este capítulo.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2:96); por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenido por dicho tamiz y por “árido total” (o simplemente árido cuando no haya lugar a confusiones) aquél que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

- Limitación de tamaño: Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE (Artículo 28) en lo referente a hormigones.

Las arenas para mortero contendrán la siguiente dosificación en porcentaje:

- 55% de granos gruesos de 5 a 2,5 mm de diámetro.
  - 5% de granos medios de 2,5 a 1,25 mm de diámetro.
  - 40% de granos finos de 1,25 a 0,63 mm de diámetro.
- Agua para amasado. El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades

tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables para la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Exponente de hidrógeno  $\text{pH} \geq 5$  (UNE 7234:71).
- Sustancias disueltas  $\leq 15$  gramos por litro (15.000 p.p.m.) (UNE 7131:58).
- Sulfatos expresados en  $\text{SO}_4=$ , excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m.)  $\leq 1$  gramo por litro (1.000 p.p.m.)
- Ion cloruro,  $\text{Cl}^-$  (UNE 7178:60):
  - Para hormigón pretensado  $\leq 1$  gramo por litro (1.000 p.p.m.)
  - Para hormigón armado en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración  $\leq 3$  gramos por litro (3.000 p.p.m.).
  - Hidratos de carbono=0 (UNE 7132:58).
  - Sustancias orgánicas solubles en éter  $\leq 15$  gramos por litro (15.000 p.p.m.) (UNE7235:71).

Realizándose la toma de muestras según UNE 7236:71 y los análisis por los métodos de las normas indicadas. Podrán, sin embargo, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de esta agua para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

Con respecto al contenido de ion cloruro, se tendrá en cuenta lo previsto en 30.1 de EHE.

- Aditivos. Aditivos son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:98, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores químicos o físicos (heladas, altas temperaturas, etc.). El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado, según la UNE 83275:89 EX.

Los aditivos que modifiquen el comportamiento reológico del hormigón deberán cumplir la UNE EN 934-2:98. Los aditivos que modifiquen el tiempo de fraguado deberán cumplir la UNE 934-2:98.

- Cemento. Los cementos utilizables serán los definidos en la Instrucción EHE, artículo 26.1 y la vigente Instrucción para la Recepción de los cementos RC-97.

A la entrega del cemento, el suministrador acompañará un albarán con los datos exigidos por la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos, que establece las condiciones de suministro e identificación que deben satisfacer los cementos para su recepción.

Cuando el suministro se realice en sacos, el cemento se recibirá en los mismos envases cerrados en que fue expedido de fábrica, punto de expedición, centro de distribución o almacén de distribución.

El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente.

Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70°C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40 °C.

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno del falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno, realizándose esta determinación según la UNE 80114:96.

Cuando el suministro se realice en sacos, éstos se almacenarán en sitio ventilado y defendido, tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes. Si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad.

Aún en el caso de que las condiciones de conservación sean buenas, el almacenamiento del cemento no debe ser muy prolongado, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable es de tres meses, dos meses y un mes, respectivamente, para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5. Si el período de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento siguen siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo, se realizarán los ensayos de determinación de principio y fin de fraguado y resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) ó 2 días (todas las demás clases) sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

De cualquier modo, salvo en los casos en que el nuevo período de fraguado resulte incompatible con las condiciones particulares de la obra, la sanción definitiva acerca de la idoneidad del cemento en el momento de su utilización vendrá dada por los resultados que se obtengan al determinar, de acuerdo con lo prescrito en el Artículo 88 de la EHE, la resistencia mecánica a 28 días del hormigón con el fabricado.

Cuando el cemento posea la Marca de Calidad AENOR el Directo de Obra le eximirá de los ensayos de recepción. Para el resto de los cementos tendrá obligación de realizar los ensayos de recepción. Cuando se utilicen cementos con marca AENOR el único responsable de calidad de cemento es el fabricante.

Cuando se vaya a realizar la toma de muestras (UNE 80401:91) para la realización de los ensayos de recepción, se recomienda que estén presentes en el mismo el usuario y el fabricante.

## **Art. 2. Acero**

- Acero de alta adherencia en redondos para armaduras. Las armaduras pasivas para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por: barras corrugadas, mallas electro soldadas y armaduras básicas electro soldadas en celosía.

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados en las mallas electro soldadas se ajustarán a la serie siguiente: 5-5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5-10-10,5-11-11,5-12 y 14 mm.

Los diámetros nominales de los alambres, lisos o corrugados, empleados en las armaduras básicas electrosoldadas en celosía se ajustarán a la serie siguiente: 5-6-7-8-9-10 y 12 mm.

Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de su sección nominal. A los efectos de la instrucción EHE, se considerará como límite elástico del acero,  $f_y$ , el valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2 por 100.

Para aquellos aceros que posean un distintivo reconocido o un CC-EHE, ambos en el sentido expuesto en el artículo 1ª de la EHE, cada partida de acero acreditará que está en posesión y, en el caso de barras o alambres corrugados, del certificado específico de adherencia, e irá acompañado del oportuno certificado de garantía del fabricante, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en 31.2, 31.3 y 31.4 de la EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante facilitará además, si se le solicita, copia de los resultados de los ensayos de control de producción correspondientes a la partida servida.

En el caso de productos que no posean un distintivo reconocido o un CC-EHE, en el sentido expuesto en el párrafo anterior cada partida (90.1 EHE) deberá ir acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el artículo 1ª de la EHE para otorgar el CC-EHE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en 31.2, 31.3 y 31.4 de la EHE, según el caso. Además, irá acompañada, en el caso de barras o alambres corrugados, del certificado específico de adherencia.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, la armadura pasiva se protegerá adecuadamente contra la lluvia, la humedad del suelo y la eventual agresividad de la atmósfera ambiente. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Antes de su utilización y especialmente de un largo período de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillos de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie, tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

- Acero laminado. Acero A-42B. El fabricante garantiza las características mecánicas y la composición química de los productos laminados que suministra. El consumidor puede a costa suya encargar a la fábrica, o a un laboratorio oficial, o acreditado en el área técnica correspondiente, que realice ensayos o análisis químicos y extienda el documento que corresponda con los resultados obtenidos.

Las condiciones técnicas de suministro de los productos serán objeto de convenio entre el consumidor y el fabricante, y se ajustarán a lo que se establece en esta



norma y en las condiciones generales de la norma UNE 36007, en todo lo que no contradiga a la NBE-EA- 95.

Los productos no presentarán defectos internos o externos que perjudiquen a su correcta utilización.

Los fabricantes, para ofrecer la garantía de las características anteriormente citadas, realizarán sobre las coladas y sobre los productos laminados los ensayos que juzguen precisos y en la forma que crean conveniente.

Los ensayos de recepción que el consumidor pueda encargar, se realizarán de acuerdo con los puntos 2.1.5.2, 2.1.5.3, 2.1.5.4, 2.1.5.5, 2.1.5.6 y 2.1.5.7. de la norma NBE-EA-95. Si sobre una partida se realizan ensayos de recepción, ésta se dividirá en unidades de inspección según la norma UNE 36080 (EN 10025). Cada unidad de inspección se compondrá de productos de la misma serie y de la misma clase de acero, tales que sus espesores, en el lugar de la muestra para el ensayo de tracción, estén dentro de uno de los siguientes grupos: hasta 16 mm, entre 16 y 40 mm, mayor que 40 mm. El peso de cada unidad de inspección, salvo acuerdo en contrario, lo fijará el consumidor, pero no será mayor que 20 t.

Las muestras para preparación de las probetas utilizadas en los ensayos mecánicos, o para los análisis químicos, se tomarán de productos de la unidad de inspección sacados al azar, según las normas UNE 36300 y UNE 36400.

- Fundición. De segunda fusión, gris y tensión de rotura a tracción no menor de mil quinientos (1.500) kilogramos por centímetro cuadrado.

### **Art. 3. Materiales**

- Curado del hormigón. El curado del hormigón podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada en estas operaciones deberá poseer las cualidades exigidas en el artículo 27 de la EHE.

El curado por aprobación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados, siempre que tales métodos, especialmente en el caso de masas secas, ofrezcan las

garantías que se estimen necesarias para lograr, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización de la Dirección de Obra.

- Desencofrantes. Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facultando la labor de desmolde.

El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, sin cuyo requisito no se podrán utilizar. Dichos productos no deberán dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre la superficie del hormigón, ni deslizar por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. Por otra parte no deberán impedir la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible construcción de juntas de hormigonado, especialmente cuando se trate de elementos que posteriormente, vayan a unirse entre sí para trabajar solidariamente.

Los productos desencofrantes o desmoldeantes aprobados se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, colocándose el hormigón durante el tiempo en que estos productos sean efectivos.

Se evitará el uso de gasóleo, grasa corriente o cualquier otro producto análogo pudiéndose utilizar para estos fines barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida.

#### **Art.4. Encofrados y cimbras**

Las cimbras, encofrados y moldes, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado. Dichas condiciones deberán mantenerse hasta que el hormigón haya adquirido la

resistencia suficiente para soportar, con un margen de seguridad adecuado, las tensiones a que será sometido durante el desencofrado, desmolde o descimbrado.

Estos elementos se dispondrán de manera que se eviten daños en estructuras ya construidas.

El suministrador de los puntales justificará y garantizará las características de los mismos precisando las condiciones en que deben ser utilizados.

Se prohíbe expresamente el empleo de aluminio en moldes que hayan de estar en contacto con el hormigón.

Los encofrados y moldes serán lo suficientemente estancos para que, en función del modo de compactación previsto, se impidan pérdidas apreciables de lechada o mortero y se consigan superficies cerradas del hormigón.

Los encofrados y moldes de madera se humedecerán para que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Las superficies interiores de los encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado, y presentarán las condiciones necesarias para garantizar la libre retracción del hormigón y evitar así la aparición de fisuras en los paramentos de las piezas. Para facilitar esta limpieza en los fondos de los pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

#### **Art. 5. Aglomerante excluido cemento**

- Cal hidráulica. Cumplirá las siguientes condiciones:
  - Peso específico comprendido entre dos enteros y cinco décimas (2.5) y dos enteros y ocho décimas (2.8).
  - Densidad aparente superior a ocho décimas (0.8).
  - Pérdida de peso por calcinación al rojo blanco menor de doce por ciento (12%).
  - Fraguado entre nueve (9) y treinta (30) horas.

- Residuo de tamiz de novecientas (900) mallas menor de seis por ciento (6%).
  - Residuo de tamiz cuatro mil novecientas (4.900) mallas menor del veinte por ciento (20%).
  - Resistencia a la tracción de pasta pura a los siete (7) días superior a ocho (8) kilogramos por centímetro cuadrado. Curado de la probeta, un día al aire y el resto en agua.
  - Resistencia a la tracción del mortero a los siete (7) días, superior a cuatro (4) kilogramos por centímetro cuadrado. Curado de la probeta, un día al aire y el resto en agua.
  - Resistencia a la tracción de pasta pura a los veintiocho (28) días, superior a ocho (8) kilogramos por centímetro cuadrado y también superior a dos (2) kilogramos por centímetro cuadrado a la alcanzada al séptimo día.
- Yeso negro. Deberá cumplir las siguientes condiciones:
- El contenido en sulfato cálcico hemihidratado ( $\text{SO}_4 \text{ Ca}/2\text{H}_2 \text{O}$ ) será como mínimo del cincuenta por ciento (50%) en peso.
  - El fraguado no comenzará antes de los dos (2) minutos y no terminará después de los treinta (30) minutos.
  - En tamiz 02 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento (20%).
  - En tamiz 0.08 UNE 7050 no será mayor del cincuenta por ciento (50%).
  - Las probetas prismáticas 4x4x16 cm. De pasta normal ensayadas a flexión con una separación entre apoyos de 10.67 cm resistirán una carga central de ciento veinte (120) kilogramos como mínimo.
  - La resistencia a compresión, determinada sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo setenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (75 kg/cm<sup>2</sup>).

La toma de muestras se efectuará como mínimo en un tres por ciento (3%) de los sacos, mezclando el yeso procedente de los diversos sacos hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 kg. Como mínimo. Los ensayos se efectuarán según las Normas UNE 7064 y 7065.

- Yeso blanco. Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El contenido en sulfato cálcico hemihidratado ( $\text{SO}_4 \text{ Ca}/2\text{H}_2 \text{ O}$ ) será como mínimo del sesenta y seis por ciento (66%).
- El fraguado no comenzará antes de los dos (2) minutos y no terminará después de los treinta (30) minutos.
- El residuo en tamiz 1.6 UNE 7050 no será mayor del uno por ciento (1%).
- En tamiz 0.2 UNE 7050 no será mayor del diez por ciento (10%).
- En tamiz 1.08 UNE 7050 no será mayor del veinte por ciento (20%).
- Las probetas prismáticas 4x4x16 cm. De pasta normal ensayadas a flexión con una separación entre apoyos de 10.67 cm. Resistirán una carga central de ciento sesenta (160) kilogramos como mínimo.
- La resistencia a compresión, medida sobre medias probetas procedentes del ensayo a flexión, será como mínimo de cien kilogramos por centímetro cuadrado (100  $\text{kg/cm}^2$ ).

La toma de muestras se efectuará como mínimo en un tres por ciento (3%) de los sacos, mezclando el yeso procedente de los diversos sacos hasta obtener por cuarteo una muestra de 10 kg. Como mínimo. Los ensayos se efectuarán según las Normas UNE 7064 y 7065.

#### **Art. 6. Materiales de cubierta**

- Azoteas
- Azoteas transitables. Son aquellas cubiertas con pendiente no mayor del 3% apta para el uso y permanencia de personas. Su ejecución será mediante faldones de hormigón aligerado o bien sobre tabiquillos. En el primer caso el hormigón se obtendrá añadiendo a un mortero un aditivo espumante o gaseante de acuerdo con las condiciones de su Documento de Idoneidad Técnicas. También podrá aligerarse el mortero incorporándose en la proporción adecuada materias inertes ligeras (escorias, vermiculita, etc.). Las membranas impermeabilizantes, se colocarán entre dos capas de mortero de cemento y arena de río de dosificación 1:6 y de 2 cm. de espesor.

En el segundo caso, los tabiquillos de ladrillo s/h se tomarán con mortero de yeso negro, con un 25% de huecos para ventilación y separados 50 cm. Entre ejes. Sobre dichos tabiquillos se colocará un doble tablero de rasilla, el primero recibido con

yeso y el segundo con mortero 1:6. Obligatoriamente dispondrá de barrera de vapor sobre la superficie del forjado a base de 1,5 kg/m<sup>2</sup> de oxiasfalto. La membrana impermeabilizante se colocará de igual modo que en el caso anterior.

El despiece en planta se realizará mediante juntas de dilatación de lados no mayores de 6 m.

- Azoteas no transitables. Son aquellas cubiertas con pendientes comprendidas entre el 1 y el 15% de pendientes, visitables únicamente a efectos de conservación o reparación. Su ejecución será mediante faldones de hormigón o sobre tabiquillos. Las características de los materiales y disposición, serán semejantes a las definidas con anterioridad.

El despiece en planta se realizará mediante juntas de dilatación que siempre serán limatesas en planas de lados no mayores de diez (10) metros.

- Lucernarios

- Claraboyas. Son elementos prefabricados para ventilación y/o iluminación, en cubiertas planas de pendiente inferior al 10%. Serán de material sintético termoestable, impermeable e inalterable a los agentes atmosféricos. Deberá tener concedido el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica con indicación de su transparencia nominal.

El sistema de fijación incluirá una arandela de goma de 5 mm de espesor mínimo y será estanco a la lluvia.

Cuando sean previsibles temperaturas superiores a los 40 grados, se emplearán exclusivamente claraboyas con zócalo prefabricado.

- Hormigón translúcido. Son lucernarios formados por placas de hormigón translúcido, capaces de soportar sobrecargas no superiores a 600 kg/m<sup>2</sup>, con pendientes máximas del 15%. La baldosa de vidrio moldeada presentará dibujo antideslizante en su cara pisable y cavidad en la opuesta. Su superficie lateral deberá asegurar su perfecta adherencia al hormigón. Su transmitancia luminosa será del 90%.

Los lucernarios de hormigón translúcido estarán formados por una o varias placas rectangulares, distribuidas homogéneamente y evitando su coincidencia con las juntas del edificio. Cada placa estará sustentada, al menos en dos de sus lados opuestos, en elementos estructurales capaces de resistir su peso y la sobrecarga fijada.

- Impermeabilizantes. Podrán ser bituminosos ajustándose a uno de los sistemas aceptados por la Norma MV-301, 1970 cuyas condiciones cumplirá; o no bituminoso o bituminoso modificado teniendo concedido Documento de Idoneidad Técnica de I.E.T.C.C. cumpliendo todas sus condiciones.

### **Art.7. Plomo y Cinc**

Salvo indicación de lo contrario la ley mínima del plomo será de noventa y nueve por ciento (99%).

Será de la mejor calidad: de primera fusión, dulce, flexible, laminado; teniendo las planchas espesor uniforme, fractura brillante y cristalina, desechándose las que tengan picaduras o presenten hojas, aberturas o abolladuras.

El plomo que se emplee en tuberías será compacto, maleable, dúctil y exento de sustancias extrañas, y en general, de todo defecto que permita la filtración y escape del líquido. Los diámetros y espesores de los tubos serán los indicados en el estado de mediciones, o en su defecto, los que indique la Dirección Facultativa.

### **Art. 8. Materiales para fábricas y forjados**

- Fábrica de Ladrillo. Los ladrillos serán de primera calidad según definido en la Norma MV 2011 1972. Las condiciones dimensionales y de forma, así como las tolerancias, cumplirán igualmente lo establecido en la citada Norma. Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la Norma UNE 7267.

Será de tonalidad uniforme, sin eflorescencias, manchas, requemados, desconchones o mordiscos superiores al 15% de la superficie de la cara donde estén. Tendrán timbre sonoro por percusión. Su regularidad será perfecta para obtener tendeles uniformes. Tendrán fractura de grano fino, sin coqueras ni caliches

y procederá de cerámicas solventes y acreditadas. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

- L. macizos 70 kg/cm<sup>2</sup>
- L. perforados 100 kg/cm<sup>2</sup>
- L. huecos 30 kg/cm<sup>2</sup>

No absorberán más del 15% de su peso estando 7 días sumergidos en agua y no más del 0,15% en 24 horas. No serán heladizos.

- Viguetas prefabricadas. Las viguetas serán de hormigón armado o pretensado, pudiendo llevar en ambos casos una pieza canal de recubrimiento cerámico con espesores de tabiques no inferiores a 7 mm.

No presentarán alabeos ni figuraciones superiores a 0,1 mm y sin contra flecha superior al 0,2% de la luz.

Cumplirán las características señaladas en la Ficha de Características Técnicas aprobadas por la Dirección General de Arquitectura y Tecnología de la Edificación del M.O.P. U. El coeficiente de seguridad a rotura no será inferior a 2. No obstante, el fabricante deberá garantizar su fabricación y resultados por escrito, caso de que se requiera.

El fabricante deberá facilitar instrucciones adicionales para su utilización y montaje en caso de ser éstas necesarias, siendo responsable de los daños que pudieran ocurrir por carencia de las instrucciones necesarias.

- Bovedillas. Las bovedillas podrán ser cerámicas o de mortero de cemento. Las características se deberán exigir directamente al fabricante a fin de ser aprobadas.

No presentarán alabeos, roturas ni figuraciones. Los bloques apoyados en sus dos extremos deberán soportar una carga vertical igual o mayor a 150 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Art. 9. Materiales para solados y alicatados**

- Baldosas. Solado constituido por placas para suelo o piezas de huella de peldaños de los siguientes materiales.



- Hidráulica de cemento. Constituida por una capa de mortero rico en cemento, arena muy fina y colorantes, y una capa base de mortero menos rico en cemento y con arena gruesa.
- De pasta de cemento. Constituida por una capa de cemento con colorante y una pequeña cantidad de arena muy fina.
- De cerámica normal o gres. A base de arcillas, caolines, sílice, fundentes y otros componentes cocidos a altas temperaturas, con acabado superficial esmaltado o no.

Su cara vista será lisa o con relieves y exenta, de grietas y manchas, siendo la cara posterior con relieve que facilite su adherencia con el material de agarre. Si su acabado es esmaltado, éste será impermeable e inalterable a la luz.

Todas ellas podrán ser recibidas mediante mortero de cemento 1:6 o adhesivo adecuado, siendo posteriormente techadas con cemento.

Las baldosas situadas al exterior o en locales húmedos interiores serán de dureza superior a 5 (Escala de Mohs) y no heladizas.

- Rodapiés de baldosa. Las piezas para plinto de solado o zanquín de escalera, de las mismas características que las del solado, tendrán un canto romo y una altura mínima de 5 centímetros.
- Entarimados. Solado constituido por tablas o tablillas de madera frondosa o resinosa de peso no inferior a 400 kg por metro cúbico. Su humedad no podrá ser superior al 10% siendo su tensión de rotura superior a 100 kg por centímetro cuadrado.

Estarán exentas de alburas, acebolladuras y azulado, tratadas contra ataques de hongos e insectos. Las tablas y tablillas tendrán un envejecimiento natural de seis meses o habrán sido estabilizadas sus tensiones. Sus formas de presentación admisibles son:

- Entarimado sobre rastreles. Los rastreles serán de pino recibidos con yeso negro, separados a 30 cm., nivelados y con una separación de 16 centímetros del parámetro.

Sobre él se extenderá previo lijado y acuchillado una primera mano de barniz sintético especial con Documento de Idoneidad Técnica. Posteriormente se darán otras dos manos.

- Parquet de mosaico-madera. Irá colocado sobre una capa de mortero 1:3 de 30 mm de espesor o sobre terrazo desbastado, sobre el que se adherirá el mosaico con tablillas mediante adhesivo homologado.
- Parquet de baldosa-madera. Irá colocado sobre una capa de mortero 1:6 de 25 mm de espesor.

La colocación en todos los casos se efectuará cuando la edificación está acabada y acristalada. El acabado en estos casos será semejante al del entarimado.

- Rodapiés de madera. Las piezas serán de madera de iguales características de las indicadas para el solado, de sección rectangular, biseladas en el ángulo inferior posterior, con un espesor mínimo de 12 mm y una altura mínima de 6 cm.
- Terrazos. Solado constituido por placas formadas por una capa de base de mortero de cemento y una cara de huella de mortero de cemento con arenilla de mármol, chinas o lajas de piedra y colorantes.

Los áridos estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la Norma UNE 41060. Las tolerancias en dimensiones serán:

- Para medidas superiores a diez (10) centímetros, cinco décimas de milímetro (0,5 mm) en más o en menos.
- Para medidas de diez (10) centímetros o menos, tres décimas de milímetro (0,3 mm) en más o en menos.
- El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de un milímetro y medio (1,5 mm) y no será inferior a los valores indicados a continuación.
- Se entiende a estos efectos por lado, el mayor del rectángulo si la baldosa es rectangular, y si es de otra forma, el lado mínimo del cuadrado circunscrito.

- El espesor de la capa de la huella será uniforme y no menor en ningún punto de siete milímetros (7 mm) y, en las destinadas a soportar tráfico o en las losas, no menor de ocho milímetros (8 mm).
- La variación máxima admisible en los ángulos medida sobre un arco de 20 cm. De radio será de más/menos medio milímetro (0,5 mm). La flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el cuatro por mil (0,4) de la longitud, en más o en menos.
- El coeficiente de absorción de agua determinado según la Norma UNE 7008 será menor o igual al quince por ciento (15%).
- El ensayo de desgaste se efectuará según Norma UNE 7015, con un recorrido de 250 m. en número y con arena como abrasivo, el desgaste máximo admisible será de cuatro milímetros y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores de tres milímetros (3 mm) en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.

Las muestras para los ensayos se tomarán por azar; veinte unidades como mínimo del millar y cinco unidades por cada millar más, desechando y sustituyendo por otras las que tengan defectos visibles, siempre que el número de desechadas no exceda del cinco por ciento (5%).

- Rodapiés de terrazo. Las piezas para rodapié, estarán hechas de los mismos materiales que los del solado, tendrán un canto romo, y sus dimensiones serán de 40x10 cm. Las exigencias técnicas serán análogas a las del material de solado.
- Suelos laminados. Formados por revestimientos de vinilo-amianto, PVC, linóleo y goma, en losetas o en rollos, que deberán tener concedido el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica con la clasificación UPEC del material. Su colocación se realizará sobre una capa de mortero de dosificación 1:4 y 30 mm de espesor, una pasta de alisado y un adhesivo cuya aplicación mínima será de 250 gramos por metro cuadrado.

No deberá pisarse durante las 5 horas siguientes a su colocación.

- Moquetas. Revestimiento de suelo con materiales textiles a base de fibras naturales o sintéticas, en losetas o rollos, que deberán tener concedido el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica con la clasificación UPEC del material.

Su colocación se realizará adherida sobre una capa de mortero de dosificación 1:4 y 0 mm de espesor, una pasta de alisado y un adhesivo cuya aplicación mínima será de 250 gramos por metro cuadrado, o bien tensada mediante bandas adhesivas.

- Suelos de piedra. Revestimientos de suelo y escaleras en interiores y exteriores a base de piedra natural o artificial. Podrá estar constituido a base de losas, baldosas permeables o no, adoquines, engrasillado o empedrado.

Las losas serán piezas de forma regular o irregular, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera, la cara superior plana trabajada y la inferior desbastada o en su natural, con los bordes vivos o biselados. Podrá estar compuesta por granito, cuarcita, pizarra o arenisca.

Las baldosas serán placas cuadradas o rectangulares, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera, la cara superior plana trabajada y la inferior cortada a sierra, con los bordes vivos o biselados. Podrá estar compuesta por granito, cuarcita, pizarra, mármol o caliza. Su espesor mínimo será de 2 cm. Cuando el lado mayor no exceda de 45 cm. Y de 3 cm cuando exceda de dicho valor.

Los adoquines tendrán forma de tronco de pirámide y cumplirán la Norma UNE 41005. Su aspecto exterior será uniforme, limpio y sin pelos.

El empedrado se ejecutará mediante grava de tamaño entre 50 y 100 mm con características uniformes o con colores y granulometría distinta para formar dibujos geométricos, rejuntada mediante lechada de cemento y arena de dosificación 1:1, y asentada sobre una capa de mortero de 5 cm de espesor mínimo y dosificación 1:4.

- Rodapiés de piedra. Las piezas para plinto de solado o zanquín de escalera, serán de las mismas características que el solado, con sus aristas vivas a excepción de la superior que podrá ser biselada y una altura mínima de 5 cm.
- Soleras. Revestimiento de suelos con capa resistente de hormigón en masa, cuya superficie quedará vista o recibirá un revestimiento de acabado. Podrán ser ligeros, semipesados o pesados en función de las resistencias de sus hormigones.

Sus superficies se terminarán mediante reglado y el curado se realizará con riegos que no originen deslavado.

El sellado de juntas será de material elástico, adherente al hormigón y con el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica.

- Suelos industriales. Revestimiento de suelos que exijan del pavimento especiales resistencias a la abrasión o impacto, al ataque accidental de agentes agresivos químicos y a temperaturas elevadas, o características antipolvo, antichispa, desmontable, antideslizante, puesta en servicio inmediata y amortiguación de golpes. Sus condiciones y características en caso de emplearse serán objeto de pliego de condiciones específico.
- Azulejos. Se definen como azulejos las piezas poligonales, formadas por un bizcocho cerámico, poroso, prensado y una superficie esmaltada impermeable e inalterable. Cocidos a temperaturas superior a los 900 grados, de dureza superficial Mohs superior a 3 y resistencia a la flexión mayor o igual a 150 Kg/cm<sup>2</sup>.

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de texturas compactas y resistentes al desgaste.
- Carecer de grietas, coqueras, planos y exfoliaciones y materias extrañas, que puedan disminuir su resistencia y duración.
- Tener color uniforme y carecer de manchas eflorescentes.
- La superficie vitrificada será completamente plana, salvo cantos romos o terminales.

Los azulejos estarán perfectamente moldeados, y su forma y dimensiones serán las señaladas en los planos. La superficie de los azulejos será brillante, salvo que, explícitamente se exija que la tenga mate.

Los azulejos situados en las esquinas no serán lisos, sino que presentarán según los casos, un canto romo, largo o corto, o un terminal de esquina izquierda o derecha, o un terminal de ángulo entrante con aparejo vertical u horizontal.

La tolerancia en las dimensiones será de uno por ciento (1%) en menos y un cero (0%) en más, para los de primera clase.

La determinación de los defectos en las dimensiones se hará aplicando una escuadra perfectamente ortogonal a una vertical cualquiera del azulejo, haciendo coincidir

una de las aristas con un lado de la escuadra. La desviación del extremo de la otra arista respecto al lado de la escuadra es el error absoluto, que se traducirá a porcentual.

Su colocación será mediante mortero bastardo de consistencia seca o mediante adhesivos autorizados, rejuntándose posteriormente mediante lechada de cemento blanco.

- Baldosas y losas de mármol. Los mármoles deben de estar exentos de los defectos generales tales como, pelos, grietas, coqueras, bien sean estos defectos debidos a trastornos de la formación de la masa o mala explotación de las canteras.

Deberán estar perfectamente planos y pulimentados.

Las baldosas serán piezas de dimensiones variables y 2,5 cm de espesor. Las tolerancias en sus dimensiones se ajustarán a las expresadas en el párrafo 9.1 para las piezas de terrazo.

- Rodapiés de mármol. Las piezas de rodapié estarán hechas del mismo material que las del solado; tendrán un canto romo y serán de 20 cm. De altura mínima.

Las exigencias técnicas serán análogas a las del solado de mármol.

**Art. 10. Carpintería de taller**

- Puertas y ventanas de madera. Las maderas a emplear en los perfiles serán de peso específico no inferior a 450 kg/m<sup>2</sup>, con un contenido de humedad comprendido entre un 12 y un 15%, sin alabeos, fendas ni acebolladuras. No presentarán ataques de hongos o insectos y la desviación máxima de las fibras respecto al eje será menor de 1616. Los nudos serán sanos, no pasantes ni saltadizos y de diámetro inferior a 15 mm distando entre sí 30 cm como mínimo. Se admitirán nudos de diámetro inferior a la mitad de la cara, cuando la carpintería vaya a ser pintada y se sustituirán por piezas de madera sana encolada.

Cuando la carpintería vaya a ser barnizada, la madera vendrá de forma que las fibras tengan una apariencia regular y estará exenta de azulado. Cuando la carpintería vaya a ser pintada, se admitirá azulado en un 15% de la superficie de la cara.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de ensamblajes que aseguren su rigidez, quedando encoladas, mediante colas que cumplan la Norma UNE 56702.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto. Todas las caras de la carpintería quedarán correctamente cepilladas, enrasadas y sin marcas de cortes.

Los equipos de carpintería de origen industrial, deberán tener la aprobación de Marca de Calidad, la autorización de uso del M.O.P. U. o Documentación de Idoneidad Técnico expedido por el I.E.T.C.C.

Las dimensiones y secciones de todos sus elementos (cercos, hojas, maineles, junquillos, etc.) serán las fijadas en el correspondiente plano del proyecto.

- Cercos. Los cercos de los marcos interiores serán de primera calidad con una escuadra mínima de 7x5 cm.

**Art. 11. Carpintería metálica**

- Ventanas y Puertas. Serán a base de acero, acero inoxidable o aleaciones ligeras. Los perfiles empleados en la confección de ventanas y puertas metálicas, serán especiales de doble junta y cumplirán todas las prescripciones legales. No se admitirán rebabas ni curvaturas, rechazándose los elementos que adolezcan de algún defecto de fabricación. Deberán poseer Certificado de Origen Industrial o Documentación de Idoneidad Técnica.

**Art. 12. Pinturas**

- Pintura al temple. Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso, con la adición de un antifermento tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser:
  - Blanco de Cinc que cumplirá con la Norma UNE 48041.
  - Litopón que cumplirá la Norma UNE 48040.
  - Bióxido de Titanio, tipo anatasa según la Norma UNE 48044.

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos, considerados como cargas no podrán entrar en una proporción mayor del veinticinco por ciento (25%) del peso del pigmento.

- Pintura plástica. Está compuesta por un vehículo formado por barniz alquímico y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

**Art. 13. Colores, aceites, barnices, etc.**

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad. Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites o de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.



Los aceites y barnices reunirán a su vez las siguientes condiciones:

- Ser inalterables por la acción del aire.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y color perfectos.

Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que, al usarlo, deje manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

#### **Art. 14. Fontanería**

- Tubería de hierro galvanizado. La designación de pesos, espesores, tolerancias, etc. Se ajustarán a las correspondientes normas DIN.

Los manguitos de unión serán de hierro maleable galvanizado con junta esmerilada.

- Tubería de cobre. La red de distribución de gas butano se realiza en tubería de cobre, sometiendo a la citada tubería a la presión de prueba exigida por la empresa Gas Butano, operación que se efectuará una vez acabado el montaje. Las designaciones, pesos, espesores de pared y tolerancias, se ajustarán a las normas correspondientes de la citada empresa.

Las válvulas, a las que se someterá a una presión de prueba superior en un cincuenta por ciento (50%) a la presión de trabajo, serán de marca aceptada por la empresa Gas Butano y con las características que ésta le indique.

#### **Art. 15. Saneamiento**

- Saneamiento horizontal. El saneamiento horizontal se realizará a base de tubería de cemento centrifugado o vibrado de espesor uniforme y superficie interior lisa en caso de ir enterrada, o bien mediante tubería de fibrocemento sanitaria o de presión o de PVC en caso de ir vista.

En todos los casos se exigirá el Documento de Idoneidad Técnica. El diámetro mínimo a emplear será de 15 cm.

Los cambios de sección se realizarán mediante las arquetas correspondientes.

- Bajantes. Las bajantes tanto de aguas pluviales como fecales serán de fibrocemento o material plástico que dispongan de autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 9 cm. En pluviales y de 12,5 cm en fecales. Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault u otras autorizadas.

#### **Art. 16. Instalaciones eléctricas**

- Normas. Todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de A.T. como de B.T., deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales C.B.I., los reglamentos para instalaciones eléctricas actualmente en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.
- Conductores de baja tensión. Los conductores de los cables serán de nudo recocido normalmente con formación e hilo único hasta seis milímetros cuadrados

La cubierta será de policloruro de vinilo (PVC) tratada convencionalmente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión, respecto al PVC normal.

La acción sucesiva del sol y de la humedad no debe provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.

Los cables denominados de “instalación”, normalmente alojados en tubería protectora, serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.

La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Los ensayos de tensión y de la resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V. y de igual forma que en los cables anteriores.

- Aparatos de alumbrado interior. Las luminarias se construirán con chasis de chapa de acero de calidad, con espesor o nervaduras suficientes para alcanzar tal rigidez.

Los enchufes con toma de tierra, tendrán esta toma dispuesta de forma que sea la primera en establecerse y la última en desaparecer, y serán irreversibles, sin posibilidad de error en la conexión.

### **5.3. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra y su ejecución**

#### **Art. 1. Movimiento de tierras**

- Explanación y préstamos
- Definición. Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno, así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.
- Ejecución de las obras. Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este Pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso no se desechará ningún material excavado sin previa autorización.

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

- Medición y abono. La excavación de la explanación se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), realmente excavados medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.
- Excavación en zanjas y pozos
- Definición. Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito y lugar de empleo.
- Ejecución de las obras. El contratista de las obras notificará con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y obtenerse una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección Facultativa podrá modificar la profundidad, si a la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

- Preparación de cimentaciones. La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto.

Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convencionales.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón pobre con un mínimo de cinco centímetros de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se facturará independientemente del resto de los hormigones empleados en cimentación.

- Medición y abono. La excavación en zanjas o pozos, se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.
- Relleno y apisonado de zanjas de pozos
- Definición. Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.
- Extensión y compactación. Los materiales de relleno se entenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme, y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del dos por ciento (2%). Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo, o por adición de mezcla de materias secas o sustancias apropiadas (por ej. Cal viva). Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Sobre las capas de ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que se concentren rodadas en superficie.

- Medición y abono. Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

**Art. 2. Hormigones**

- Dosificación de hormigones. Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón, de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en el artículo 68º de la EHE.
- Fabricación de hormigón. Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un período de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

- Mezcla en obra. La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.
- Transporte de hormigón. El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

- Puesta en obra del hormigón. Como norma general no debe transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, salvo en pilares donde se extremarán las máximas precauciones, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras. En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándose en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

- Compactación del hormigón. La compactación de hormigones deberá realizarse perfectamente por vibración, admitiéndose el picado mediante barra en obras de menor importancia. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndose ligeramente, de modo que la superficie del hormigón quede totalmente húmeda. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente, y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se supere los diez centímetros por segundo (10 cm/s), con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a setenta y cinco centímetros (75 cm), y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibradora una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de diez centímetros de la pared del encofrado.
- Curado de hormigón. Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar. En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga

o vibraciones, que puedan provocar la figuración del elemento hormigonado. Estos plazos prescritos como mínimos, deberán aumentarse en un cincuenta por ciento (50%) en tiempo seco.

El curado por riego podrá sustituirse por la impermeabilización de la superficie, mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos especiales, siempre que tales métodos ofrezcan las garantías necesarias para evitar la falta de agua libre en el hormigón durante el primer período de endurecimiento.

- Juntas en el hormigonado. Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, pudiendo cumplir lo especificado en los Planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón.

Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

- Terminación de los paramentos vistos. Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos metros (2m) de longitud aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:
  - Superficies vistas: seis milímetros (6 mm).
  - Superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm).



- Limitaciones de ejecución. El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de agua a las masas del hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento. Igualmente se suspenderá, cuando se prevea que las temperaturas a lo largo del día puedan descender por debajo de los cero grados. Como norma general no se procederá a hormigonar cuando la temperatura a las nueve de la mañana sea inferior a los cuatro grados centígrados. Con el fin de controlar dichas circunstancias, se habilitará en obra un termómetro de máximas y mínimas situado en zona visible y adecuada.
- Medición y abono. El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado, se medirá entre caras de terreno excavado.

En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjados, etc., se medirá de esta forma por  $m^2$  realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidos a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por  $m^3$  o por  $m^2$ . En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado del hormigón.

### **Art. 3. Morteros**

- Dosificación de morteros. Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.
- Fabricación de morteros. Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomitas ni grumos.
- Medición y abono. El mortero suele ser una unidad y por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro

cuadrado (m<sup>2</sup>), obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

#### **Art.4. Encofrados**

- Construcción y montaje. Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y (a rigidez necesarias para que con la marca prevista de hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los cinco milímetros (5 mm).

Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados, y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

- Apeos y cimbras Construcción y montaje de la cimbra o apeo. Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.). Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que, en ningún momento, los movimientos locales,

sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1000).

- Desencofrado y descimbrado del hormigón. El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor.

El descombrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descombrar. El descombrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

#### **Art. 5. Armaduras**

- Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras. Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con la Instrucción EHE para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa o Armado.
- Medición y abono. De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kilogramos realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará por solapes un peso mayor del cinco por ciento (5%) del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

Además de estas normas de carácter general se tendrán en cuenta las siguientes:

El precio comprenderá la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de

las mismas, el izado, colocación y sustentación en obra, incluido el alambre para ataduras y los separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

#### **Art.6. Albañilería**

- Fábrica de ladrillo. Los ladrillos se colocarán según los aparejos reseñados en el proyecto. Antes de colocarlos se mojarán en agua. El humedecimiento deberá ser hecho inmediatamente antes de su empleo, debiendo estar sumergidos en agua diez minutos al menos. Salvo especificaciones en contrario, el tendel debe tener un espesor de diez milímetros (10 mm). Todas las hiladas deben quedar perfectamente horizontales y con la cara buena perfectamente plana, vertical y a paño con los demás elementos con los que deba coincidir. Para ello se hará uso de las miras necesarias, colocando la cuerda en las divisiones o marcas hechas en las miras. Salvo indicación en contra, se empleará mortero de 250 Kg de cemento P-250 por m<sup>3</sup> de pasta.
- Tabicón de ladrillo hueco doble. Para la construcción de tabiques, se emplearán tabicónes huecos colocándolos de canto, con sus lados mayores horizontales formando los paramentos del tabique. Se mojarán inmediatamente antes de su uso. Se tomarán con mortero de cemento. Su construcción se hará con auxilio de miras y cuerdas y se rellenarán las hiladas perfectamente horizontales. Cuando en el tabique haya huecos, se colocarán previamente los cercos que quedarán perfectamente aplomados y nivelados. Su medición se hará por metro cuadrado de tabique realmente ejecutado, descontando huecos.
- Cítaras de ladrillo perforado y hueco doble. Se tomarán con mortero de cemento y con condiciones de medición y ejecución análogas a las descritas en el párrafo 6.2. para el tabicón.
- Tabiques de ladrillo hueco sencillo. Se tomarán con mortero de cemento o yeso negro y con condiciones de ejecución y medición análogas a las descritas en el párrafo 6.2.
- Guarnecido y maestreado de yeso negro. Para ejecutar los guarnecidos se construirán unas muestras de yeso previamente, que servirán de guía al resto de revestimiento. Para ello se colocarán renglones de madera bien rectos, espaciados a

un metro aproximadamente sujetándolos con dos puntos de yeso en ambos extremos.

Los renglones deben estar perfectamente aplomados guardando una distancia de 1,5 a 2 cm. Aproximadamente del paramento a revestir. Las caras interiores de los renglones estarán situadas en un mismo plano, para lo cual se tenderá una cuerda por los puntos superiores e inferiores de yeso, debiendo quedar aplomados en sus extremos. Una vez fijos los renglones se regarán el paramento, y se echará el yeso entre cada región y el paramento procurando que quede bien relleno el hueco. Para ello, se irán lanzando pelladas de yeso al paramento pasando una regla bien recta sobre las maestras quedando enrasado el guarnecido con las maestras.

Las masas de yeso habrá que hacerlas en cantidades pequeñas para ser usadas inmediatamente y evitar su aplicación cuando esté “muerto”. Se prohíbe tajantemente la reparación del yeso en grandes artesas con gran cantidad de agua para que vaya espesando según se vaya empleando. Si el guarnecido va a recibir un enlucido posterior, quedará con su superficie rugosa a fin de facilitar la adherencia del enlucido. En todas las esquinas se colocarán guardavivos preferentemente metálicos de dos metros de altura. Su colocación se hará por medio de un renglón debidamente aplomado que servirá, al mismo tiempo, para hacer la muestra de la esquina.

La medición se hará por metro cuadrado de guarnecido, realmente ejecutado, deduciéndose huecos, incluyéndose en el precio todos los medios auxiliares, andamios, banquetas, etc., empleados para su construcción. En el precio se incluirán, asimismo, los guardavivos de las esquinas y su colocación.

Enlucido de yeso blanco. Para los enlucidos se usarán únicamente yesos blancos de primera calidad. Inmediatamente de amasado se extenderá sobre el guarnecido de yeso hecho previamente, extendiéndolo con la llana y apretando fuertemente hasta que la superficie quede completamente lisa y fina. El espesor del enlucido será de dos a tres milímetros. Es fundamental que la mano de yeso se aplique inmediatamente después de amasado para evitar que el yeso este “muerto”.

Su medición y abono será por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada. Si en el Cuadro de Precios figura el guarnecido y el enlucido en la misma unidad, la

medición y abono correspondiente comprenderá todas las operaciones y medios auxiliares necesarios para dejar bien terminado y rematado tanto el guarnecido como el enlucido, con todos los requisitos prescritos en este Pliego.

- Enfoscados de cemento. Los enfoscados de cemento se harán con mortero de 550 Kg. De cemento por m<sup>3</sup> de pasta, en paramentos exteriores y de 500 Kg. De cemento por m<sup>3</sup> en paramentos interiores, empleándose arena de río o de barranco, lavada para su confección.

Antes de extender el mortero se preparará mediante maestras el paramento sobre el cual haya de aplicarse.

En todos los casos se limpiarán bien de polvo los paramentos y se lavarán, debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de extender el mortero. La fábrica debe estar en su interior perfectamente seca. Las superficies de hormigón se picarán, regándolas antes de proceder al enfoscado.

Preparada así la superficie, se aplicará con fuerza el mortero sobre una parte del paramento por medio de la llana, evitando echar una porción de mortero sobre otra ya aplicada. Así se extenderá una capa que se irá regularizando al mismo tiempo que se coloca para lo cual se recogerá con el canto de la llana el mortero. Sobre el revestimiento blando todavía se volverá a extender una segunda capa, continuando así hasta que la parte sobre la que se haya operado tenga conveniente homogeneidad. Al emprenderla nueva operación habrá fraguado la parte aplicada anteriormente. Será necesario pues, humedecer sobre la junta de unión antes de echar sobre ella las primeras capas de mortero.

La superficie de los enfoscados debe quedar áspera para facilitar la adherencia del revoco que se eche sobre ellos. En el caso de que la superficie deba quedar fratasada se dará una segunda capa de mortero fino con el fratás.

Si las condiciones de temperatura y humedad lo requieren a juicio de la Dirección Facultativa, se humedecerán diariamente los enfoscados, bien durante la ejecución o después de terminada, para que el fraguado se realice en buenas condiciones.

Su medición y abono será por metros cuadrados de superficie realmente ejecutada.

- Formación de peldaños. Se construirán con ladrillo hueco sencillo o piezas especiales prefabricadas para tal fin, tomado con mortero de cemento.

#### **Art. 7. Solados y alicatados**

- Solado de baldosas de terrazo. Las baldosas, bien saturadas de agua, a cuyo efecto deberán tenerse sumergidas en agua una hora antes de su colocación, se asentarán sobre una capa de mortero de 400 kg/m<sup>3</sup> confeccionado con arena, vertido sobre otra capa de arena bien igualada y apisonada, cuidando que el material de agarre forme una superficie continua de asiento y recibido del solado, y que las baldosas queden con sus lados a tope.

Terminada la colocación de las baldosas se las enlechará con lechada de cemento Portland, pigmentada con el color del terrazo, hasta que se llenen perfectamente las juntas repitiéndose esta operación a las cuarenta y ocho horas.

El acabado pulido del solado se hará con máquina de disco horizontal, no pisándose durante 48 horas como mínimo.

En caso de especificarse abrillantado, éste se realizará mediante medios mecánicos y abrillantadores idóneos.

- Solados. El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal con perfecta alineación de sus juntas en todas las direcciones. Colocando una regla de dos metros de longitud sobre el solado, en cualquier dirección; no deberán aparecer huecos mayores de 5 mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos cuatro días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Los pavimentos se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie de solado realmente ejecutada.

Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios

auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este Pliego.

- Alicatados de azulejos. Los azulejos que se empleen en el chapado de cada paramento o superficie seguida, se entonarán perfectamente dentro de su color para evitar contrastes, salvo que expresamente se ordene lo contrario por la Dirección Facultativa.

El chapado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes y necesarias especiales y de canto romo, y se sentará de modo que la superficie quede tersa y unida, sin alabeo ni deformaciones a unta seguida, formando las juntas línea seguida en todos los sentidos sin quebrantos ni desplomes.

Los azulejos sumergidos en agua doce horas antes de su empleo se colocarán con mortero de cemento o cemento-cola sobre enfoscado, no admitiéndose el yeso como material de agarre.

Todas las juntas se rejuntarán con cemento blanco o pigmentado en su color, según los casos y deberán ser terminadas cuidadosamente.

La medición se hará por metro cuadrado realmente realizado, descontándose huecos y midiéndose jambas y mochetas.

### **Art. 8. Carpintería de taller**

La carpintería de taller se realizará en todo conforme a lo que aparece en los planos del proyecto.

Todas las maderas estarán perfectamente rectas, cepilladas y lijadas y bien montadas a plano y a escuadra, ajustando perfectamente las superficies vistas.

La carpintería de taller se medirá por metros cuadrados de carpintería, entre lados exteriores de cercos y del suelo al lado superior del cerco, en caso de puertas, o bien por unidades fijando en este caso claramente sus dimensiones y características. En ambos casos de medición se incluye el valor de la puerta o ventana y el del cerco correspondiente más los tapajuntas y herrajes. La colocación de los cercos se abonará independientemente.



**Art. 9. Carpintería metálica**

Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observará rigurosamente las indicaciones de los planos de proyecto.

Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser montadas, necesariamente, por la casa fabricante, personal autorizado por la misma o especialistas siendo el contratista el responsable del perfecto funcionamiento de todas y cada una de las piezas colocadas en obra.

Todos los elementos se harán en locales cerrados y desprovistos de humedad, asentadas las piezas sobre rastreles de madera, procurando que queden bien niveladas y no haya ninguna que sufra ni torcedora alguna.

La medición se hará por metro cuadrado de carpintería, midiéndose ésta entre lados exteriores o bien por unidades fijando en este caso claramente sus dimensiones y características. En el precio se incluyen los herrajes, junquillos, retenedores, etc., pero quedan exceptuadas la vidriería, pintura y colocación de cercos.

**Art. 10. Pintura**

- Condiciones generales de preparación del soporte. La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se emplearán cepillos, sopletes de arena, ácidos y sílices cuando sean metales. Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz y un cuerpo de relleno para las maderas. En los paneles se empleará yeso amasado con agua de cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60-70 por ciento de pigmento (albayalde), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. Y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40 por ciento de barniz copal o ámbar y aceite de maderas.

Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla; los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez secos, se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

- Aplicación de la pintura. Las pinturas se podrán dar con pinceles y brocha, con aerógrafo, con pistola (pulverizando con aire comprimido) o con rodillos.

Las brochas y pinceles serán de pelo de diversos animales, siendo los más corrientes el cerdo o jabalí, marta, tejón y ardilla. Podrán ser redondas o planas, clasificándose por números o por los gramos de pelo que contienen. También podrán ser de nylon.

Los aerógrafos o pistolas constan de un recipiente que contiene la pintura con aire a presión (1-6 atmósferas), el compresor y el pulverizador, con orificio que varía desde 0.2 mm a 7 mm. Formándose un cono de 2 cm. A 1 m. de diámetro.

- Medición y abono. La pintura se medirá y abonará en general, por metro cuadrado de superficie pintada, efectuándose la medición en la siguiente forma:
  - Pintura sobre muros, tabiques y techos: se medirá descontando los huecos. Las molduras se medirán por superficie desarrollada.
  - Pintura sobre carpintería: se medirá por las dos caras, incluyéndose los tapajuntas.
  - Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá a una cara.

En los precios respectivos está incluido el coste de todos los materiales y operaciones necesarias para obtener la perfecta terminación de las obras, incluso la preparación, lijado, limpieza, plastecido, etc., y todos cuantos medios auxiliares sean precisos.

### **Art. 11. Fontanería**

- Tubería de cobre. Toda la tubería se instalará de una forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección, y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio. La tubería será colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma. Las uniones serán de soldadura blanda por capilaridad. Las grapas para colgar la conducción de forjado serán de latón espaciadas 40 cm.

- Tubería de cemento centrifugado. Se realizará el montaje enterrado, rematando los puntos de unión con cemento. Todos los cambios de sección, dirección y acometida, se efectuarán por medio de arquetas registrables.

En la citada red de saneamiento se situarán pozos de registro con pates para facilitar el acceso.

La pendiente mínima será de 1 % en aguas pluviales, y superior al 1,5% en aguas fecales y sucias.

La medición se hará por metro lineal de tubería realmente ejecutada, incluyéndose en ella el lecho de hormigón y los corchetes de unión. Las arquetas se medirán aparte por unidades.

### **Art. 12. Electricidad**

- Normas aplicables. La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Dirección Provincial de Industria en el ámbito de su competencia. Asimismo, en la parte de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la Compañía Suministradora de Energía. Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las condiciones de paralelismo, horizontalidad y verticalidad necesarias donde esto sea de aplicación. Los cruces con tuberías de agua se reducirán al mínimo indispensable y se cuidarán de la formar reglamentaria.

En todos los cambios de sección de tubos, y en los sitios donde sea necesario sacar derivaciones o alimentación a algún aparato o punto de luz, se emplearán cajas de derivación.

Las tuberías empotradas podrán fijarse con yeso y las que vayan sobre muros, por medio de grapas o abrazaderas que las separen al menos 5 mm de aquéllos.

- Conductores. Los conductores se introducirán con cuidado en las tuberías para evitar dañar su aislamiento.

No se permitirá que los conductores tengan empalmes. En caso de tener que realizarlos se hará en las cajas de derivación y siempre por medio de clemas o conectores.

El color de la envoltura de los conductos activos se diferenciará de la de los conductores neutros y tierra, exigiéndose el color NEGRO para el conductor neutro y el VERDE CLARO para el conductor de protección. Se recomienda que los colores de la envoltura de los conductores activos sean ROJO, BLANCO y AZUL para la diferenciación de cada una de las fases.

La medición se hará por punto de luz o enchufes para cada unidad de éstos, en los que se incluyen los mecanismos y parte proporcional de tubería. Las líneas generales se medirán en unidad independiente.

#### **5.4. Disposiciones finales**

##### **Art. 1.**

Para la definición de las características y forma de ejecución de los materiales y partidas de obra no descritos en el presente Pliego, se remitirán a las descripciones de los mismos, realizados en los restantes documentos de este Proyecto.

## **6. INSTALACIONES AUXILIARES Y PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

**Art. 1.**

La ejecución de las obras figuradas en el presente Proyecto, requerirá las siguientes instalaciones auxiliares:

- Caseta de comedor y vestuario de personal, según dispone el Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, cuando las características e importancia de las obras así lo requieren.
- Maderamen, redes y lonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

**Art. 2.**

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas en el Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **TRABAJO FIN DE GRADO**

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN JURÍDICA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROYECTADA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INFORMACIÓN PREVIA A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.....</b>	<b>5</b>
<b>4. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>5</b>
<b>5. RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>6</b>
<b>5.1. MAQUINARIA .....</b>	<b>6</b>
<b>5.2. MEDIOS DE TRANSPORTE .....</b>	<b>7</b>
<b>5.3. MEDIOS AUXILIARES .....</b>	<b>7</b>
<b>5.4. HERRAMIENTAS .....</b>	<b>7</b>
<b>6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS .....</b>	<b>8</b>
<b>6.1. PROTECCIONES COLECTIVAS .....</b>	<b>8</b>
6.1.1. GENERALES.....	8
6.1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA .....	11
<b>6.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI).....</b>	<b>13</b>
<b>6.3. PROTECCIONES ESPECIALES.....</b>	<b>16</b>
6.3.1. GENERALES.....	16
6.3.2. PROTECCIONES ESPECIALES PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA .....	18
<b>6.4. NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
6.4.1. NORMATIVA GENERAL .....	20



6.4.2.	PROTECCIONES PERSONALES .....	23
6.4.3.	MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS .....	23
6.4.4.	MANIPULACIÓN DE CARGAS CON LA GRÚA.....	24
6.4.5.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS .....	25
<b>6.5.</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>34</b>
6.5.1.	VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS.....	34
6.5.2.	MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	35
6.5.3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL .....	35
6.5.4.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARTICULAR A CADA FASE DE OBRA .....	37
<b>6.6.</b>	<b>VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA</b> <b>38</b>	
<b>6.7.</b>	<b>OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA</b> <b>ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS .....</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>LEGISLACIÓN ESPECÍFICA .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN JURÍDICA

El Real Decreto 1627/1997 exige la realización de una documentación referente a los aspectos sobre la seguridad de la obra que se vaya a ejecutar.

En cumplimiento de las prescripciones del referido Reglamento corresponde realizar para la obra que nos ocupa un Estudio Básico de Seguridad, en virtud del artículo 4.2 del citado Real Decreto. Este estudio básico recoge las normas de seguridad aplicables a la obra, con identificación de los riesgos que pueden estar presentes así como las medidas técnicas dispuestas en orden a su disminución. Se incluye asimismo la relación de equipos para la realización de trabajos posteriores que pudieran ser previsibles.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa instaladora (y sus contratistas si los hubiere) para llevar a término sus obligaciones en materia de prevención de los riesgos laborales, facilitando el desarrollo de las obras bajo el control de la Dirección Técnica de la misma en consonancia con lo exigido por el Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre.

Si se contratara alguna empresa auxiliar para el desarrollo de los trabajos, el adjudicatario de las obras es responsable solidario con la principal de cualquier incumplimiento en esta materia (artículo 42.2 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales).

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA PROYECTADA

**Instalación:** Instalación eléctrica en baja tensión, ventilación y prevención contra incendios para un taller de tablas de surf.

**Edificaciones próximas:** Naves industriales

**Infraestructuras:** Se dispone de acceso rodado, abastecimiento de agua, saneamiento y suministro eléctrico.

### **3. INFORMACIÓN PREVIA A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA**

#### **Servicios:**

- Vestuarios en caseta prefabricada de obras.
- Retretes, lavabos y duchas en caseta prefabricada de obras.
- Botiquín de primeros auxilios.

#### **Conducciones:**

Se desconoce la existencia de servicios subterráneos que afecten a la instalación proyectada (gas natural, red de alta tensión, BT, agua, etc.).

### **4. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan.

#### **INSTALACIONES**

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

#### **EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS.**

- Ambiente sucio y polvoriento.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos y/o hundimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Nivel elevado de ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

## **5. RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Se describen a continuación los medios humanos y técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de la ejecución de este proyecto.

De conformidad con lo indicado en el Real Decreto 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos.

### **5.1. MAQUINARIA**

- Camión grúa.
- Camión hormigonera.
- Mini excavadora
- Cizalla.
- Compresor.
- Cortadora de pavimento.
- Grupo electrógeno.
- Hormigonera.

## **5.2. MEDIOS DE TRANSPORTE**

- Carretilla manual.
- Cuerdas de izado, eslingas.
- Ternaes, trócolas, poleas, cuerdas de izado, polipastos, y estrobos.

## **5.3. MEDIOS AUXILIARES**

- Cestas de trabajo.
- Detector de conducciones eléctricas y metálicas.
- Escaleras de mano.
- Letreros de advertencia a terceros.
- Pasarelas para vías de circulación.
- Pasarelas para vías de paso.
- Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.
- Trócolas y ternaes.
- Útiles y herramientas accesorias.

## **5.4. HERRAMIENTAS**

### **HERRAMIENTAS DE COMBUSTIÓN.**

- Compactador manual.
- Soplete de butano ó propano.

### **HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS.**

- Analizador portátil (Polímetro, Telurómetro, etc.).
- Compresor.
- Taladradora.

### **HERRAMIENTAS HIDRONEUMÁTICAS.**

- Martillo picador neumático.

### **HERRAMIENTAS MANUALES.**

- Bolsa porta herramientas.

- Brochas, pinceles, rodillos.
- Caja completa de herramientas mecánicas.
- Caja completa de herramientas dieléctricas homologadas.
- Capazo, cesto carretero, espuerta, carretilla de mano, carro chino.
- Cizalla cortacables.
- Cuerda de servicio.
- Destornilladores, punzones y berbiqués.
- Macetas, cinceles, escopios, punteros y escarpas.
- Nivel, regla, escuadra y plomada.
- Pelacables.
- Tenazas, martillos, alicates.
- Ternaes, trócolas y poleas.

## **6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS**

### **6.1. PROTECCIONES COLECTIVAS**

#### **6.1.1. GENERALES**

##### **6.1.1.1. SEÑALIZACIÓN**

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

**TIPOS DE SEÑALES:**

En forma de panel:

- **Señales de advertencia:**
  - Forma: Triangular.
  - Color de fondo: Amarillo.
  - Color de contraste: Negro.
  - Color de símbolo: Negro.
- **Señales de prohibición:**
  - Forma: Redonda.
  - Color de fondo: Blanco.
  - Color de contraste: Rojo.
  - Color de símbolo: Negro.
- **Señales de obligación:**
  - Forma: Redonda.
  - Color de fondo: Azul.
  - Color de símbolo: Blanco.
- **Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:**
  - Forma: Rectangular o cuadrada.
  - Color de fondo: Rojo.
  - Color de símbolo: Blanco.
- **Señales de salvamento o socorro:**
  - Forma: Rectangular o cuadrada.
  - Color de fondo: Verde.
  - Color de símbolo: Blanco.

Cinta de señalización:

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

Cinta de delimitación de zona de trabajo:

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

### **6.1.1.2. PROTECCIÓN DE PERSONAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicación de lo indicado en el apartado 3º del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

- Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.
- Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.
- Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
- Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidas por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.
- Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión:  $3,3 + \text{Tensión (en kV)}/100$  (ante el desconocimiento del voltaje de la línea, se mantendrá una distancia de seguridad de 5m).



### **6.1.1.3. SEÑALES ÓPTICO ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA**

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de mantenimiento deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (laminas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

### **6.1.2. PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA**

#### **6.1.2.1. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS U OBJETOS**

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24/10/97 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

#### **PASARELAS**

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas “in situ”, de una anchura mínima de 1m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad

reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

### **ESCALERAS PORTÁTILES**

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños.

Ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior. Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.

#### **6.1.2.2. ACCESOS Y ZONAS DE PASO DEL PERSONAL, ORDEN Y LIMPIEZA**

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

#### **6.1.2.3.ESLINGAS DE CADENA**

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### **6.1.2.4.ESLINGA DE CABLE**

A la carga nominal máxima se aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar, las gomas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10% de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### **6.1.2.5.PREVENCIÓN DE INCENDIOS, ORDEN Y LIMPIEZA**

Si las zanjas o pozos entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.

La evacuación rápida del personal interior de la excavación debe quedar garantizada por la retirada de objetos en el fondo de zanja, que puedan interrumpir el paso.

Las zanjas de más de 1,30 m de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente de aluminio, que rebasen 1 m sobre el nivel superior del corte, disponiendo una escalera por cada 15 m de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar correctamente arriostrada transversalmente.

Las bocas de los pozos deben condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.

## **6.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)**

### **Afecciones en la piel por dermatitis de contacto:**

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Instalación de un Recinto Deportivo 19

### **Quemaduras físicas y químicas:**

- Guantes de protección frente a abrasión.

- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.

**Protecciones de objetos y/o fragmentos:**

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).

**Ambiente sucio y polvoriento:**

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque e impacto con partículas sólidas).

**Aplastamientos:**

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

**Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes:**

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.

**Atmósferas tóxicas, irritantes:**

- Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.
- Gafas de seguridad para uso básico (impacto con partículas sólidas).
- Impermeables, trajes de agua.
- Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

**Agrupamientos:**

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

**Caída de objetos y/o de máquinas:**

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

**Caídas de personas al distinto nivel:**

- Cinturón de seguridad anticaídas.
- Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda u postes.

**Caídas de personas al mismo nivel:**

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección sin suela antiperforante.

**Contactos eléctricos directos:**

- Calzado con protección contra descargas eléctricas.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes dieléctricos.

**Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria:**

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Chaleco reflectante para señalistas y estorbadores.
- Guantes de protección frente a abrasión.
- Pisada sobre objetos punzantes:
- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección sin suela antiperforante.

**Nivel alto de ruido:**

- Protectores auditivos.

## **6.3. PROTECCIONES ESPECIALES**

### **6.3.1. GENERALES**

#### **6.3.1.1. CIRCULACIÓN Y ACCESOS EN LA OBRA**

Se estará de acuerdo a lo indicado en el artículo 11 A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas.

Los accesos de vehículos deben ser distintos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos se debe dejar un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.

En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactados y nivelados, si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel.

Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento. Se existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 km/h. y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.

Las maniobras de camiones y/o hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

El grado de iluminación natural será suficiente y en caso de luz artificial (durante la noche o cuando no sea suficiente la luz natural) la intensidad será la adecuada, citada en otro lugar de este estudio.

En su caso se utilizarán portátiles con protección antichoques. Las luminarias estarán colocadas de manera que no supongan riesgo de accidentes para los trabajadores (art. 9).

Si los trabajadores estuvieran especialmente sometidos a riesgos en caso de avería eléctrica, se dispondrá iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

### **6.3.1.2.PROTECCIONES Y RESGUARDOS DE MÁQUINAS.**

Toda la maquinaria utilizada durante la obra, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso involuntario de personas u objetos a dichos mecanismos, para evitar el riesgo de atrapamiento.

### **6.3.1.3.PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS.**

#### **PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS:**

Esta protección consistirá en la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial.

El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo será igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad ( $V_s$ ), que en locales secos será de 50V y en los locales húmedos de 24V, por la sensibilidad en amperios del diferencial.

#### **PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS:**

Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.

Los vibradores estarán alimentados a una tensión de 24 voltios o por medio de transformadores o grupos convertidores de separación de circuitos. En todo caso serán de doble aislamiento.

En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

## **6.3.2. PROTECCIONES ESPECIALES PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA**

### **6.3.2.1.CAÍDA DE OBJETOS**

Se evitará el paso de personas bajo las cargas suspendidas; en todo caso se acotarán las áreas de trabajo bajo las cargas citadas.

Las armaduras destinadas a los pilares se colgarán para su transporte por medio de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

### **6.3.2.2.CONDICIONES PREVENTIVAS DEL ENTORNO DE LA ZONA DE TRABAJO**

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsula que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

No se efectuarán sobrecargas sobre la estructura de los forjados, acopiando en el contorno de los capiteles de pilares, dejando libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.

Debe comprobarse periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.

El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.

Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubiletes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable al operario, una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablonos, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.



Para evitar el uso continuado de la sierra circular en obra, se procurará que las piezas de pequeño tamaño y de uso masivo en obra (p.e. cuñas), sean realizados en talleres especializados. Cuando haya piezas de madera que por sus características tengan que realizarse en obra con la sierra circular, esta reunirá los requisitos que se especifican en el apartado de protecciones colectivas.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de acopio y corte.

### **6.3.2.3.ACOPIO DE MATERIALES SUELTOS**

El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

Los soportes, cartelas, cerchas, máquinas, etc., se dispondrán horizontalmente, separando las piezas mediante tacos de madera que aíslen el acopio del suelo y entre cada una de las piezas.

Los acopios se realizarán sobre superficies niveladas y resistentes.

No se afectarán los lugares de paso.

En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.

### **6.3.2.4.CONDICIONES GENERALES DEL CENTRO DE TRABAJO EN EL ATALUZADO DE TERRENOS**

Se estará a lo señalado por el artículo 9 C del Anexo IV del R.D. 1627/97, en lo que respecta a movimiento de tierras y excavaciones, fundamentalmente en lo relativo a detección de cables subterráneos y sistemas de distribución, en lo relativo a evitar el riesgo de sepultamiento y el de inundaciones por irrupción accidental del agua.

Las zonas en las que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jaca balcones. Si fuera preciso, habría que establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

En verano proceder al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda durante su remoción.

Los elementos estructurales inestables que puedan aparecer en el subsuelo deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente, especialmente si se trata de construcciones de fábrica, mampuestos y argamasa o mortero u hormigón en masa.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de ataluzado y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

No se dañarán las raíces críticas de las plantas, arbustos, árboles que hay que tener en cuenta para su conservación, protección y/o mantenimiento posterior.

Se mantendrán las zonas de paso para personas y vehículos así como los acopios de materiales de excavación dentro de las distancias adecuadas, indicadas más adelante.

## **6.4. NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO**

### **6.4.1. NORMATIVA GENERAL**

Exige el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre la realización de este Estudio de Seguridad y Salud que debe contener una descripción de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas preventivas adecuadas; relación de aquellos otros que no han podido evitarse conforme a lo señalado anteriormente, indicando las protecciones técnicas tendentes a reducir los y las medidas preventivas que los controlen. Han de tenerse en cuenta, sigue el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña este Estudio de Seguridad y Salud.

Sobre la base de lo establecido en este estudio, se elaborará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (art. 7 del citado R.D.) por el Contratista en el que se

analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las alternativas que el contratista crea oportunas siempre que se justifiquen técnicamente y que tales cambios no impliquen la disminución de los niveles de prevención previstos. Dicho plan deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras (o por la Dirección Facultativa sino fuere precisa la Coordinación citada).

A tales personas compete la comprobación, a pie de obra, de los siguientes aspectos técnicos previos:

- Revisión de los planos de la obra o proyecto de instalaciones.
- Replanteo.
- Maquinaria y herramientas adecuadas.
- Medios de transporte adecuados al proyecto.
- Elementos auxiliares precisos.
- Materiales, fuentes de energía a utilizar.
- Protecciones colectivas necesarias, etc.

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.
- Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.
- El comienzo de los trabajos, sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.
- Se establecerá un plan para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.

- Ante la presencia de líneas de alta tensión tanto la grúa como el resto de la maquinaria que se utilice durante la ejecución de los trabajos guardarán la distancia de seguridad de acuerdo con lo indicado en el presente estudio.
- Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.
- Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

Cita el artículo 10 del R.D. 1627/97 la aplicación de los principios de acción preventiva en las siguientes tareas o actividades:

- Mantenimiento de las obras en buen estado de orden y limpieza
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso u la determinación de vías de paso y circulación.
- La manipulación de los diferentes materiales y medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios con el objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acontecimiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular los peligrosos.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación de residuos y escombros.
- La adaptación de los diferentes tiempos efectivos a dedicar a las distintas fases del trabajo.
- La cooperación entre Contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se desarrolle de manera próxima.

#### **6.4.2. PROTECCIONES PERSONALES**

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello –CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de Mayo.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

#### **6.4.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS**

No se manipularán manualmente por un solo trabajador más de 25 kg.

Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

- Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.
- Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.
- Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.
- El esfuerzo de levantar el peso lo debe realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiéndose evitarse los giros de cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

#### **6.4.4. MANIPULACIÓN DE CARGAS CON LA GRÚA**

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.

- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.
- De utilizar cadenas, éstas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.
- Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán palonniers o vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera. Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección Técnica de la obra.

#### **6.4.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBERÁN APLICARSE EN LAS OBRAS**

##### **6.4.5.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A PUESTOS DE TRABAJO EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES**

Observación preliminar; las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se paliarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad las circunstancias o cualquier riesgo.

#### **Estabilidad y solidez:**

- Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta: El número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
- Los factores externos que pudieran afectarles.
- En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberán garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

- Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

**Caída de objetos:**

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales, para ello se utilizarán siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.
- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

**Caídas de altura:**

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm. y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para el fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberán disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.

**Factores atmosféricos:**

- Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.



**Andamios y escaleras:**

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas tengan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:
  - ✓ Antes de su puesta en servicio.
  - ✓ A intervalos regulares en lo sucesivo.
  - ✓ Después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en la obra, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, ya salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado incluido sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclaje y soportes, deberán:
  - Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
  - Instalarse y utilizarse correctamente.
  - Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
  - En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.
- Los aparatos elevadores, lo mismo que sus accesorios, no se podrán utilizar para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

**Instalaciones, máquinas y equipo:**

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de las disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquina y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Las instalaciones, máquinas y equipos incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
  - ✓ Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
  - ✓ Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
  - ✓ Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
  - ✓ Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

**Otros trabajos específicos:**

- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

**6.4.5.2.NORMATIVA PARTICULAR A CADA FASE DE LA OBRA****TRABAJOS EN REDES ELÉCTRICAS.**

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

- Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2m el de vehículos.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes.

- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red tuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

#### Protecciones personales:

- Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.
- En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornes o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos ( en la actualidad se fabrican hasta de 30.000 V), o si se requiere mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica).

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

- En un primer momento se considerará se es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen riesgo.
- Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).

### **EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS**

La Coordinación de Seguridad y Salud en fase de proyecto deberá tener en cuenta en fase de proyecto, todos aquellos aspectos del proceso productivo que, de una u otra forma, pueden poner en peligro la salud e integridad física de los trabajadores o de terceras personas ajenas a la obra. Estos aspectos de carácter técnico son los siguientes:

- La existencia o no de conducciones eléctricas o de gas a fin de solicitar a la compañía correspondiente la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.
- Planos de la existencia de colectores, desagües y galerías de servicios.
- Estudio geológico y geofísico del terreno en el que se va a proceder a la excavación a fin de detectar la presencia de cables o conducciones subterráneas.
- Estudio de las edificaciones colindantes de la zona a excavar.
- Estudio de la climatología del lugar a fin de controlar el agua tanto subterránea como procedente de lluvia.
- Detección de pequeñas cavidades por medio de estudios microgravimétricos.
- Presencia de árboles colindantes con raíces profundas que pueden posibilitar el desprendimiento de la masa de terreno asentado.

Con todos estos datos, se seleccionarán las técnicas más adecuadas a emplear en cada caso concreto, y las que mayores garantías de seguridad ofrezca a los trabajadores que ejecutan la obra.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas, etc.

Deberán estar perfectamente localizados todos los servicios afectados, ya sea de agua, gas o electricidad que puedan existir dentro del radio de acción de la obra de excavación, y gestionar con la compañía suministradora su desvío o su puesta fuera se servicio.

La zona de trabajo estará rodeada de una valla o verja de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde de la excavación no menor de 1,50 m.

Cuando sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de la excavación se dispondrá de vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 metros con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44 según UNE 20.234.

En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el pase de peatones y 2 m el de vehículos.

Cuando se tengan que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y batiéndolos en última instancia.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, tales como palas, picos, barras, así como tablones, puntales, y las prendas de protección individual como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud adecuada a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no mayores de 1,30 m en cortes actualizados del terreno admisibles en función el peso específico del terreno y de la resistencia del mismo.

Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante

cortes verticales, deberán se entibadas sus paredes a una profundidad igual o superiores a 1,3 m.

En cortes de profundidad mayor de 1.3 m las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo 20 cm el nivel superior del terreno y 75 cm. en el borde superior de laderas.

En general las entibaciones se quitarán cuando a juicio de la Dirección Facultativa ya no sean necesarias y por franjas horizontales empezando siempre por la parte inferior del corte.

Se evitará golpear la entibación durante las operaciones de excavación. Los codales, o elementos de la misma, no se utilizarán para el acceso o el descenso, ni se utilizarán para la suspensión de conducciones o apoyo de cargas.

No deben retirarse las medidas de protección de una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el nivel de terreno.

En excavaciones de profundidad superior a 1,3 m, siempre que hayan operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno siempre de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

Las zanjas superiores a 1,3 m de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte, disponiendo de una escalera por cada 30 m de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriestrada.

Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de las zonas de desbroce con corte del terreno, se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección conforme a norma UNE 20.234. En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.

Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del corte y no menos de 4 m cuando sea precisa la señalización vial de reducción de velocidad.

El acopio de materiales y las tierras extraídas en desmontes con cortes de profundidad superior a 1,3 m, se dispondrá a distancia no menor de 2 m del borde de corte. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas, se desinfectarán, en la medida de lo posible, así como la superficie de las zonas desbrozadas.

Los huecos horizontales que puedan aparecer en el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones sean suficientes para permitir la caída de un trabajador, deberán ser tapados al nivel de la cota de trabajo.

Siempre que la posibilidad de caída de altura de un operario sea superior a 2 m, éste utilizará cinturón de sujeción amarrado a punto sólido.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la superficie a desbrozar así como las zonas de paso de vehículos rodados.

Se procederá al atirantado de aquellos árboles de gran porte o apuntalados y reforzados los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable. Especialmente se reforzará esta medida se la situación se produce por interrupción del trabajo al finalizar la jornada.

La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas industriales próximas al solar a desbrozar, deben ser puestos en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, para que tome las decisiones oportunas en cuanto a mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la continuación de los trabajos. De la misma forma se procederá ante la aparición de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.

Los operadores de la maquinaria empleada en las tareas de excavación de zanjas, deberán estar habilitados por escrito para ello y conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.

Antes de poner la máquina en marcha, el operador deberá realizar una serie de controles, de acuerdo con el manual del fabricante, tales como:

- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de freno.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce, en los casos que proceda.
- Todos los dispositivos indicados para las máquinas utilizadas en el desbroce, en el apartado “Medios Auxiliares” deberán estar en su sitio, y en perfectas condiciones de eficacia preventiva.
- Comprobar los niveles de aceite y agua.
- Limpiar los limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina, quitar todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- No dejar trapos en el compartimento del motor.
- El puesto de conducción debe estar limpio, quitar los restos de aceite, grasa o barro del suelo, las zonas de acceso a la cabina y los agarraderos.
- No dejar en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos tales como herramientas, trapos, etc. Utilizar para ello la caja de herramientas.
- Comprobar la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.

## **6.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **6.5.1. VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS**

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno. Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.



Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones pasos de peatones, corredores y escaleras.

Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas.

Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

### **6.5.2. MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS**

- Colocar la máquina en terreno llano.
- Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Apoyar en el terreno el equipo articulado. Si por causa de fuerza mayor ha de mantenerse levantado, deberá inmovilizarse adecuadamente.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- No permanecer entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.
- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior del motor.
- Disponer en buen estado de funcionamiento y conocer el manejo del extintor.
- Conservar la máquina en un estado de limpieza aceptable.

### **6.5.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL**

El articulado y Anexos del R.D. 1215/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar las medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

Si esto no fuera posible, el empresario adoptará las medidas adecuadas para disminuir esos riesgos al mínimo. Como mínimo, sólo deberán ser utilizados equipos que satisfagan las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y las condiciones generales previstas en el Anexo I.

Cuando el equipo requiera una utilización de manera o forma determinada se adoptarán las medidas adecuadas que reserven el uso a los trabajadores especialmente designados para ello.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones tales que satisfagan lo exigido por ambas normas citadas.

Son obligatorias las comprobaciones previas al uso, las previas a la reutilización tras cada montaje, tras el mantenimiento o reparación, tras exposiciones a influencias susceptibles de producir deterioros y tras acontecimientos excepcionales.

Todos los equipos, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), estarán acompañados de instrucciones adecuadas de funcionamiento y condiciones para las cuales tal funcionamiento es seguro para los trabajadores.

Los artículos 18 y 19 de la citada ley, indican la información y formación adecuadas que los trabajadores deber recibir previamente a la utilización de tales equipos.

El constructor, justificará que todas las máquinas, herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, tienen su correspondiente certificación –CE- y que el mantenimiento preventivo, correctivo y la reposición de aquellos elementos que por deterioro o desgaste normal de uso, haga desaconsejable su utilización, sea efectivo en todo momento.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere necesario, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes polvorientos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.

La instalación eléctrica provisional de obra se revisará periódicamente, por parte de un electricista, se comprobarán las protecciones diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y los defectos de aislamiento.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las de mano, deberán:

- Estar bien proyectados y contruidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- Ser manejados por trabajadores que hayan sido formados adecuadamente.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (mangos agrietados o astillados).

#### **6.5.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARTICULAR A CADA FASE DE OBRA**

##### **TRABAJOS EN REDES ELÉCTRICAS**

Medidas preventivas de esta fase de obra ya incluidas en el epígrafe de medidas preventivas generales.

##### **EXCAVACIÓN MECÁNICA DE ZANJAS.**

La empresa contratista de la excavación, deberá demostrar que dispone de un programa de homologación de proveedores, normalización de herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de aquellos que por deterioro o desgaste normal de uso, desaconsejara su utilización en la doble vertiente de calidad y seguridad en el trabajo, durante esta excavación.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes polvorientos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando.

Se revisarán diariamente las entibaciones antes de iniciar los trabajos.

Se extremará esta precaución cuando los trabajos hayan estado interrumpidos más de un día y/o de alteraciones atmosféricas de lluvias o heladas.

Al suspender los trabajos, no deben quedar elementos o cortes del terreno en equilibrio inestable. En caso de imposibilidad material, de asegurar su estabilidad provisional, se aislarán mediante obstáculos físicos y se señalizará la zona susceptible de desplome. En cortes del terreno es una buena medida preventiva asegurar el mantenimiento de la humedad del propio terreno facilitando su cohesión con una cobertura provisional de plástico polietileno de galga 300.

Realizada la excavación y entibado de la misma, se efectuará una revisión general de las lesiones ocasionadas en las construcciones circundantes (edificaciones medianeras, sumideros, arquetas, pozos, colectores, servicios urbanos y líneas afectadas), restituyéndolas al estado previo al inicio de los trabajos.

## **6.6. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA**

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de Noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia sólo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando está establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas y órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

- Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.

- Evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores. Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.

La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador. La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración siguiendo las recomendaciones de las sociedades científicas correspondientes. En cualquier caso incluirán historia clínico-laboral, descripción detallada del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en cada uno de ellos.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.

Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.

El art. 14 del Anexo IV A del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que habrán de instalarse en aquellas obras en las que por su tamaño o tipo de actividad así lo requieran.

## **6.7. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS**

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

## **7. LEGISLACIÓN ESPECÍFICA**

De la legislación señalada en el Pliego de Condiciones Técnicas, es necesario recordar y señalar el obligado cumplimiento de las referidas a la Seguridad e Higiene en el trabajo, entre otras:

- Ordenanza del trabajo en la construcción.
- Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales.
- R.D. 39/1997 Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D.1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

# MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

## TRABAJO FIN DE GRADO

Proyecto de instalaciones eléctrica, de ventilación y  
contraincendios en un taller de tablas de surf

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Javier Ascanio Fernández

Tutora: María de la Peña Fabiani Bendicho

Año 2019



- **Instalación Eléctrica de Baja Tensión**

<b>Elementos de Protección de la Instalación</b>				
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio/ud</b>	<b>Unidades</b>	<b>Importe</b>
CGP	Caja General de Protección	205,22 €	1	205,22 €
CGPM	Cuadros Generales de Dispositivos de Mando y Protección (CGDMP) con grados de protección IP30 e IK07	40,00 €	1	40,00 €
MT x4 80A	Magnetotérmico general con 4 polos y capacidad de corte contra sobrecargas de 63 A	392,29 €	1	392,29 €
MT x2 50A	Magnetotérmico con 2 polos y capacidad de corte contra sobrecargas de 50 A	149,31 €	2	298,62 €
MT x2 40A	Magnetotérmico con 2 polos y capacidad de corte contra sobrecargas de 40 A	77,36 €	1	77,36 €
MT x2 20A	Magnetotérmico con 2 polos y capacidad de corte contra sobrecargas de 20 A	30,70 €	3	92,10 €
MT x2 6A	Magnetotérmico con 2 polos y capacidad de corte contra sobrecargas de 6 A	19,83 €	5	99,15 €
DIF x 2 40A	Interruptor diferencial de 2 polos, 40 A y 30 mA de sensibilidad	58,26 €	1	58,26 €
DIF x2 32A	Interruptor diferencial de 2 polos, 32A y 30 mA de sensibilidad	57,55 €	1	57,55 €
DIF x2 25A	Interruptor diferencial de 2 polos, 25A y 30 mA de sensibilidad	56,99 €	4	227,96 €
			<b>TOTAL</b>	<b>1.548,51 €</b>
<b>Mano de Obra</b>				
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Precio/h</b>	<b>Importe</b>
OE	Oficial 1º Electricista	0,274	17,82 €	102,54 €
AE	Ayudante Electricista	0,067	16,10 €	22,65 €
CI	Costes Indirectos	3%	95,33 €	60,06 €
			<b>TOTAL</b>	<b>185,25 €</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>1.733,76€</b>

Canalización interior					
Código	Descripción	Precio	Uds.	Cantidad	Importe
C1,5mm	Conductores unipolares de 1,5 mm <sup>2</sup> aislados por XLPE	0,32 €	m	51,045	16,33 €
C2,5mm	Conductores unipolares de 2,5 mm <sup>2</sup> aislados por XLPE	0,50 €	m	40,49	20,25 €
C10mm	Conductores unipolares de 10 mm <sup>2</sup> aislados por XLPE	2,00 €	m	32,87	65,74 €
C25mm	Conductores tripolares de 35 mm <sup>2</sup> aislados por XLPE	9,20 €	m	5,7	52,44 €
CR	Cajas de Registro que se instalarán empotradas en pared	14,62 €	ud.	10	146,20 €
IC	Interruptores conmutadores que tendrán la función de encender/apagar las luminarias	6,40 €	ud.	14	89,60 €
TC	Tomas de Corriente que se instalarán por todo el edificio.	10,52 €	ud.	36	378,72 €
				<b>Total</b>	<b>769,28 €</b>
Mano de Obra					
Código	Descripción	Rendimiento	Precio/h	Importe	
OE	Oficial 1º Electricista	0,062	17,82 €	210,04 €	
AE	Ayudante Electricista	0,018	16,10 €	55,09 €	
CI	Costes Indirectos	3%	5,45 €	30,97 €	
				<b>TOTAL</b>	<b>296,21 €</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>1.065,49 €</b>

Canalización Exterior (Subterránea)					
Código	Descripción	Precio	Unidades	Cantidad	Importe
C35mm	Conductores tripolares de 35 mm <sup>2</sup> aislados por XLPE	9,20 €	m	5	46,00 €
Material de Obra					
Código	Descripción	Rendimiento	Precio/h	Importe	
A0-5mm	Arena de 0 a 5 mm de diámetro	0,056	12,02 €	3,37 €	
DDF	Dumper de descarga frontal de 2t de carga útil	0,007	9,25 €	0,32 €	
PVM	Pisón vibrante de guiado manual, de 80kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana	0,055	3,49 €	0,96 €	
CC	Camión Cisterna de 8m <sup>3</sup> de capacidad	0,001	40,02 €	0,20 €	
Mano de Obra					
Código	Descripción	Rendimiento	Precio/h	Importe	
OC	Oficial 1º Construcción	0,058	17,24 €	5,00 €	
PC	Peón ordinario construcción	0,058	15,92 €	4,62 €	
OE	Oficial 1º Electricista	0,042	17,82 €	3,74 €	
AE	Ayudante Electricista	0,02	16,10 €	1,61 €	
CI	Costes Indirectos	3%	13,01 €	1,95 €	
				<b>TOTAL</b>	<b>67,77 €</b>

Total Baja Tensión	
<b>Protección</b>	<b>1.733,76€</b>
<b>Canalización interior</b>	<b>1.065,49 €</b>
<b>Canalización exterior</b>	<b>67,77 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.867,02 €</b>

• **Instalación de Ventilación**

<b>Ventilación</b>				
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio/ud</b>	<b>Unidades</b>	<b>Importe</b>
RPR	Rejilla de paso de aire de retorno	12,50 €	3	37,50 €
RPA	Rejilla de paso de aire de admisión	14,50 €	5	72,50 €
VHB	Ventilador, de la marca Sodeca, utilizado para la ventilación híbrida del baño	26,60 €	1	26,60 €
EPA	Extractor de pared, de la marca Sodeca, utilizado para la ventilación de los almacenes	84,95 €	2	169,90 €
ETI	Extractor de techo, de la marca Sodeca, utilizado para impulsar el aire a través de los conductos de impulsión	644,15 €	2	1.288,30 €
ETE(ATEX)	Extractor de techo, de la marca Sodeca, utilizado para expulsar el aire a través de los conductos de extracción. Contiene un filtro especial para las partículas ATEX	644,15 €	2	1.288,30 €
			<b>Total</b>	<b>2.883,10 €</b>

<b>Conductos</b>				
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio/m</b>	<b>Long (m)</b>	<b>Importe</b>
CI 0,6mm	Conducto de impulsión de 0,6 mm de espesor	40,00 €	12	480,00 €
CE 0,6mm	Conducto de extracción de 0,6 mm de espesor	40,00 €	10	400,00 €
AccC	Accesorios montaje de conducto (repercusión por m2)	2,37	22	52,14
			<b>Total</b>	<b>932,14 €</b>

<b>Mano de obra</b>				
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>precio/h</b>	<b>Importe</b>
OMC	Oficial 1ª montador de conductos	0,401	19,11 €	168,59 €
AMC	Ayudante montador de conductos	0,401	17,53 €	154,65 €
CI	Costes Indirectos	2%	26,77 €	11,78 €
			<b>Total</b>	<b>335,02 €</b>
			<b>Total</b>	<b>4.150,26 €</b>

- **Instalación Contra Incendios**

Protección Contra Incendios				
Cod. Producto	Descripción	Precio	Unidades	Importe
PMI	Pulsador Manual de alarma de incendios	11,64 €	1	11,64 €
EXT 113B	Extintor 113-B	33,99 €	1	33,99 €
EXT ABC 21A	Extintor ABC con eficacia 21 A	41,80 €	1	41,80 €
SCI	Señalización de equipos contra incendios	3,80 €	2	7,60 €
SE	Señalización de evacuación	3,80 €	6	22,80 €
			<b>Total</b>	<b>117,83 €</b>

Mano de obra				
Cod.	Descripción	Rendimiento	Precio/h	Importe
IPCI	Instalador de PCI	0,21	19,11 €	44,14 €
CI	Costes Indirectos	2%	29,98 €	6,60 €
			<b>Total</b>	<b>50,74 €</b>
			<b>Total</b>	<b>168,57 €</b>

- **Luminaria**

Luminaria					
Marca	Cod. Luminaria	Descripción	Precio	Uds.	Importe
Philips	BN086C L600 1xLED6/NW	Luminaria de 6,8W de potencia	31,50 €	10	315,00 €
Philips	BN086C L900 1xLED9/CW	Luminaria de 10,3W de potencia	46,00 €	22	1.012,00 €
Philips	BN120C L600 1xLED19S/830	Luminaria de 20W de potencia	91,00 €	14	1.274,00 €
Philips	BN132C L1200 1XLED 12S/830	Luminaria de 14W de potencia	60,00 €	4	240,00 €
Philips	DN130B D217 1xLED20S/830	Luminaria de 22W de potencia	110,00 €	11	1.210,00 €
Daisalux	HYDRA LD 2P3	Luminaria de emergencia	125,25 €	16	2.004,00 €
				<b>Total</b>	<b>6.055,00 €</b>

• **Maquinaria**

<b>Maquinaria</b>					
<b>Marca</b>	<b>Código</b>	<b>Producto</b>	<b>Precio</b>	<b>Uds.</b>	<b>Importe</b>
IngenieriaUno	UnoShaperCNC	Máquina de Preshape	18.900,00 €	1	18.900,00 €
Einhell	TH-AC 200/24 OF	Compresor de aire	116,10 €	2	232,20 €
Einhell	TC-RS 38 E	Lijadora Excéntrica	39,95 €	2	79,90 €
Einhell	BT-PL 750	Cepillo Eléctrico	39,99 €	1	39,99 €
TACKlife	SGP16AC	Pulverizador de Pintura	41,10 €	1	41,10 €
Einhell	TE-ID 1050/1 CE	Taladradora	109,95 €	1	109,95 €
Einhell	BT-PO 1100/1E	Pulidora-Lijadira	64,50 €	1	64,50 €
Nescafe DolceGusto	Piccolo	Cafetera	69,90 €	1	69,90 €
Russel Hobs	Chester	Hervidor de Agua	28,99 €	1	28,99 €
Teka	MWE225G	Microondas	81,00 €	1	81,00 €
Teka	TS1 130	Mininevera	171,99 €	1	171,99 €
Teka	EWH 100	Termo Eléctrico	133,00 €	1	133,00 €
KLARSTEIN	MKS-13	Minibar	159,99 €	1	159,99 €
Xerox	WorkCentre 6025	Impresora	189,90 €	1	189,90 €
ACER	Chromebase 24	Ordenador de Mesa	399,99 €	1	399,99 €
				<b>Total</b>	<b>20.702,40 €</b>

• **Presupuesto Total**

<b>Presupuesto Total</b>	
Instalación Eléctrica de Baja Tensión	2.867,02 €
Instalación de Ventilación	4.150,26 €
Instalación Contra Incendios	168,57 €
Luminarias	6.055,00 €
Maquinaria	20.702,40 €
Gastos Generales (16% PEM)	4.462,12 €
Beneficio Industrial (6% PEM)	1.673,30 €
IGIC (6,5% PEM)	1.812,74 €
<b>TOTAL</b>	<b>35.836,40 €</b>