

# MEMORIA

## ÍNDICE:

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	4
2. ALCANCE.....	4
3. ANTECEDENTES.....	5
4. EMPLAZAMIENTO.....	5
5. NORMAS Y REFERENCIAS.....	5
5.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.....	5
5.2 BIBLIOGRAFÍA.....	6
5.3 PROGRAMAS DE CÁLCULO.....	6
6 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	7
6.1 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.....	7
6.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	7
7 PREVISIÓN DE POTENCIA.....	9
7.1 RECEPTORES DE FUERZA.....	9
7.2 RECEPTORES DE ALUMBRADO INTERIOR.....	10
7.2.1 CONDICIONES DE ILUMINACIÓN.....	10
7.2.2 POTENCIA DE ALUMBRADO INTERIOR.....	11
7.3 PREVISIÓN TOTAL DE CARGAS.....	13
8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS. SOLUCIONES ADOPTADAS.....	13
8.1 SUMINISTRO.....	13
8.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	13
8.2.1 EMPLAZAMIENTO.....	13
8.2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	14
8.2.3 COMPOSICIÓN.....	14
8.2.4 TRANSFORMADOR.....	15
8.2.5 INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	16
8.2.5.1 UBICACIÓN.....	16
8.2.5.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	16
8.2.5.3 CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE TIERRAS.....	17
8.2.5.4 TIERRA DE PROTECCIÓN.....	17
8.2.5.5 TIERRA DE SERVICIO.....	17
8.3 ACOMETIDA.....	17
8.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	18
8.5 FUSIBLES DE PROTECCIÓN.....	18

8.6 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	18
8.7 SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	23
8.7.1 EQUILIBRADO DE CARGAS.....	23
8.8 PROTECCIONES.....	23
8.8.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	23
8.8.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS.....	24
8.8.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	24
8.8.4 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	24
8.8.5 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	24
8.9 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	25
8.9.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA REACTIVA.....	25
8.9.2 NECESIDAD DE COMPENSACIÓN.....	25
8.9.3 TIPO DE COMPENSACIÓN ELEGIDA.....	26
8.9.4 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES A INSTALAR.....	26
9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	27
10 GRUPO ELECTRÓGENO.....	27
10.1 INTRODUCCIÓN.....	27
10.2 EMPLAZAMIENTO.....	28
10.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	28
10.4 DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	29
11 TOMA DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	30
11.1 TOMA DE TIERRA EN EL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.....	30
11.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PICAS. UNESA.....	30
11.3 CÁLCULOS DE PROTECCIONES DE TOMA TIERRA.....	31
11.4 MEDIDA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS O INDIRECTOS.....	33
12 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	34
12.1 INTRODUCCIÓN.....	34
12.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	34
12.2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	34
12.2.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA.....	35
12.3 FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED.....	35
12.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	36
12.5 ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN.....	37
12.5.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	37
12.5.2 INVERSOR.....	37
12.5.3 EQUIPO DE MEDIDA.....	38
12.5.4 ESTRUCTURA SOPORTE DE LAS PLACAS.....	38
13 SOLUCIONES ADOPTADAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	38
13.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	38

	13.1.1 CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.....	39
13.2	SISTEMA DE FIJACIÓN Y SOPORTE.....	39
13.3	CONEXIÓN DE LOS 2 INVERSORES.....	40
13.4	ELEMENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN.....	41
13.5	CONEXIÓN DE ELEMENTOS.....	41
13.6	CONEXIÓN A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	42
13.7	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.....	43
	13.7.1 PARADAS POR MANTENIMIENTO.....	43
	13.7.2 OPERACIONES COMUNES DE MANTENIMIENTO.....	43
14	INSTALACIÓN DOMÓTICA.....	43
14.1	¿QUÉ ES LA DOMÓTICA? .....	44
14.2	INTRODUCCIÓN AL SISTEMA EIB.....	44
14.3	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EIB.....	45

## **1. OBEJETO DEL PROYECTO**

El objeto del siguiente proyecto es definir la instalación eléctrica de un pabellón polideportivo y la descripción y justificación de la instalación solar fotovoltaica conectada a red instalada en la cubierta del polideportivo.

## **2. ALCANCE**

Se definirá toda la instalación de iluminación interior y de emergencia, la captación solar fotovoltaica y su conexión a red, así como el centro de transformación necesario.

También definiremos un grupo electrógeno para el alumbrado de sustitución, que según el reglamento de baja tensión debe tener el pabellón, ya que se trata de un lugar de pública concurrencia.

Cabe señalar que los planos del polideportivo deben ser proporcionados por un arquitecto.

Instalación fotovoltaica:

- Estudio de la producción fotovoltaica en la zona.
- Inclinaciones de los módulos fotovoltaicos.
- Estudio del número de módulos y la potencia fotovoltaica instalada.
- Instalación eléctrica de la planta fotovoltaica.
- Inversores, mando y protección.
- Toma de tierra.
- Conexión a red.

Iluminación y fuerza en las instalaciones:

- Diseño y cálculo de la iluminación interior y de emergencia.
- Cálculo de la sección de los conductores utilizados.
- Cálculo de los elementos de protección, control y mando de la instalación.
- Determinación de la potencia a contratar a la compañía eléctrica.
- Puesta a tierra de la instalación.

### **3. ANTECEDENTES**

Cuéllar es una Villa de la provincia de Segovia, en la comunidad autónoma de Castilla y León. Actualmente tiene 9.500 habitantes.

El municipio cuenta con otro polideportivo que tiene una capacidad de 1.000 personas.

La Universidad de Valladolid nos encarga el estudio y diseño de la instalación eléctrica de un nuevo polideportivo utilizando energías renovables, ubicado en otra zona de la localidad.

La integración de las energías renovables la haremos mediante unas placas solares colocadas en el tejado del polideportivo.

El nuevo polideportivo tendrá unas dimensiones de 50 x 64 m, y una altura de 13.5 m en el punto más alto de la cubierta.

### **4. EMPLAZAMIENTO**

El pabellón polideportivo se ubicará en la parcela que se encuentra en el cruce de la carretera de Valladolid con la carretera de Olmedo, en la villa de Cuéllar (Segovia).

### **5. NORMAS Y REFERENCIAS**

#### **5.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS:**

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.

Reglamento sobre Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias.

Normas UNE.

Normas particulares de la empresa distribuidora Iberdrola.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.

Norma técnica particular para instalaciones en baja tensión. Capítulo IV: instalaciones generadoras de baja tensión – centrales solares fotovoltaicas.

## 5.2 BIBLIOGRAFÍA:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Guía técnica de aplicación del reglamento de Baja Tensión.

Normas UNE.

Base de datos de manuales y catálogos de iluminación de la marca LG.

Plan de energías renovables en España. Ministerio de Industria.

Martínez Jiménez, Amador. “Dimensionado de Instalaciones solares fotovoltaicas”. Ediciones Paraninfo S.A. 2012.

PFC: Central solar fotovoltaica conectada a red. Carlos Sellés Huidobro.

Instalación eléctrica del polideportivo “Bruno Saltor”. Aleix Mestre Augé.

## 5.3 PROGRAMAS DE CÁLCULO:

AUTOCAD 2007.

DIALUX.

DAISALUX.

DMELECT.

PVSYST.

## **6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES:**

### **6.1 DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA:**

La parcela donde está ubicado el proyecto está limitada en un lado por la carretera de Valladolid, lo que proporciona un fácil acceso a las instalaciones. El resto de la parcela está limitada por terrenos reservados a la futura construcción de edificios.

La parcela se puede dividir gráficamente en dos rectángulos de aproximadamente  $5.000\text{ m}^2$  y  $2.500\text{ m}^2$  cada uno, lo que hace que sea una parcela de unos  $7.500\text{ m}^2$ , por lo que el terreno no utilizado en el proyecto quedará reservado para la construcción de viviendas.

### **6.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO:**

La planta del recinto es rectangular con unas dimensiones de 64 m de largo, 50 m de ancho y una altura de 13.5 m en el punto más alto del tejado.

Las paredes del edificio son de hormigón prefabricado y la cubierta es de chapa metálica.

Emplearemos ventilación natural mediante ventanales para obtener las condiciones ambientales adecuadas.

El edificio consta de dos plantas:

Planta baja:

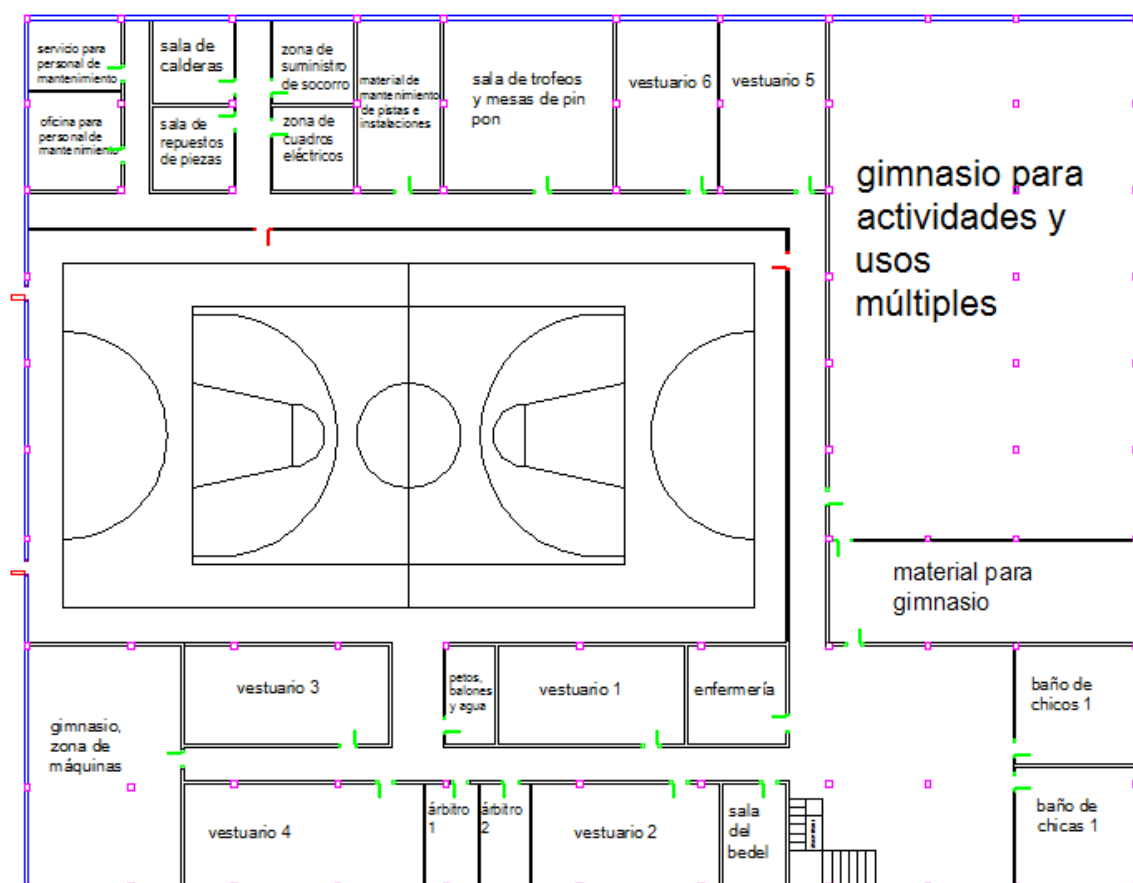
En ella encontramos dos zonas diferenciadas y separadas la pista de juego.

A un lado y separados por un pasillo y la entrada principal a la cancha, tenemos 4 vestuarios, la enfermería cerca de la entrada principal al polideportivo, la oficina del bedel, una sala destinada a guardar balones y agua justo antes de entrar a la pista, dos vestuarios para los árbitros y un gimnasio con máquinas de fortalecimiento muscular.

Al otro lado de la cancha tenemos 2 vestuarios, una sala de trofeos de uso público, una sala para guardar herramientas y material de mantenimiento de las instalaciones, la sala de cuadros, la sala donde se encuentran los equipos del suministro de socorro, otra sala donde se guardan recambios de bombillas y repuestos, la sala de calderas, una oficina para el personal de mantenimiento del pabellón, y un servicio al lado de la oficina para uso de dicho personal.

En esta planta baja también encontramos un baño de chicas, otro baño de chicos, un gimnasio multiusos y una sala donde se guarda el material del gimnasio y de la pista.

Esta planta tiene 3 puertas de acceso. Una principal que se encuentra en la fachada principal del edificio, y dos puertas de emergencia situadas detrás del terreno de juego.



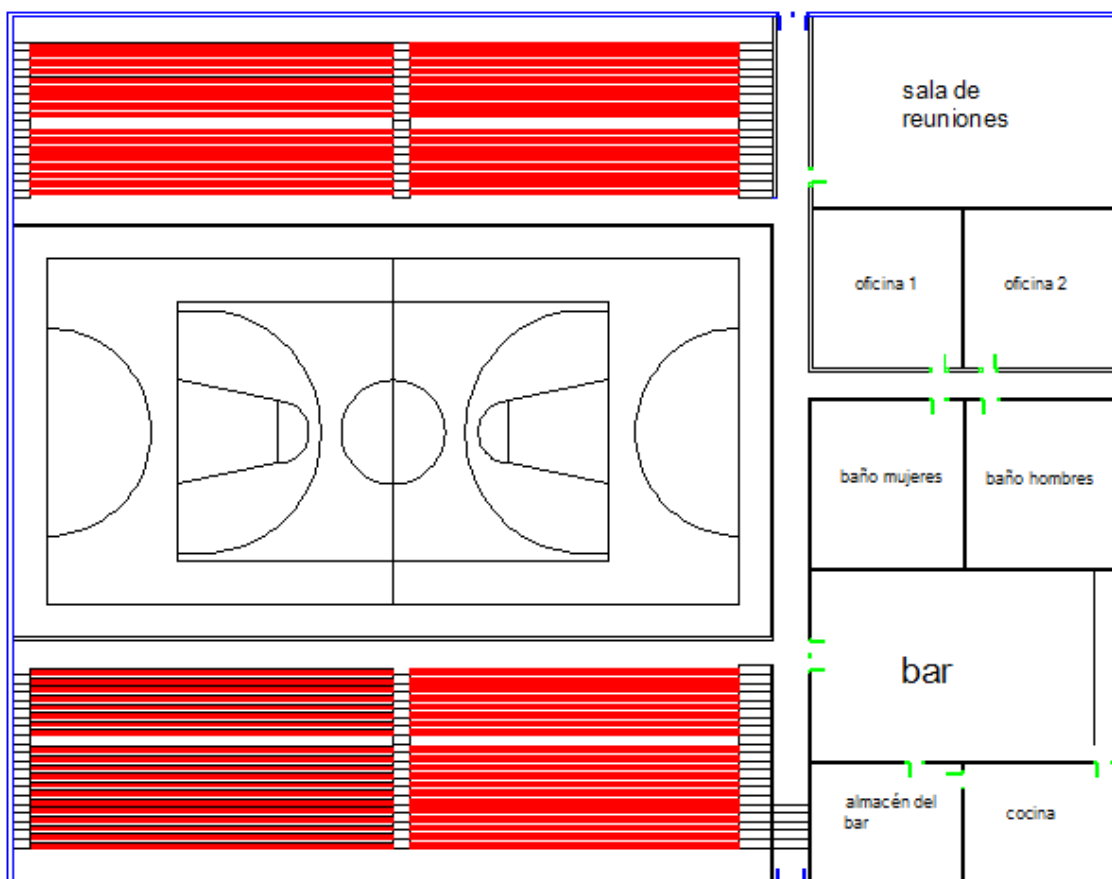
#### Planta primera:

En esta planta se encuentra el bar, pensado para abrir sólo los días que haya alguna competición en el polideportivo, la cocina y el almacén del bar. También encontramos en esta planta dos servicios, uno de chicas y otro de chicos, dos oficinas, y una sala de reuniones.

A ambos lados de la pista y a una altura de 4 metros tenemos las gradas del pabellón.



El acceso a esta segunda planta puede ser por la entrada principal de la planta baja mediante unas escaleras o un montacargas, o directamente mediante desde la segunda planta por una de las dos puertas que se encuentran en los lados del pabellón a 4 metros de altura.



## **7. PREVISIÓN DE POTENCIA.**

La previsión de los consumos y cargas se ha realizado de acuerdo con lo dispuesto en la ITC-BT\_10. La carga total prevista será la que hay que considerar en el cálculo de los conductores de las acometidas y en el cálculo de las instalaciones de enlace.

### **7.1 RECEPTORES DE FUERZA:**

Para la previsión de la posible instalación de tomas de corriente se tendrá en cuenta una hipótesis sobre los posibles consumos de potencia desglosados por salas:

En los vestuarios vamos a reservar 1.500 W en cada uno, con una potencia total de  $1500 \times 6 = 9.000$  W.

En los aseos reservaremos una potencia de 800 W en cada uno, con una potencia total de  $800 \times 5 = 4.000$  W.

Para los secadores de manos que hay en cada asea, hemos previsto 1.200 W por cada uno, lo que suman una potencia de  $1.200 \times 5 = 6.000$  W.

En la oficina del bedel: 800 W.

Enfermería: 1.500 W.

Cuarto de balones y petos: 700 W.

Sala de material de gimnasio y de pista: 700 W.

Vestuario del árbitro reservaremos 900 W por cada uno, con una potencia total de  $900 \times 2 = 1.800$  W.

Gimnasio de máquinas: 1.500 W.

Gimnasio multiusos: 700 W.

Sala de trofeos: 700 W.

Sala de mantenimiento de pistas y limpieza: 700 W.

Sala de cuadros: 1.500 W.

Sala del suministro de socorro: 1.500 W.

Sala de repuestos: 700 W.

Sala de calderas: 5.000 W.

En las oficinas reservaré 2500 W en cada oficina, con una potencia total de  $2.500 \times 3 = 7.500$  W.

Cancha: 1.500 W.

Para ambos lados de las gradas reservaré una potencia de 1.500 W.

Para el bar, la cocina del bar y el almacén del bar reservaré una potencia total de 14.000 W.

Sala de reuniones 2.500 W.

Para equipos de limpieza, climatizador en sala de reuniones, y máquinas de refrescos 5.000 W.

Para el montacargas, que irá colocado al lado de la escalera hemos previsto una potencia de 4.500 W.

Por lo que para los receptores de fuerza tengo una previsión de 73.300 W.

## 7.2 RECEPTORES DE ALUMBRADO INTERIOR.

### 7.2.1 CONDICIONES DE ILUMINACIÓN:

El cálculo de luminarias y de potencia de alumbrado interior le he calculado con la intención de conseguir los siguientes valores de iluminación en las diferentes salas:

Vestuarios: 150 lux.

Enfermería: 200 lux.

Vestuarios de los árbitros: 150 lux.

Vestíbulo: 150 lux.

Baños: 150 lux.

Cuarto del Bedel: 150 lux.

Gimnasio de máquinas: 300 lux.

Material de gimnasio y pista: 150 lux.

Gimnasio de usos generales: 300 lux.

Sala de trofeos: 200 lux.

Material de mantenimiento y limpieza: 150 lux.

Salas de cuadros, de calderas, de repuestos y de suministro de socorro: 150 lux.

Oficinas: 300 lux.

Cancha: 300 lux.

Pasillos: 150 lux.

Bar, cocina y almacén: 200 lux.

Sala de reuniones: 200 lux.

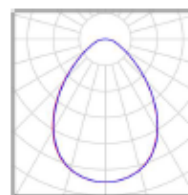
Gradas: 150 lux.

## 7.2.2 POTENCIA DE ALUMBRADO INTERIOR:

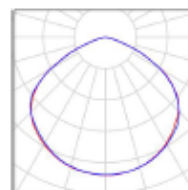
Una vez calculadas todas las luminarias necesarias en cada sala para la instalación de alumbrado interior tenemos la siguiente lista:

### polideportivo / Lista de luminarias

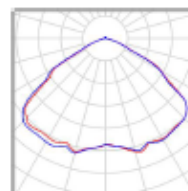
138 Pieza LG FRS640D1F0B CE\_LG LED Flat Light 40W  
600X600 3000K T-bar  
N° de artículo: FRS640D1F0B  
Flujo luminoso (Luminaria): 3000 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 3000 lm  
Potencia de las luminarias: 40.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 64 89 98 100 100  
Lámpara: 1 x CE\_LG LED Flat Light 40W  
600X600 3000K T-bar (Factor de corrección 1.000).



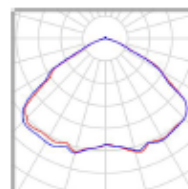
129 Pieza LG LH70765BFAO CE\_LG LED Highbay 70W  
5700K  
N° de artículo: LH70765BFAO  
Flujo luminoso (Luminaria): 5250 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 5250 lm  
Potencia de las luminarias: 70.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 50 86 99 100 100  
Lámpara: 1 x CE\_LG\_LED High-bay 70W 5700K  
(Factor de corrección 1.000).



16 Pieza LG PSH0731B CE\_LG PLS 730W 4500K 120D  
(Tipo 1)  
N° de artículo: PSH0731B  
Flujo luminoso (Luminaria): 36209 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 54000 lm  
Potencia de las luminarias: 500.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 49 89 99 99 67  
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



10 Pieza LG PSH0731B CE\_LG PLS 730W 4500K 120D  
N° de artículo: PSH0731B  
Flujo luminoso (Luminaria): 36209 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 54000 lm  
Potencia de las luminarias: 730.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 99  
Código CIE Flux: 49 89 99 99 67  
Lámpara: 1 x CE\_LG PLS 730W 4500K 120D  
(Factor de corrección 1.000).



Por lo que deducimos que necesitaremos una potencia de alumbrado interior de:

$$138 \times 40 + 129 \times 70 + 16 \times 500 + 10 \times 730 = 29.850 \text{ W.}$$

### 7.3 PREVISIÓN TOTAL DE CARGAS:

Después de lo expuesto anteriormente podemos decir que la previsión de potencia activa que tendremos en nuestra instalación es de  $29.850 \text{ W} + 73.300 \text{ W} = 103.150 \text{ W}$ .

Vamos a considerar que tenemos un coeficiente de simultaneidad de 1, por lo tanto la potencia que simultáneamente puede funcionar es de  $103.150 \text{ W}$ , por lo que se aconseja a la propiedad, contratar la potencia normalizada de  $110.000 \text{ W}$ , habiéndose realizado el proyecto para esta potencia.

## **8. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. SOLUCIONES ADOPTADAS.**

### 8.1 SUMINISTRO:

La empresa suministradora de energía eléctrica del polideportivo será Iberdrola, con la que después de estudiar las necesidades requeridas llegamos a un acuerdo para conectar un centro de transformación a la red subterránea de M.T de dicha compañía, y que será el encargado de adecuar los niveles de tensión de utilización del edificio.

Por tanto la contratación a la empresa suministradora será en media tensión a través de una línea subterránea, a una tensión de  $20 \text{ KV}$  y una frecuencia de  $50 \text{ HZ}$ .

El centro de transformación reducirá la tensión de la red de  $20 \text{ KV}$  trifásica y frecuencia de  $50 \text{ Hz}$ , a una tensión de utilización de  $230/400 \text{ V}$  y  $50 \text{ Hz}$  de frecuencia.

### 8.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

#### 8.2.1 EMPLAZAMIENTO.

El centro de transformación se encontrará en una caseta prefabricada en una de las fachadas del polideportivo, propiedad del cliente. La caseta debe tener un acceso para la compañía suministradora, por lo que la caseta prefabricada viene equipada con una llave para acceder a su interior desde la calle.

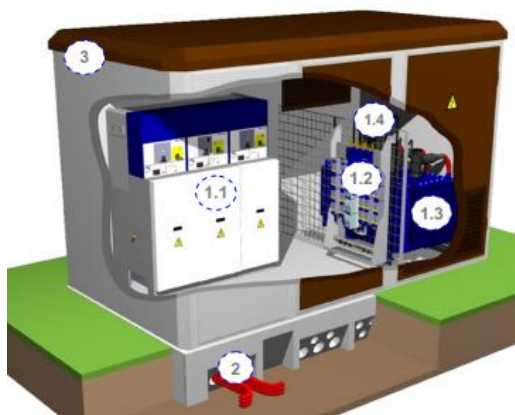
### 8.2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Será un centro de transformación prefabricado PFU de Ormazabal, diseñado según la norma UNE-EN 62271-202.

La caseta donde se encuentra el centro de transformación será prefabricada de hormigón, y tendrá su propia puesta a tierra. El centro de transformación estará dividido en dos zonas: la zona de compañía, que será donde se encuentre el transformador y a la cual sólo tiene acceso el personal de la compañía suministradora, y la zona de abonado donde se encuentran las celdas del centro de transformación y a la que solo puede acceder personal autorizado.

### 8.2.3 COMPOSICIÓN

El centro PFU de Ormazabal se compone de dos elementos principales que son el equipo eléctrico interior, y el edificio prefabricado de hormigón.



1. Equipo Eléctrico interior
  - 1.1. Aparata de MT
  - 1.2. Cuadro de Baja Tensión
  - 1.3. Transformador de potencia
  - 1.4. Puentes de cables
2. Acceso de cables
3. Edificio Prefabricado de Hormigón

El equipo eléctrico interior se compone de:

- Una unidad de aparata de Media Tensión (MT) de aislamiento integral en SF<sub>6</sub> hasta 36 kW.

- Hasta dos unidades de transformador de distribución MT/BT de llenado integral en aceite, con potencias hasta 1000 KVA con ventilación natural.
- Unidad de aparamenta en Baja Tensión (BT).
- Interconexiones de MT y BT directas por cable, con un máximo de 8 salidas.

El edificio prefabricado se compone de:

- Envolvente prefabricada monobloque de hormigón.
- Cubierta amovible prefabricada de hormigón.
- Puertas de acceso al equipo eléctrico de 900 x 2.100 mm y 1.100 x 2.100 mm, dotada de cerradura.
- Puertas de acceso al transformador de 1.260 x 2.100 mm.
- Rejillas de entrada de aire para ventilación natural.
- Orificios de entrada y salida de cables en la parte frontal y posterior inferior de la envolvente.
- Foso colector de recogida de aceite y lecho de guijarros cortafuegos.
- Un orificio, por encima de la cota 0 en la pared frontal, de diámetro 140 mm, para la entrada de una acometida auxiliar de BT.
- Dos cajas de Seccionamiento de tierra de protección y de servicio, situadas en el lado interior izquierdo y derecho de la pared frontal respectivamente.
- Alumbrado y servicios auxiliares.



Dentro de la gama de centros de transformación hemos elegido un PFU-5, que tiene las siguientes dimensiones:

- Longitud (mm): 6080.
- Anchura (mm): 2380.
- Altura (mm): 3.045.
- Altura vista (mm): 2.585.
- Peso (Kg): 17.460

#### 8.2.4 TRANSFORMADOR

Utilizaremos un transformador de 110 KVA de baño en aceite, ya que entre otras, nos proporciona las siguientes ventajas:

Tienen poca pérdida en vacío y son menos ruidosos que los transformadores secos.

Tienen mayor resistencia a las sobretensiones y a las sobrecargas prolongadas.

Son más baratos que un transformador seco.

El principal inconveniente de estos transformadores es que el uso de aceite para refrigerar supone un posible riesgo de incendio, y hay que llevar a cabo unas labores de mantenimiento que en los transformadores secos no serían necesarias.

Para la distribución de energía eléctrica en media tensión se coloca un armario prefabricado formado por una serie de celdas prefabricadas.

#### 8.2.5 INSTALACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

##### 8.2.5.1 UBICACIÓN:

Es necesario definir exactamente las cotas del lugar de emplazamiento, que en este caso las he definido en el plano número 3.

##### 8.2.5.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO:

El tipo de terreno es determinante debido al peso del equipo, ya que el terreno puede ceder o perder nivelación, provocando agrietamientos.

Por esto se distinguen dos tipos de terrenos, terrenos duros y terrenos blandos.

En este caso estamos ante un terreno duro, ya que el suelo está asentando y debidamente compacto debido a su propia naturaleza. En estos casos, después de la excavación se procede a extender en la zona de asentamiento una capa de 100 mm aproximadamente de arena y se compacta de forma que una persona pueda caminar sobre ella sin dejar huella.

Para las dimensiones de la excavación se han tenido en cuenta las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.



Para este caso en concreto, en el que instalaremos un modelo PFU-5, las dimensiones de la excavación serán de 6,88 m de ancho, 3,18 m de fondo y 0,56 m de profundidad.

#### 8.2.5.3 CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE TIERRAS.

El centro está provisto de dos circuitos de tierras internos para facilitar la conexión de los diferentes elementos a la ejecución de la red de puesta a tierra exterior del centro.

##### 8.2.5.3.1 TIERRA DE PROTECCIÓN.

La línea de tierra de protección recoge la puesta a tierra de los diferentes elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, la armadura de la envolvente de hormigón, etc. Pero no se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Esta línea de tierra se conecta a la caja de seccionamiento de protección de la que dispone el centro.

La armadura metálica del cuerpo y la cubierta de la envolvente se conectan directamente a la caja de seccionamiento. Ambas armaduras estarán unidas eléctricamente mediante una trenza interior de cobre de 50 mm<sup>2</sup>.

##### 8.2.5.3.2 TIERRA DE SERVICIO.

La línea de tierra de servicio une el embarrado del neutro del transformador de distribución con la caja de seccionamiento dispuesta en una cara de la envolvente del centro de transformación. Esta conexión se realiza por medio de cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup>.

#### 8.3 ACOMETIDA

La acometida será propiedad de la empresa distribuidora y será realizada por ésta de acuerdo con sus instrucciones técnicas particulares cumpliendo de esta forma con la ITC-BT-11. En este caso se trata de una acometida enterrada con una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia. Será de aluminio con un aislamiento de XLPE de 0.6/1 kV con una sección de 240 mm<sup>2</sup> de sección.

#### 8.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Debido a que el centro es propiedad del abonado, la derivación individual se considera desde la caja de fusibles de BT de salida del transformador hasta el interruptor general de alimentación del cuadro general de mando y protección.

La derivación individual se encuentra situada en el centro de transformación y enlazará con el CGMP, y estará formada por una línea de sección  $4 \times 25 + TT16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ .

Los conductores serán aislados y discurrirán por canalizaciones proyectadas y construidas a tal efecto. Los cables no presentará empalmes y su sección será uniforme. Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares. Se seguirá el código de colores que se indica en la ITC-BT-19 del REBT.

#### 8.5 FUSIBLES DE PROTECCIÓN.

Los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro se utilizarán como protección de la línea general de alimentación, desempeñando la función de caja general de protección.

Estos fusibles serán de 250 A y tendrán un poder de corte de 50 kA.

#### 8.6 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN.

Existe un cuadro general de protección y distribución desde el cual salen todas las líneas para alimentar al resto de los subcuadros de la instalación y además, alimenta a los siguientes receptores de fuerza y alumbrado:

Sala de trofeos, vestuario 5, secador de manos del baño de mantenimiento, vestuario 6, sala de mantenimiento, sala de repuestos, sala de cuadros, sala de suministro de socorro, sala de calderas, oficina de mantenimiento, baño de mantenimiento, tomas de corriente de la cancha y de las gradas, tomas de corriente de los pasillos para los equipos de limpieza, montacargas, focos 1, focos 2, focos 3, focos 4, focos 5, y las zonas de iluminación Cuadro G. Zona 1, Cuadro G. Zona 2 y Cuadro G. Zona 3.

El cuadro general de protección y distribución, estará situado en la sala de cuadros definida en el apartado de planos.

Al cuadro general también llega la alimentación desde el grupo electrógeno de emergencia.

La instalación consta de 4 subcuadros alimentados por el cuadro general de protección y distribución:

#### **Subcuadro 1**

Como se puede ver en el esquema unifilar de la instalación, este subcuadro alimenta a los siguientes receptores de fuerza y alumbrado: gimnasio de máquinas, vestuario 3, vestuario 4, árbitro 1, árbitro 2, vestuario 1, sala de petos, cuarto del bedel, enfermería, vestuario 2, baño de hombres 1 y su secador de manos, baño de mujeres 1 y su secador de manos y las zonas de iluminación Cuadro 1. Zona 1, Cuadro 1. Zona 2 y Cuadro 1. Zona 3.

Este subcuadro está situado en la sala del bedel.

#### **Subcuadro 2**

Como se puede ver en el esquema unifilar de la instalación, este subcuadro alimenta a los siguientes receptores de fuerza y alumbrado: Gimnasio multiusos, sala de material de gimnasio, y las zonas de iluminación Cuadro 2. Zona 1, Cuadro 2. Zona 2 y Cuadro 2. Zona 3.

Este subcuadro se encuentra situado en el gimnasio multiusos.

#### **Subcuadro 3**

Como se puede ver en el esquema unifilar de la instalación, este subcuadro alimenta a los siguientes receptores de fuerza y alumbrado: oficina 1 y oficina 2, baño de hombres 2, y baño de mujeres 2, los secadores de manos de ambos baños y las zonas de iluminación Cuadro 3. Zona 1, Cuadro 3. Zona 2 y Cuadro 3. Zona 3.

Este subcuadro estará situado al final del pasillo de las oficinas de la planta primera.

#### **Subcuadro bar**

Como se puede ver en el esquema unifilar de la instalación, este subcuadro alimenta a los siguientes receptores de fuerza y alumbrado: lavavajillas y horno, tomas de corriente de la cocina, del almacén y del bar, y zonas de iluminación bar 1, iluminación bar 2 e iluminación bar 3.

Este subcuadro estará situado a la entrada del bar.

La situación del cuadro general de protección y distribución y de los subcuadros está detallada en los planos en planta del polideportivo.

Las salidas de los diferentes circuitos estarán protegidas por interruptores diferenciales y por interruptores automáticos seleccionados según la potencia de cada uno de los circuitos, por lo que todos los receptores estarán totalmente protegidos contra contactos indirectos, derivaciones, cortocircuitos y sobreintensidades, cumpliéndose la instrucción ITC-BT-17.

En el cuadro se debe de disponer de aproximadamente un 30% sobrante para posibles ampliaciones, y asimismo estarán rotulados para los receptores o líneas que protejan.

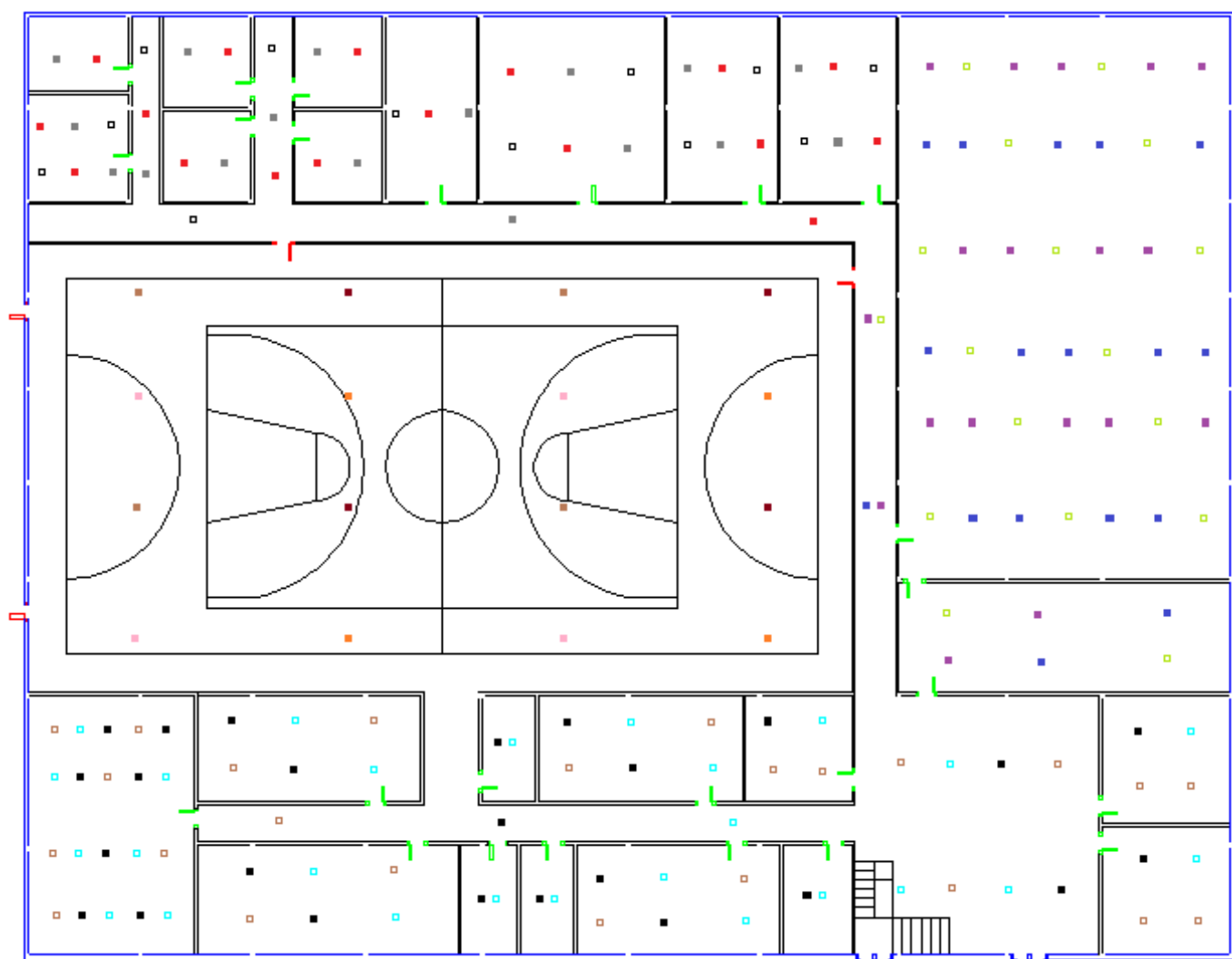
Todos los puentes de interconexión y salidas de conductores deberán realizarse con bornas apropiadas instaladas en los mismos cuadros.

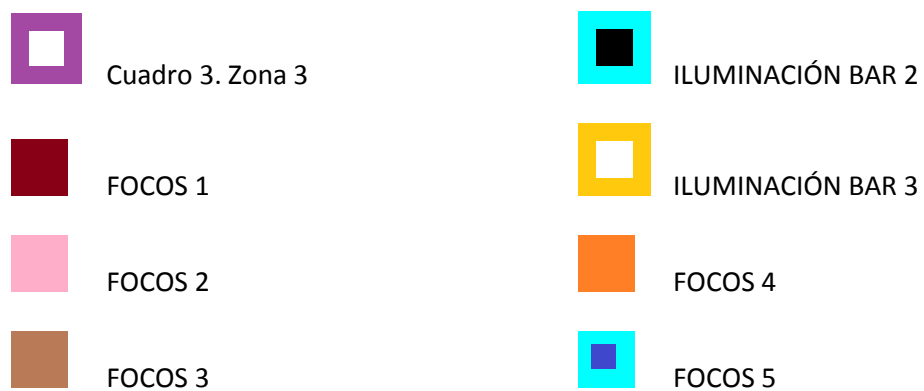
También tenemos en este cuadro el interruptor que alimenta a la batería automática de condensadores para el control de la energía reactiva.

Para la gestión de este grupo se ha montado un sistema de conmutación automática, AUT-MP12E, que gestiona y enclava entre sí unos contactores que dan alimentación a toda la instalación.

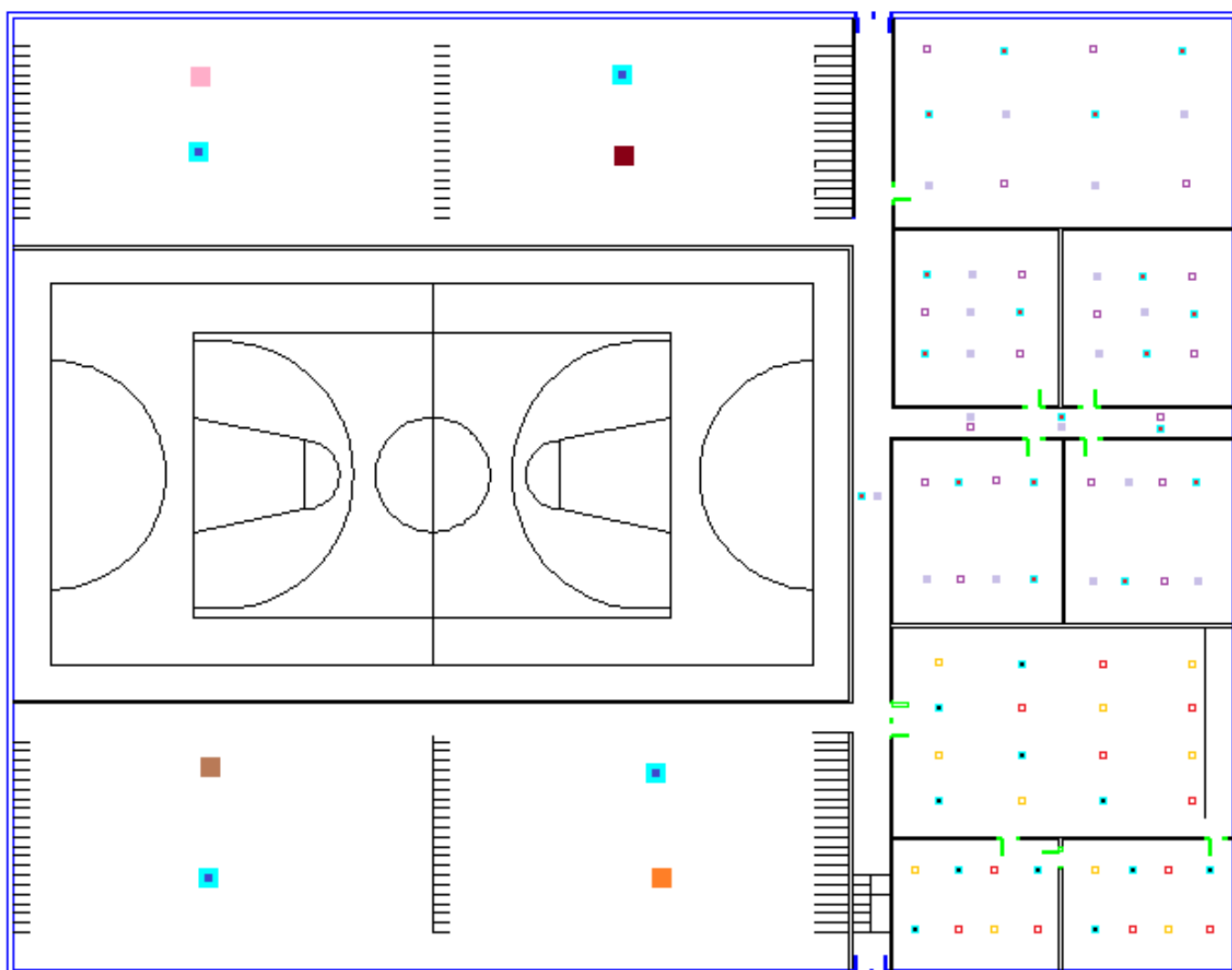
#### **Definición de las distintas zonas de iluminación del polideportivo:**

#### **Planta baja:**





**Planta primera:**



## 8.7 SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por las averías que puedan producirse en un punto cualquiera de las mismas afecten solamente a ciertas partes de la instalación. Es por esto, por lo que los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les preceden.

Toda la instalación estará dividida en varios circuitos según las necesidades con la finalidad de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de toda la instalación y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.

### 8.7.1 EQUILIBRADO DE CARGAS

Para mantener un buen equilibrio entre fases, se procurará que quede un reparto de las cargas entre las diferentes fases para el mejor funcionamiento de la instalación.

## 8.8 PROTECCIONES

### 8.8.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Todo el circuito estará protegido contra los efectos de las sobretensiones que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

### 8.8.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección estará constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curvas térmicas de corte o por fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

### 8.8.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados en un principal, cada uno de estos circuitos disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

### 8.8.4 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Esta protección consiste en recoger las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que puedan derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios a utilizar están expuestos y definidos en la norma UNE 20.460-4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas de la instalación.
- Protección por medio de barreras u obstáculos que impidan al individuo un posible contacto con las partes activas de la instalación.

### 8.8.5 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante el corte automático de la alimentación. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo, el cual pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.



La protección frente a contactos indirectos se realizará mediante la correcta puesta a tierra de todas las masas y mediante la instalación de interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad en la cabecera de la instalación.

## 8.9 COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

### 8.9.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA REACTIVA

La energía reactiva es necesaria para la creación de los campos magnéticos en el funcionamiento de ciertos receptores como motores, reactancias de alumbrado de descarga... pero no se transforma directamente en trabajo como lo hace la energía activa.

Aunque la energía reactiva requerida por las cargas inductivas no se transforma en trabajo útil, debe ser generada, transportada y distribuida por la red eléctrica. Esto obliga al sobredimensionamiento de transformadores, generadores y líneas, e implica la existencia de pérdidas y caídas de tensión. Por esta razón, las compañías eléctricas penalizan el consumo de energía reactiva aplicando recargos. Los condensadores eléctricos instalados en la proximidad de las cargas inductivas producen la energía reactiva requerida por éstas.

Para compensar la energía reactiva y por lo tanto mejorar el factor de potencia, se acostumbra a utilizar condensadores estáticos conectados en paralelo a la red, que proporcionan la potencia reactiva necesaria para establecer los campos magnéticos de los receptores, quedando descargada la línea de corrientes reactivas y circulando únicamente corrientes activas.

Se utilizan condensadores fijos que compensan la potencia reactiva de los transformadores de alimentación y que compensan en cada momento la potencia reactiva de las cargas.

### 8.9.2 NECESIDAD DE COMPENSACIÓN

Las corrientes reactivas circulan por las instalaciones del usuario y por las líneas de transporte proporcionando:

- Menor rendimiento en la instalación.
- Menos capacidad de transporte de las líneas.
- Menor duración de vida de la aparamenta.
- Menor seguridad.
- Menor aprovechamiento de transformadores, cables, interruptores...

- Pérdidas por calor.
- Mayores caídas de tensión.
- Mayores gastos de mantenimiento.
- Mayores gasto de inversión debido a la necesidad de sobredimensionar la instalación.
- Mayores recargos por parte de las compañías eléctricas.

Corrigiendo el factor de potencia de la instalación conseguimos:

- Una disminución de la corriente de línea y por lo tanto una disminución de pérdidas por efecto Joule.
- Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- Disminución de la sección de los conductores debido a la disminución de la corriente de línea.
- Posibilidad de aumento de potencia útil.

### 8.9.3 TIPO DE COMPENSACIÓN ELEGIDA

Aunque hay varias maneras de compensar la energía reactiva, yo lo haré mediante una batería de condensadores colocada en el inicio de la instalación interior.

Este tipo de compensación proporciona un menor coste de instalación, entre otras nos proporciona las siguientes ventajas:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Ajusta la potencia aparente a la necesidad real de la instalación.
- Aumenta la potencia disponible del centro de transformación.

#### 8.9.3.1 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES A INSTALAR

Para el cálculo de la batería de condensadores necesaria para la compensación se ha estimado un factor de potencia de la instalación de 0.8 y se pretende conseguir un factor de potencia igual a la unidad.

Según los cálculos, la energía a compensar es de 62 kW. Para conseguirlo, voy a instalar una batería de 50 KVAR. No importa que la potencia de la batería de condensadores sea algo menos que la potencia a compensar, ya que sería muy poco probable conseguir un nivel tan grande de energía reactiva. La batería está preparada para no ceder en ningún momento energía capacitiva a la red.

## **9 ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

Los alumbrados de emergencia que se instalen, seguirán las prescripciones de la ITC-BT-28.

Serán receptores fijos, previstos de fuentes propias de energía las cuales entrarán en funcionamiento por defectos de suministro o para tensiones de alimentación de un valor inferior al 70% de la nominal.

Las condiciones de servicios serán de cómo mínimo una hora a excepción de aquellos puntos donde se especifique lo contrario.

La iluminación mínima en los puntos de ubicación de los elementos contra incendios o cuadros de ubicación de instalaciones eléctricas será de cómo mínimo 5 lux. La uniformidad de la iluminancia proporcionada en los diferentes puntos de cada zona será tal que el coeficiente entre la iluminación máxima y mínima será menor de 40.

En el apartado de cálculos de alumbrado de emergencia del presente proyecto, se estipularán los puntos de ubicación de los aparatos de alumbrado de emergencia.

En general una vez al año se revisará cada aparato, observando todos sus conexiones y estado mecánico de todas sus piezas y principalmente de todas aquellas que se puedan desprender.

La instalación sólo podrá ser manipulada por personal especializado y dejando sin tensión previamente la red.

## **10 GRUPO ELECTRÓGENO**

### **10.1 INTRODUCCIÓN**

El grupo electrógeno está pensado para alimentar a toda la instalación en los casos de fallo de suministro o anomalías de alimentación. La potencia prevista a suministrar es de 28 KVA con un factor de potencia de 0.8, teniendo por tanto una potencia activa de 22,4 kW. Para garantizar que el grupo pueda arrancar y tenga una larga vida según el fabricante, la carga de éste, no podrá ser superior al 70% de la potencia total del grupo.

## 10.2 EMPLAZAMIENTO

El grupo electrógeno se situará en la sala llamada suministro de socorro. La localización se indica en el plano de la planta baja del polideportivo. A esta sala sólo podrá acceder el personal autorizado.

## 10.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL GRUPO ELECTRÓGENO

El grupo electrógeno elegido es el modelo EMM-28 de la casa Electra Molins, de construcción tipo “fijo” de 28 KVA, 22 kW de potencia máxima en servicio de emergencia por fallo de red según ISO 8528-1. La potencia activa está sujeta a una tolerancia de un  $\pm 5\%$  de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor diesel.

El grupo está formado por los siguientes elementos:

- Motor diesel CUMMINS X2.5-G2
  - Ciclo: diesel de 4 tiempos.
  - Refrigeración: agua por radiador.
  - Nº y disposición de los cilindros: 3 en línea.
  - Cilindrada total: 2,5 l.
  - Aspiración del aire: natural.
  - Regulador de velocidad: mecánico.
  - Capacidad del aceite: 7,5 l.
  - Consumo de aceite a plena carga: 0,06 l/h.
  - Capacidad del circuito de refrigeración (agua al 40% anticongelante): 7 l.
- Alternador LEROY SOMER LSA 423 VS2
  - Conexión: estrella.
  - Clase de aislamiento: H.
  - Regulador electrónico de tensión: R220.
  - Protección: IP-23.
- Baterías:
  - Cantidad: 1.
  - Tensión corriente continua: 12 V.
  - Capacidad: 90 Ah.
  - Tipo: Plomo-ácido

- Cuadro automático tipo AUT-MP12 que realiza la puesta en marcha del grupo electrógeno al fallar el suministro eléctrico de la red y da la señal al cuadro de conmutación para que se conecte la carga al grupo. Al normalizarse el suministro eléctrico de la red, transfiere la carga a la red y detiene el grupo. Este cuadro se basa en un módulo programable con tres microprocesadores especializados en las tareas de mediciones eléctricas, lógica del grupo y comunicaciones, lo cual confiere al equipo una gran potencia de proceso. Todas las mediciones y alarmas se visualizan en una pantalla TFT en color.
- Selector de funcionamiento tipo “TEST”. Permite probar el funcionamiento del grupo electrógeno de forma independiente del equipo automático y dar servicio a la carga de forma manual si fuera preciso.
- Cargador electrónico de baterías además del alternador de carga de baterías propio del motor diesel.
- Interruptor automático magnetotérmico de protección a la salida del alternador.
- Resistencia calefactora del motor alimentada por la red, que facilita el arranque en ambientes fríos.
- Medidas del grupo electrógeno:
  - Largo.....2.170 mm.
  - Ancho.....900 mm.
  - Peso sin combustible.....1.280 mm.
  - Capacidad del depósito de combustible.....132 l.

El grupo incluye protecciones de los elementos móviles (correas, ventilador, etc.) y elementos muy calientes como el colector de escape, cumpliendo con las directivas de la Unión Europea de seguridad de máquinas 98/37/CE, baja tensión 73/23/CEE y compatibilidad electromagnética 89/336/CEE.

#### 10.4 DATOS DE LA INSTALACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO:

- Dimensiones de la caseta para instalaciones no insonorizadas:

- Mínimo recomendado. Largo x Ancho x Alto.....3 x 3 x 2,2 m
- Ventilación:
  - Entrada de aire mínima recomendada.....0.2 m<sup>2</sup>
  - Caudal de aire del ventilador en salida libre.....2.500 m<sup>3</sup>/h
  - Caudal de aire aspirado por el motor para combustión.....6,5 m<sup>3</sup>/h
- Escape:
  - Caudal de gases de escape.....170 m<sup>3</sup>/h
  - Diámetro de tubería de escape para recorridos cortos (6 m).....1x65 mm

## **11 TOMA DE TIERRA DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.**

En este proyecto se pueden distinguir tres circuitos de puestas a tierra, uno para el centro de transformación, otro para las instalaciones interiores, y una última para la instalación fotovoltaica.

### **11.1 TOMA DE TIERRA EN CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN**

Se colocará una toma de tierra tal y como se explica en el siguiente párrafo:

En el cuadro de alimentación existe una borna de toma de tierra. Desde esta borna se saca un conductor verde-amarillo de designación H07 V-K de 1x16 mm<sup>2</sup> – Cu, hasta una borna de mediación (puente de tierra) y desde éste otro conductor idéntico hasta una pica de tierra que posteriormente va unida al acero de refuerzo de la cimentación con conductor desnudo de 1 x 35 mm<sup>2</sup>, y además se unen a varias picas de tierra instaladas a los efectos de diámetro 14 mm, y 2 m de longitud, uniendo este conductor al acero de la cimentación, de tal forma que se produzca una toma de tierra continua para todo el edificio, cumpliéndose la instrucción ITC-BT-18.

### **11.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PICAS. RECOMENDACIÓN UNESA.**

UNESA especifica las características que deben cumplir los electrodos de puesta a tierra de las instalaciones eléctricas, contruidos por varillas cilíndricas de acero, lisas o roscadas, revestidas de una capa de cobre y que son conocidas como PICAS.

El diámetro de la pica se medirá sobre la capa de cobre, con una tolerancia de  $+0,2/-0,1$  mm. En la longitud de la pica se admitirá una tolerancia de 5 mm en más o menos.

La operación de roscado se efectuará después del cobreado, por el procedimiento de laminado en frío, sin arranque de viruta. La rosca no deberá tener ningún punto en donde se haga visible el acero.

- Materiales:
  - Alma: Acero fino al carbono de dureza Brinell comprendida entre 180 y 220 H. Su contenido en fósforo y azufre no excederá del 0,04%.
  - Revestimiento: Cobre electrolítico del tipo definido en la norma UNE 20003. El espesor medio de la capa de cobre en cualquier sección de las picas será, como mínimo de 0,3 mm y en ningún punto el espesor efectivo será inferior a 0,27 mm.

### 11.3 CÁLCULOS DE PROTECCIONES DE TOMA DE TIERRA

Los sistemas de cálculo, aplicados al proyecto de una instalación de puesta a tierra, establecen los límites de seguridad tolerables por el cuerpo humano, conjugando el valor de la corriente a través del mismo, su frecuencia, la duración del efecto o contacto y la resistencia eléctrica del propio cuerpo. Una corriente alterna de frecuencia industrial próxima a una centésima de amperio mantenida durante segundos a través del organismo, produce efectos mortales en la mayoría de los casos.

- Frecuencia: Sobre la frecuencia solamente apuntamos que la corriente que puede soportar el cuerpo humano aumenta con la disminución de la frecuencia.
- Magnitud de la corriente y tiempo: Existe documentación publicada que confirma haberse realizado experimentos exhaustivos en alguna Universidades de los Estados Unidos de América para determinar los valores de intensidad que en escalas progresivas afectan cada vez más seriamente al cuerpo humano y nos ayude a calcular los valores máximos de tensión de paso y de contacto autorizados por los reglamentos oficiales en función de la resistividad del terreno.

Como orientación y curiosidad, facilitamos algunos de los valores de intensidad que se consideran interesantes:

Corrientes de 9 a 25 mA, pueden ser dolorosas y hacer perder el control muscular de modo que resulte difícil o imposible soltar un objeto.

Con corrientes superiores, las contracciones musculares pueden dificultar la respiración y se estima que valores próximos a los 100 mA, con duración máxima de 3 segundos, se puede alcanzar el umbral de la fibrilación ventricular.

Con valores de intensidad de corriente más altos, es cuando pueden ocurrir paros cardíacos, quemaduras y lesiones graves e incluso hasta la muerte.

En función de estas consideraciones los distintos tipos de reglamentos establecen las tensiones máximas de contacto que son permisibles en cada caso.

#### EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN:

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-24, las tensiones de contacto no podrán ser superiores a:

- 24 V en locales o emplazamientos conductores.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones de contacto superiores a dichos valores, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte de la corriente de servicio adecuados.

Por dicha razón una vez completada la instalación de puesta a tierra y como protección contra las tensiones de contacto, el valor de la resistencia a tierra de dicha instalación vendrá limitado por la siguiente relación:

$$R \leq \frac{V}{I} \text{ Siendo,}$$

R= resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas.

V= tensión máxima de defecto considerada.

I= intensidad máxima de defecto.

Veamos ahora como ejemplo, cuáles serían estos valores de resistencia en el caso de una instalación protegida por diferentes sistemas de seguridad y cuya tensión máxima de contacto debe ser de 24 V.

- Interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad:

$$\circ R \leq \frac{24}{0.03} \leq 800 \text{ ohmios}$$



- Interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad:

- $R \leq \frac{24}{0.3} \leq 80 \text{ ohmios}$

- Interruptor automático de corriente nominal 15 A. en el que la corriente de corte, en un máximo de 5 seg, sea de 60 A:

- $R \leq \frac{24}{60} \leq 0,4 \text{ ohmios}$

Como se ve, el dispositivo de protección empleado es determinante en el valor óhmico necesario en toda la instalación de puesta a tierra, ya que, en el caso de disponer únicamente de protecciones de máxima intensidad, situación habitual en la industria, se comprueba la necesidad de disponer de bajas resistencias de tierra para conseguir la máxima eficacia de dichas protecciones y evitar que las posibles derivaciones a masa de los distintos receptores se mantengan largo tiempo sin ser detectadas, con el consiguiente peligro.

Para este caso y teniendo en cuenta los diferenciales instalados y la toma de tierra, obtenemos unos coeficientes de seguridad elevados, y superiores a los reglamentarios.

#### 11.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS O INDIRECTOS:

Las instalaciones eléctricas se establecen de forma que no suponen riesgo para las personas y los animales domésticos, tanto en servicio como cuando puedan presentarse averías previsibles. En relación con estos riesgos las instalaciones se han proyectado y ejecutado aplicando las medidas de protección necesarias contra los contactos directos e indirectos, señalados en la ITC-BT-24.

## **12 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **12.1 INTRODUCCIÓN**

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos.

Cuanto más intensa sea la luz solar mayor será el flujo de electricidad producida. No es necesario un flujo de luz directa, la electricidad se produce incluso en días nublados, al amanecer y al anochecer.

Los módulos fotovoltaicos generan corriente continua y se convierte a corriente alterna por medio de un dispositivo eléctrico llamado inversor. Posteriormente, en el caso de tener la instalación conectada a la red, la energía producida pasa por un centro de transformación en el que se adapta la electricidad a las condiciones de tensión e intensidad de las líneas de transporte para su consumo.

### **12.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.**

#### **12.2.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

##### **Ventajas:**

- Una vez realizada la instalación no se originan gastos posteriores.
- No usa combustibles, reduce la incomodidad y el peligro.
- Es renovable respecto a otras tecnologías.
- Reducción de emisiones contaminantes al producir la electricidad.
- Es segura en el suministro energético.
- Muy poco impacto ambiental: no produce desechos, residuos, ruidos...

##### **Desventajas:**

- Su instalación debe ser en zona donde haya cierta radiación solar.
- Tiene bajos rendimientos.
- Su mecánica es más compleja que otros sistemas de aprovechamiento de energías.
- Necesaria una fuerte inversión inicial.

- Problemática en cuanto al impacto visual.

### 12.2.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA

España es uno de los países de Europa con mayor cantidad de horas de sol, a lo que se suma los compromisos europeos en instalación de energías renovables.

España fue en 2008 uno de los países con más potencia fotovoltaica instalada del mundo, con 2.708 MW instalados en un solo año.

Sin embargo, regulaciones legislativas posteriores frenaron la implantación de estas tecnologías y se ralentizó la construcción de nuevas plantas fotovoltaicas en años sucesivos.

A pesar de eso, la energía solar fotovoltaica representa a medio y largo plazo una gran oportunidad de negocio en España.

### 12.3 FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED

Más de un 90% de los generadores fotovoltaicos están conectados a la red de distribución eléctrica y vierten a ella su producción energética. Hay cientos de miles de sistemas fotovoltaicos conectados a red que demuestran que la conexión a red es técnicamente factible y muy fiable. Las motivaciones para conectar un sistema fotovoltaico a la red pueden ser diversas, algunos lo hacen para ganar dinero con la venta de electricidad, otros para ahorrar electricidad en los picos de demanda o para dar estabilidad al consumo si el suministro que reciben es inestable. Muchos otros justifican la inversión por conciencia ambiental.

Para la conexión a red se utiliza un inversor que convierte la corriente continua generada por los paneles en corriente alterna.

Hay dos formas de conectarse a red:

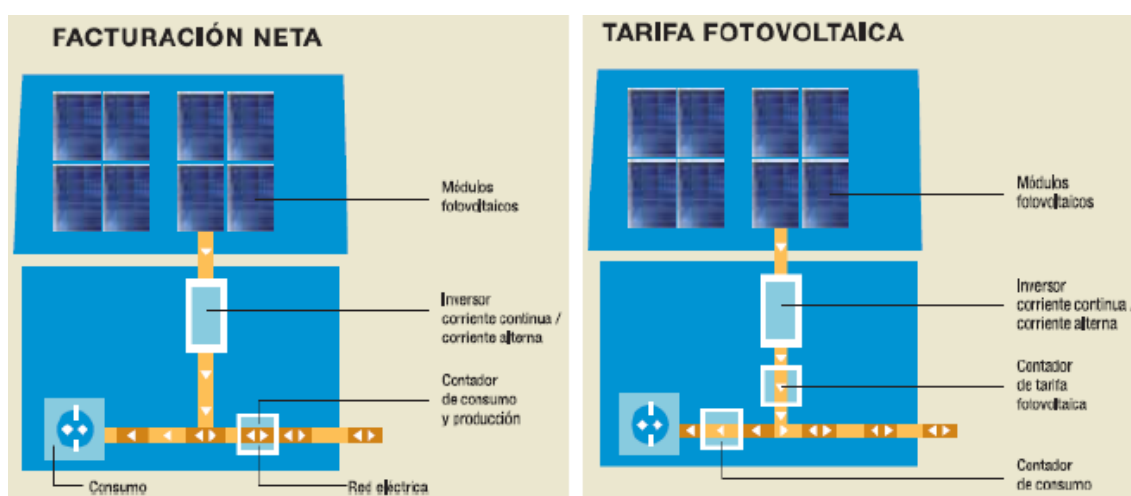
- Facturación neta:

La electricidad solar se usa primero para consumo propio y los excedentes, si los hay, se inyectan a la red. El sistema fotovoltaico se conecta cerca del contador, pero en el lado del consumidor, reduciendo la necesidad de comprar electricidad. Por lo tanto disminuye la factura de la compañía eléctrica, que suministra sólo la energía que no

aportan los paneles. Cuando se produce un excedente, esa producción eléctrica se vierte en la red y puede recibir la tarifa fotovoltaica correspondiente, si lo contempla la regulación.

- Tarifa fotovoltaica:

En este caso el sistema fotovoltaico se inyecta directamente a la red eléctrica, de forma que se inyecta el 100% de la energía producida.



En el caso de la tarifa fotovoltaica se tiene que emitir una factura y se tiene que llevar una contabilidad, en cambio, en el caso de la facturación neta se obtiene un ahorro de consumo que no conlleva ninguna carga burocrática.

#### 12.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Después de lo explicado anteriormente, la forma de conectarme a red que he empleado en el proyecto es mediante el esquema de facturación neta, de manera que conectaremos la instalación fotovoltaica después del contador que nos pone la compañía suministradora, y sólo nos suministrará la diferencia entre la energía demandada y la que nos proporcionarán los paneles.

La instalación de los módulos fotovoltaicos se realizará en la parte superior de la cubierta del polideportivo.

En el anexo de cálculos nos ocuparemos de obtener la cantidad de módulos fotovoltaicos necesarios, así como su disposición o grupos, su orientación (azimut) debido a la propia inclinación del polideportivo, las pérdidas, la producción etc.

En este caso el estudio de la instalación vendrá definido por tres parámetros fundamentales que son: inclinación de la cubierta del pabellón, tamaño de las placas fotovoltaicas y potencia del inversor.

## 12.5 ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

### 12.5.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Es el encargado de transformar la energía solar en energía eléctrica. Está constituido por paneles solares y estos a su vez están formados por varias células iguales conectadas eléctricamente entre sí, en serie y/o en paralelo, de forma que la tensión y corriente suministradas por el panel se incrementa hasta ajustarse al valor deseado.

La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado, y luego asociando en paralelo varias asociaciones serie de células para alcanzar el nivel de corriente deseado.

Además, el panel cuenta con otros elementos a parte de las células solares, que hacen posible la adecuada protección del conjunto frente a los agentes externos.

### 12.5.2 INVERSOR

El inversor es el equipo encargado de transformar la energía en corriente continua recibida por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.

El inversor está caracterizado principalmente por la tensión de entrada, que se debe adaptar al generador, la potencia máxima que puede proporcionar y la eficiencia.

La eficiencia se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega (potencia de salida) y la potencia eléctrica que el inversor extrae de los paneles (potencia de entrada).

El funcionamiento del inversor deber ser completamente automático.

El inversor trabaja de forma que toma la máxima de potencia posible de los módulos solares (MPP), variable con el grado de luminosidad. Cuando al perder la luz del día, la potencia generada ya no es suficiente para suministrar corriente al sistema, el inversor interrumpe la conexión y deja de trabajar.

### 12.5.3 EQUIPO DE MEDIDA

Es el encargado de controlar numéricamente la energía generada y volcada a la red para que con los datos obtenidos se puedan facturar a la compañía los precios acordados.

En nuestro caso el contador de energía será de doble sentido, de manera que pueda controlar la energía que nos suministra la red, y la energía que el sistema fotovoltaico inyecta en ésta.

### 12.5.4 ESTRUCTURA SOPORTE DE LAS PLACAS

El bastidor será el encargado de sujetar el panel solar, y muchas veces será un kit de montaje para instalarlo adecuadamente. En el caso de que no se suministre el kit, el instalador lo realizará de acuerdo a la normativa existente, además de tener en cuenta la fuerza del viento entre otras. La estructura deberá soportar como mínimo una velocidad del viento de 150 km/h.

Esta estructura es la que fija la inclinación de los paneles solares.

Hay varios tipos de estructuras: desde un simple poste que soporta 4 paneles solares, hasta grandes estructuras de vigas aptas para aguantar varias decenas de ellos.

## **13 SOLUCIONES ADOPTADAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.**

### 13.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.

El módulo fotovoltaico seleccionado es de silicio monocristalino, y se trata del modelo ALM-210D-24, del fabricante Alex Solar.

Para la protección contra las condiciones climáticas adversas, las células están protegidas por láminas de cristal, que dejan pasar la radiación solar. Estas láminas de cristal están encajadas en un marco de aluminio que servirá de protección frente agentes externos.



La caja de empalme del dorso dispone de dos diodos de derivación que evitan el riesgo de sobrecalentamiento de las células individuales. Varios módulos conectados en serie pueden ser cableados fácilmente mediante cables solares premontados y enchufes multicontacto.

Sus características técnicas pueden verse en el capítulo de anexos.

El campo fotovoltaico lo montaremos en la cubierta del edificio, la cual según nos indican los planos tiene una inclinación de 4 grados, que hay que tener en cuenta a la hora de montar los paneles con la inclinación elegida, que en este caso será de 30 grados.

#### 13.1.1 CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS

El campo se compone de 504 módulos, 14 filas de 36 módulos cada fila, distribuidos de forma uniforme en una parte de la cubierta del polideportivo. Dejaremos un espacio para poder acceder a toda la instalación, y también dejaremos espacio para colocar una caseta prefabricada en la que guardaremos los dos inversores a los que irá conectada la instalación fotovoltaica.

La conexión se realizará agrupando los 504 módulos en dos partes, es decir 252 módulos conectados en 9 grupos de 28 módulos conectados en serie por cada grupo, conectados a dos inversores respectivamente colocados en una caseta en la cubierta del tejado.

#### 13.2 SISTEMA DE FIJACIÓN Y SOPORTE

Para la sujeción de los paneles fotovoltaicos he elegido una estructura fija para tejados planos de la marca Flex como la que se muestra en la figura.



Este sistema de sujeción para tejados permite fijar módulos fotovoltaicos con o sin marco sobre tejados de antigua y nueva construcción. Dependiendo de las condiciones del lugar se instala la base triangular directamente en zapatas de hormigón o sobre raíles fijados en la cubierta.

Este método de sujeción tiene alta compatibilidad con diferentes módulos fotovoltaicos.

En este caso la estructura soporte de los módulos, nos permite adecuar la inclinación de los paneles a la inclinación deseada, pudiendo variar el ángulo de inclinación desde 20 hasta 30 grados en intervalos de 5 grados.

Las características del sistema de sujeción se podrán ver más detalladamente en el apartado de anexos.

### 13.3 CONEXIÓN DE LOS 2 INVERSORES:

Debido a nuestra configuración descentralizada del campo fotovoltaico, hemos elegido realizar el conexionado de todas las placas como si fueran dos instalaciones por separadas, es decir los 504 paneles conectarlos en dos partes de 252 paneles cada una y cada parte conectada a los dos inversores.

De este modo aprovechamos al máximo tanto la superficie de la cubierta disponible para la instalación, como el número de placas y conexiones realizadas.

El inversor elegido es un modelo Ingecon Sun 50, del fabricante Ingeteam.

Tenemos 2 inversores iguales con una potencia de 50 kWac por cada inversor, lo que suman una potencia total de 100 kWac.

La tensión de funcionamiento de los inversores es de 405-750 V.

El inversor dispone de un relé de tensión calibrado, un relé de frecuencia calibrado, un temporizador y un contacto de rearme.



Como ya he explicado anteriormente, el funcionamiento del inversor debe ser completamente automático. Cuando los módulos solares generan la potencia suficiente por la mañana, la electrónica de control supervisa los parámetros de tensión y frecuencia de la red. Cuando se ha sincronizado a la frecuencia el sistema inyecta corriente en la red.

En caso de que exista fallo en la red, que haga que la tensión o la frecuencia salgan de los valores de ajuste, el inversor se desconecta automáticamente. En caso de desaparecer completamente la tensión de red, el inversor dispone de una protección anti-isla, que desconecta el sistema hasta el regreso de la tensión.

Los inversores tendrán un grado de protección mínimo IP20 para inversores en el interior de un edificio y lugares inaccesibles, IP44 para inversores en interiores de edificio y lugares accesibles y IP65 para instalaciones a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá con la legislación vigente.

Las características técnicas de inversor se podrán ver más detalladamente en el apartado de anexos.

#### 13.4 ELEMENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN:

Para la visualización de los datos obtenidos de los inversores utilizaremos el modelo Conery Vision Box, de la empresa Conergy.

El sistema de monitorización Conergy Vision Box, permite un control convincente y eficiente de los sistemas fotovoltaicos. Combina una pantalla táctil con un sistema de vigilancia integral. El servidor web integrado y la amplia gama de interfaces del Conergy Vision Box lo convierten en una solución extraordinariamente flexible para el análisis y el seguimiento de un sistema fotovoltaico.

#### 13.5 CONEXIÓN DE ELEMENTOS

Para la conexión de los elementos y disposición de las canalizaciones se ha tenido en cuenta en todo momento el RBT (Reglamento de Baja Tensión), además se han tenido en cuenta medidas de seguridad normalizadas para que ninguno de los conductores quede al alcance de usuarios o personas.

Los conductores que circulan entre los módulos fotovoltaicos, están cableados entre sí, situando la conexión en la parte posterior del módulo y estos estarán conectados a los inversores, con las mismas medidas de seguridad anteriormente mencionadas.

El trazado hasta las cajas de conexión discurrirá por canaletas rectangulares de PVC.

El dimensionado de los cables así como el modelo escogido, está señalado en el documento de "Cálculos.

#### Corriente continua:

Todas las cadenas de módulos fotovoltaicos irán a la caja de conexión directamente, los empalmes se realizarán mediante terminales standard Multicontac, las cajas de conexión poseen in interruptor de potencia DC con actuación por exceso de corriente.

#### Corriente alterna:

En el cuadro de corriente alterna irá situado el contactor o interruptor automático de desconexión.

La carcasa del cuadro de conexión, en el caso de que fuese metálica, se conectará a la toma de tierra.

### 13.6 CONEXIÓN A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

En una instalación fotovoltaica la fuente de energía de la parte de continua son las placas solares. Estas placas suelen ir enmarcadas en bastidores metálicos, poyados a su vez en soportes metálicos. Estas partes metálicas deben conectarse todas entre sí para que sean equipotenciales y, además, se conectarán a tierra como medida de seguridad para la instalación, frente a descargas atmosféricas.

La puesta a tierra se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora asegurando que no se produzcan las transferencias de posibles defectos a la red de distribución.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente del neutro de la empresa distribuidora conforme al RBT.

La sección de los conductores de tierra cuando están enterrados tendrá que estar de acuerdo con la ITC-BT-18. El conductor elegido es un cable trenzado de cobre desnudo de sección 35 mm. Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se tiene que extremar la precaución para que resulte eléctricamente correcto.

## 17.7 MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

### 13.7.1 PARADAS POR MANTENIMIENTO

El mantenimiento de una instalación solar fotovoltaica es escaso. Esta se reduce prácticamente a la limpieza de los módulos, revisión de las conexiones y de los elementos de seguridad. En algunas situaciones puede necesitarse la desconexión de la red por lo que pueden producirse pequeñas pérdidas. Para garantizar una alta productividad de la instalación, es esencial reducir los periodos de paro del sistema causado por una avería o un mal funcionamiento. Por esta razón es necesaria una buena supervisión del sistema por parte del usuario con una buena asistencia del servicio técnico.

### 13.7.2 OPERACIONES COMUNES DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento del generador fotovoltaico son:

Limpieza periódica de los módulos una vez al año aunque en muchos casos no se hace.

Vigilancia del inversor (Leds, indicadores de estado y alarmas) en diferentes condiciones de irradiación solar, ya que este equipo es uno de los equipos menos fiables del sistema.

Control de las conexiones eléctricas y del cableado de los módulos.

Inspección visual de los módulos para comprobar roturas de vidrio, penetración de humedad en el interior del módulo, fallos de conexionado en el caso de que se produzcan averías.

Otras de las cuestiones de fondo será la comprobación de los elementos de protección eléctrica para la seguridad personal y el funcionamiento de la instalación. En general, se revisarán todos los equipos, cableado, conexiones y estructuras soporte.

El objetivo del mantenimiento es prolongar la vida útil del sistema, asegurando además el funcionamiento y productividad de la instalación, en el caso de Instalaciones conectadas a la red mejora la retribución económica de la producción.

## **14. INSTALACIÓN DOMÓTICA**

Para un mejor aprovechamiento de la energía y una mayor eficiencia de la instalación, hemos introducido una instalación domótica en todos los pasillos, hall del polideportivo, ascensor, y en todos los baños.

Hemos realizado una instalación domótica muy básica compuesta de:

- Una fuente de alimentación
- Actuadores
- Sensores de presencia
- Alarma
- Dispositivos de mando
- Cableado y armarios domóticos

Únicamente hemos escogido sensores de presencia, ya que no queremos una instalación completamente automatizada, sino una en la que se enciendan o apaguen las luces de las zonas mencionadas anteriormente.

#### 14.1 ¿QUÉ ES LA DOMÓTICA?

Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar un polideportivo, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación.

Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un circuito.

La domótica es una tecnología diseñada y programada, para hacer más fácil la vida de las personas trabajando en los siguientes aspectos:

- Conseguir un alto nivel de confort.
- Aumentar la seguridad de bienes y personas.
- Gestión de la energía.
- Comunicación.

#### 14.2 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA EIB

El sistema elegido para la instalación domótica es el sistema EIB-KNX.

El EIB es un sistema domótico que se desarrolló bajo el amparo de la Unión Europea. Una de las grandes ventajas de este sistema es que no se trata de un sistema propietario, es decir, no existe una marca comercial detrás de EIB. Son los fabricantes agrupados en una asociación llamada EIBA, quienes desarrollan productos para EIB. La EIBA se encarga de crear un estándar que permita compatibilizar los productos

provenientes de diversos fabricantes, siendo este estándar garantía de compatibilidad e interoperabilidad entre una multitud de productos diferentes.

El EIB es un sistema descentralizado en el cada dispositivo puede ejercer una serie de funciones de forma autónoma o relacionada con otros dispositivos. Por lo tanto si un elemento falla, el sistema domótico puede seguir funcionando aunque sea parcialmente. Esto es así porque todos los dispositivos que se conectan al bus de comunicación de datos tienen su propio microprocesador y electrónica de acceso al medio.

En el protocolo EIB todos los componentes tienen su propia inteligencia con lo cual puede ser utilizado tanto para pequeñas instalaciones, como para proyectos de mayor alcance.

Además, EIB presenta las ventajas inherentes a este tipo de sistemas frente a las instalaciones tradicionales:

- Reducción de cableado y por lo tanto de las posibilidades de incendios.
- Reducción de los costes asociados a la instalación.
- Integración de diferentes funciones en un solo sistema.
- Flexibilidad para ampliaciones y modificaciones futuras. Es posible reprogramar el funcionamiento de la instalación conectando un ordenador al sistema o incluso a distancia mediante un enlace telefónico o a través de Internet.

#### 14.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EIB

##### **Medio de transmisión**

Para instalaciones de nueva construcción el medio de transmisión más recomendado es el par trenzado.

Por lo tanto la transmisión en nuestra instalación domótica se realiza por medio de dos hilos, llamados bus, que recorren toda la instalación y que ofrecen una gran seguridad de transmisión. En el sistema EIB los datos se envían como una señal alterna superpuesta sobre una tensión de alimentación continua de 24 V, por lo que a la hora de separar datos de alimentación los dispositivos han de tener un sistema para desacoplar ambas señales.

Por lo tanto, la función de este bus es doble:

- Suministra la alimentación a los componentes del sistema, con una tensión adecuada para su funcionamiento.
- A través de él se transmite el telegrama codificado para la comunicación entre los componentes. Esto implica que todos los componentes del sistema, tienen la posibilidad de intercambiar datos a través de este bus.

En el tendido de las líneas de bus se aplicarán las protecciones contra sobretensiones apropiadas, de igual meneara que en la líneas de fuerza.

Algunos dispositivos de la instalación domótica se alimentarán directamente de la línea de bus, estos son normalmente los sensores, el resto de componentes se conectarán además a la línea de fuerza que corresponda con su circuito.

### **Tipología**

La distribución del bus se puede realizar de la manera que deseemos: en línea, en árbol o en estrella, no permitiendo cerrar la instalación, es decir, no se permite crear una instalación en anillo.

Cada línea, ya sea principal o secundaria debe tener su propia fuente de alimentación.

### **Componentes**

Al margen de los componentes auxiliares para posibilitar el funcionamiento de un sistema EIB, como son la fuente de alimentación, filtros y cables, los componentes más importantes en la instalación son los dispositivos dotados de una cierta “**inteligencia**”.

Al tratarse de un sistema distribuido, las funciones a realizar se encuentran programadas en forma de objetos de aplicación en los sensores y actuadores que intercambian información, posibilitando así la realización de las acciones de control. A continuación se muestra una breve descripción del acoplador de bus, sensores y actuadores.

**El acoplador al bus** es un aparato universal, que contiene la electrónica necesaria para gestionar el enlace: envío y recepción de telegramas, ejecución de los objetos de aplicación, filtrado de direcciones físicas y de grupo para reconocer los telegramas destinados al dispositivo, comprobación de errores, envío de reconocimientos, etc. El acoplador examina cíclicamente la interfaz de aplicación para detectar cambios de señal.

**Los sensores** son los elementos del sistema EIB que tienen como misión percibir cambios de estado y transmitir la información con una estructura de telegrama a los actuadores. Constan de un acoplador al bus y de un módulo terminal (o componente final de bus). En las instalaciones EIB, como todos los sensores van conectados al bus, un mismo sensor puede servir para varias funciones y entonces la aplicación se debe otorgar cuando se hace la programación del elemento. Es decir, cuando se esté programando un sensor, la aplicación se tendrá que elegir entre las que parezcan definidas para ese sensor, mediante el software de programación. Algunos ejemplos de sensores son: sensores de luz, sensores de temperatura, sensores de presencia, etc.

**Los actuadores** reciben los telegramas procedentes de los sensores y reaccionan sólo a los que va dirigido el telegrama. El tipo de actuación depende del cometido del actuador. Los actuadores también constan de acoplador al Bus y de módulo terminal, pero generalmente y a diferencia de los sensores, éstos van integrados dentro del propio actuador. Algunos ejemplos de actuadores son: actuadores que abren o cierran un relé, actuadores de iluminación, actuadores de calefacción, etc.

Existen dos tipos de componentes EIB dependiendo del modo de instalación:

- Componentes de carril DIN de 35mm, con el mismo formato que las protecciones eléctricas (interruptores automáticos o diferenciales).
- Componentes de empotrar, para su instalación en cajas universales de empotrar, falso techo o cajas de empalme.

Consultando las características técnicas de cada componente podremos saber el tipo de instalación que requiere.

### **Cableado de la instalación**

El cableado representa el tendido de las líneas del bus EIB a lo largo del polideportivo. Debe hacerse de forma acertada para asegurar el cumplimiento de las necesidades actuales y de futuras ampliaciones o cambios. Esa distribución la realizaremos mediante rozas en la pared, por debajo del suelo o a través de falso techo, eligiendo de entre estas opciones la mejor para cada situación.

El cableado del bus se realizará en canalizaciones diferentes de la línea de fuerza de 230V. La instalación del cable de bus y la red de potencia se llevará a cabo en cajas de derivación independientes o con una partición que asegure el aislamiento entre ambas redes.

Este tipo de instalación tiene algunas limitaciones que impone la tecnología del bus en cuanto a: longitudes máximas de línea (1000 m), distancia máxima entre componentes

de bus (700 m), distancia máxima entre fuente de alimentación y un aparato de bus (350 m) y longitud mínima entre dos fuentes en paralelo en una línea (200 m).

### **Programación de la instalación**

La programación del sistema domótico supone la etapa final de la realización de un proyecto de instalación EIB. Se realiza habitualmente conectando un ordenador personal al bus mediante una pasarela (EIB-RS232 o EIB-USB). En esta fase se realiza la programación de las direcciones físicas de los dispositivos, carga de los programas de aplicación en los componentes, y programación de las direcciones de grupo. Asimismo se programan las tablas de filtros en los acopladores de línea y área si éstos estuvieran presentes. Para la programación se utilizan herramientas de software específicas. Desde las páginas web de los fabricantes de componentes EIB, podemos descargar las bases de datos de los componentes de dicho fabricante e importarlas al software para proceder a la programación. Este proceso, así como las labores de diagnóstico y modificación de la programación se puede realizar en modo local o bien mediante conexiones a través de la línea telefónica o Internet.