

The logo consists of the letters 'ULL' in a stylized, purple, sans-serif font. The 'U' is on the left, and the two 'L's are on the right, with the second 'L' being slightly taller than the first. A thin horizontal line is positioned below the letters.

Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.

**TRABAJO FIN DE GRADO.**

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

**TITULACIÓN:**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

ALUMNO: Gabriel José Domínguez Betancourt.

TUTOR: Ginés Coll Barbuzano.

SEPTIEMBRE 2014.

## **INDICE GENERAL.**

- 1.- Memoria Descriptiva.
- 2.- Memoria Justificativa.
- 3.- Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- 4.- Pliego de condiciones.
- 5.- Planos.
- 6.- Mediciones y Presupuesto.
- 7.- Resumen (Abstract).
- 8.- Conclusión (Conclusion).
- 9.- Bibliografía.

Nombre de archivo: 1  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:52:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:52:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 21:59:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 2  
Número de palabras: 83 (aprox.)  
Número de caracteres: 459 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

## **1.- Memoria Descriptiva.**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 2  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:53:00  
Cambio número: 3  
Guardado el: 04/09/2014 22:00:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:00:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 38 (aprox.)  
Número de caracteres: 213 (aprox.)

## **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.**

- 1.1 Antecedentes
  - 1.1.1 Antecedentes académicos.
  - 1.1.2 Antecedentes de la actividad.
- 1.2 Objetivo.
- 1.3 Peticionario.
- 1.4 Emplazamiento.
- 1.5 Descripción del edificio.
- 1.6 Reglamentación.

### **2. PROGRAMA DE NECESIDADES. POTENCIA TOTAL DEL EDIFICIO.**

- 2.1 Maquinaria

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

- 3.1 Suministro de energía.
- 3.2 Otras instalaciones vinculadas.
- 3.3 Descripción y Justificación de las canalizaciones elegidas.
- 3.4 Acometida. (ITC-BT-11).
- 3.5 Caja General de Protección.
- 3.6 Línea General de Alimentación.
- 3.7 Contadores o Equipos de Medida.
- 3.8 Derivación Individual.
- 3.9 Cuadro general de mando y protección.
- 3.10 Instalaciones interiores o receptoras.
- 3.11 Instalaciones de pública concurrencia.
  - 3.11.1 Alumbrado de emergencia.
- 3.12 Instalaciones exteriores o receptoras.
  - 3.12.1 Conductores
  - 3.12.2 Puesta a tierra de la instalación exterior.

### **4. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN DEL GIMNASIO.**

- 4.1 Objetivo.
- 4.2 Calidad del aire exterior.
- 4.3 Elección de equipos de ventilación.

4.3.1 Características técnicas.

4.3.1.1 Dimensiones.

4.3.1.2 Orientación de grupos.

4.4 Conductos de ventilación.

4.4.1 Descripción.

4.4.2 Aplicación.

4.4.3 Propiedades técnicas.

4.4.4 Atenuación acústica.

4.4.5 Atenuación acústica.

4.4.6 Ventajas.

4.4.7 Condiciones de trabajo.

4.5 Rejillas de ventilación.

4.5.1 Rejillas de impulsión.

4.5.2 Rejillas de retorno.

## **5. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DEL GIMNASIO.**

5.1 Objetivo

5.2 Condiciones de dimensionado de la instalación.

5.3 Elección de equipo climatizador.

5.4 Funcionamiento del proceso.

5.5 Esquema general del proceso.

5.6 Control de la instalación de climatización.

5.7 Free-Cooling.

## **6. INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.**

1 Objetivo.

6.2 Descripción de la actividad.

6.3 Dimensionado de la instalación

6.3.1 Zona climática.

6.3.2 Contribución mínima para agua caliente sanitaria.

6.3.3 Necesidades de agua caliente sanitaria.

6.3.4 Equipos cargadores de energía solar.

6.3.5 Superficie de captación.

6.3.6 Soporte.

6.3.7 Sistema de acumulación.

## **7. INSTALACIÓN DE BICICLETAS ESTÁTICAS PARA AUTOABASTECIMIENTO O CONECTADAS A RED..**

7.1 Objetivo

7.2 Idea del modelo.

7.3 Organización

7.4 Elección de bicicletas de spinning.

7.5 Almacenamiento en baterías.

7.6 Elección de baterías.

7.7 Cargador de batería.

7.8 Inyección a la red.

## **8. PUESTA A TIERRA.**



## **1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.**

### **1.1 Antecedentes.**

#### **1.1.1 Antecedentes académicos.**

En el plan de estudios del Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática está recogida la asignatura Trabajo Fin de Grado, con la que se pretende que el alumno que está concluyendo esta titulación tenga un contacto más directo con lo que va ser su futuro profesional, confeccionando un trabajo que integre los conocimientos adquiridos con las herramientas y tecnologías que se utilizan actualmente y las que se emplearán en el sector industrial.

#### **1.1.2 Antecedente de la actividad.**

La Villa de Candelaria es un municipio situado en la vertiente sureste de Tenerife, encuentra sus raíces en el hallazgo de la imagen de la Candelaria por los antiguos pobladores, los guanches, hecho que marca la Historia de Canarias. La devoción por la imagen de la Candelaria comienza antes de la conquista de Tenerife y desde entonces, se ha mantenido hasta la actualidad. Aquí se produce el primer encuentro entre la cultura aborígen y la europea y es por ello que, las tradiciones se mantienen vivas.

El mar, sus cuevas y playas naturales marcan la singularidad de este entorno. Sin embargo, el principal valor de la Villa reside en ser el centro de peregrinaciones más importante del archipiélago. La Virgen de Candelaria, declarada Patrona General, es un punto de referencia al culto mariano.

El complejo deportivo Deporpasión, ubicado en la Avenida Los Menceyes en el solar que se encuentra enfrente del Centro Comercial Punta Larga, en Candelaria. Una zona de afluencia de personas bastante asidua por el comercio local gozando de una temperatura cálida prácticamente durante todo el año. Es un emplazamiento idóneo para la práctica de deporte y ejercicio físico.

El gimnasio Deporpasión se caracteriza por el empleo de energías renovables que ayudan, además de al sustento del complejo a preservar el medio ambiente disminuyendo las emisiones de dióxido de carbono u otras sustancial no beneficiosas. Dichas instalaciones

renovables se benefician del favorable clima que se dispone en este municipio, garantizando el buen funcionamiento de los mismos.

## 1.2 Objetivo.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es el de realizar el diseño de una instalación eléctrica, climatización, solar térmica y bicicletas de spinning, aplicando energías renovables para un complejo deportivo. Para instalar los equipos convenientes será necesario adoptar medidas para cumplir con la reglamentación vigente.

## 1.3 Peticionario.

Peticionario: Asignatura Proyecto Fin de Grado.

Nombre: Gimnasio Deporpasión.

Domicilio social: Avenida Los Menceyes nº35, Candelaria.

## 1.4 Emplazamiento.

El recinto deportivo está situado en un solar, justo en frente del Centro Comercial Punta Larga, en la Avenida Los Menceyes en el término municipal de Candelaria, perteneciente a la provincia de Santa Cruz de Tenerife, Canarias, España. El emplazamiento está claramente definido en Plano de Situación anexo en el Proyecto. Véase Figura 1:

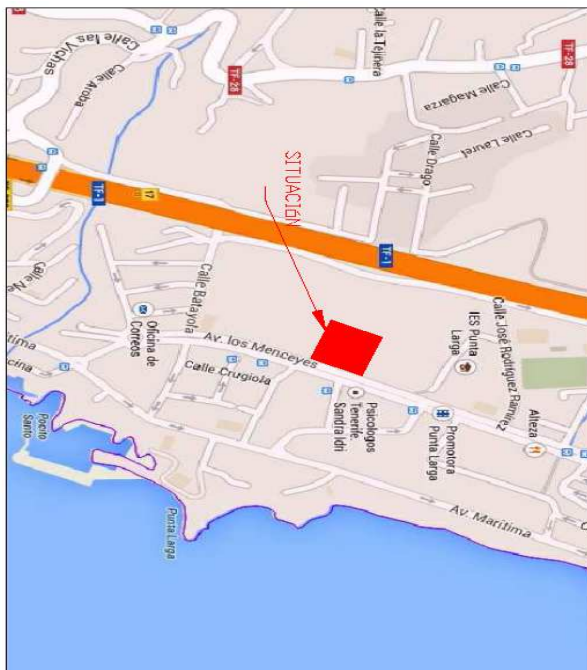


Figura 1. Plano de situación

### **1.5 Descripción del edificio**

Se trata de un gimnasio “ecológico” cuya superficie total del recinto es de 860 m<sup>2</sup>, orientado de Norte a Sur. El complejo se divide en tres parcelas:

1. Jardín. Zona exterior principal del emplazamiento de 134 m<sup>2</sup>, con su recorrido asfaltado que da lugar a la entrada principal y al cuarto de instalaciones ACS.
2. Gimnasio. Zona interior que alberga un vestuario masculino y uno femenino, un baño para discapacitados, una oficina, una recepción, una sala de máquinas cardiovasculares junto con otra de musculación, una sala para clases y dos cuartos, de instalaciones eléctricas y instalaciones ACS. Ocupando una superficie de 377 m<sup>2</sup>.
3. Cancha de pádel. Zona exterior ubicada en la parte de atrás del recinto con una superficie de 348 m<sup>2</sup>.

Sobre la cubierta plana hay colocados una instalación de 9 paneles solares térmicos, con orientación Sur, para satisfacer el consumo de agua caliente sanitaria. También, se sitúa un equipo de absorción de calor y dos ventiladores para la climatización y la ventilación, respectivamente, de las zonas interiores. Por último, se establece una instalación compuesta por bicicletas estáticas ubicadas en sala de clases de Spinning con el fin de autoabastecer, en medida de lo que se pueda, el consumo eléctrico.

### **1.6 Reglamentación**

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus instrucciones Técnicas.

Reglamento de Recipientes a Presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC.BT).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Orden de 13 de octubre de 2004, por la que se aprueban las normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Real Decreto 1.955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Ley número 88/67 de 8 de noviembre: Sistema Internacional de Unidades de Medida SI.

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de legionelosis.

Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

Orden ITC/71/2007, de 22-01-1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.

UNE 94002: Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda de energía térmica.

UNE 94003: Datos climáticos para el dimensionado de las instalaciones solares térmicas.

UNE 94003: Datos climáticos para el dimensionado de las instalaciones solares térmicas.

Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.

RAEE: Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

RoHS Directiva 2002/95CE: Restricciones de la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.

Norma UNE 72163 Niveles de iluminación. Asignación de Tareas.

Norma UNE 21144-3-2: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.

Norma UNE 12464.1: Norma Europea sobre iluminación para interiores.

Norma UNE 12193: Iluminación de instalaciones deportivas.

## **2. PROGRAMA DE NECESIDADES. POTENCIA TOTAL.**

La potencia prevista, según lo dispuesto en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, será de 85950 kW.

En la Memoria Justificativa, se detallarán las potencias de cada uno de los receptores. Por otro lado el cálculo la previsión de carga así como todos los referentes a las potencias se podrán observa en el Anexo Tabla de dimensionamiento y previsión de carga.

### **2.1 Maquinaria.**

La maquinaria que compone la instalación eléctrica será la que se muestra a continuación, y de acuerdo con citado en la memoria justificativa. Véase Tabla 1:

Maquinaria	Potencia (W)	Tensión (V)	Cantidad	Coef. de arranque
<b>SECADOR PELO</b>	480	220	3	1
<b>PC OFICINA</b>	350	220	1	1
<b>PC RECEPCIÓN</b>	350	220	1	1
<b>EQUIPO MUSICA</b>	80	220	2	1
<b>C.REGISTRADORA</b>	300	220	1	1
<b>NEVERA</b>	350	220	1	1
<b>IMP. OFICINA</b>	55	220	1	1
<b>IMP. RECEPCIÓN</b>	55	220	1	1
<b>CINTA CORRER</b>	4600	220	5	1,25
<b>VENT. EXTRACTOR</b>	4500	380	1	1,25
<b>VENT.IMPULSOR</b>	4500	380	2	1,25
<b>BOMBA AGUA</b>	1875	380	1	1,25
<b>TORRE REF SC30</b>	387,5	380	1	1,25
<b>TORRE REF SC20</b>	325	380	1	1,25

Tabla 1. Maquinaria utilizada en la instalación eléctrica.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

#### 3.1 Suministro eléctrico.

La energía eléctrica será suministrada por la empresa Unelco Endesa S.L. mediante la conexión a la red de baja tensión de la zona. Las características de suministro eléctrico serán:

- Tipo: Corriente alterna, trifásica.
- Tensión entre fase y fase: 400V.
- Tensión entre fase y neutro: 230 V.
- Frecuencia de la línea: 50 Hz.

El enganche de línea al complejo deportivo se producirá en la Caja General de Protección, situada en la zona exterior del recinto para su fácil acceso.

### **3.2 Otras instalaciones vinculadas.**

Otra instalación que forma parte de este Trabajo Fin de Grado, es la instalación de generación de energía por medio de bicicletas estáticas. Se trata de un conjunto de 11 máquinas cuyo fin será producir corriente continua mediante el pedaleo de las bicicletas. A partir de aquí, quedará en manos de la persona encargada del gimnasio que hacer con esa corriente creada, si almacenarla en baterías o inyectarla de vuelta a la red.

Esta instalación estará conectada también al embarrado genera que se encuentra en el armario situado en la entrada del complejo, la cual ha sido explicada en el apartado 7 de Instalación de bicicletas estáticas para autoabastecimiento o conectadas a red.

Además de la instalación eléctrica e instalación de bicicletas conectadas a la red, otras instalaciones como la solar térmica y la de climatización, que se detallarán más adelante.

### **3.3 Canalizaciones.**

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460-5-52.

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 52F de la norma UNE 20.460-5-52. También deberán estar de acuerdo, en función de la situación, con la tabla 52G de la citada norma.

### **3.4 Acometida**

La acometida engloba el recorrido desde punto de conexión concedido por la empresa suministradora (centro de transformación) hasta la caja general de protección. El cálculo de la acometida se llevará a cabo de acuerdo con la ITC-BT-07. Discurrirá por zonas de dominio

público con un recorrido de 15 m en acera, con una profundidad hasta la parte inferior del cable de 0,7 m. Se colocarán dos arquetas de registro tipo A-3.

La línea de la acometida se enhebrará en un tubo de 110 mm de diámetro, y está formada con conductores de aluminio tipo RZ1-K con sección de  $3(1 \times 50) \text{ mm}^2 + 1 \times 25 \text{ mm}^2$  y tensión nominal 0,6/1 kV. La canalización se dispone en montaje subterráneo bajo tubo flexible con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

### **3.5 Caja General de Protección**

La Caja General de Protección dispone de una entrada para la acometida, a partir de aquí se establece el comienzo de la propiedad. Para ello se dispondrá de salida para el cuadro general cuyo enlace será la línea general de alimentación.

Aparte de lo dispuesto en la ITC-BT-13, es preceptiva la aplicación del apartado 5.4 de las Norma Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora. El emplazamiento de la CGP se fijará de común acuerdo entre la Propiedad y la Empresa Suministradora, se procurará que la situación elegida esté lo más cerca posible de la red de distribución pública, en un lugar de fácil, libre y permanente acceso, desde la vía pública. Por ello su ubicación será a la entrada del complejo.

Se instalará en un nicho en pared, ésta estará diseñada de forma tal que se puedan instalar mediante los correspondientes elementos de fijación, manteniendo la rigidez eléctrica y el grado de protección previsto para cada una de ellas. Se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de la acometida subterránea de la red general, conforme a lo establecido en la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas. La parte inferior de la puerta deberá encontrarse a una distancia mínima de 30 cm desde el suelo.



La CGP estará constituida por una envolvente aislante con un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK08 según UNE-EN 50.102 y su puerta será precintable.

En el interior de la caja general de protección se dispondrán los bornes de conexión y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán de tipo NH, unipolares y que permitan su desmontaje e intercambiabilidad. Dispondrá también de un borne de conexión amovible para el neutro a la izquierda de las fases.

La CGP tendrá pantalla aislante, entre todos los polos, de forma que, una vez instalados los terminales, imposibiliten un cortocircuito entre fases o entre fases y neutro. El espesor mínimo de estas pantallas será de 2,5 mm. Las conexiones de entrada y salida se efectuarán mediante terminales de pala.

Se instalará una CGP-9 250/BUC para acometida subterránea con una intensidad asignada de 250 A. Está formada por un armario de poliéster de la marca Cahors, modelo CGP 7-160, alojando en su interior un fondo mecanizado ALS-2 que contiene los bornes para la línea de entrada y un juego de bases NH tamaño 1 de intensidad nominal asignada del fusible de 250 A para su conexión con la LGA.

Con el objetivo de minimizar posibles riesgos eléctricos, ya sea en lo referido al usuario en general o para las tareas que impliquen un contacto directo, manipulación o maniobra de instalaciones en tensión, la Caja General de Protección se señalará con el símbolo gráfico de riesgo eléctrico, contenido en la norma UNE 81501.

### **3.6 Línea general de alimentación.**

La LGA se establecerá conforme con la ITC-BT-14, así como lo dispuesto en el apartado 7 de las Normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa suministradora.

Se enlazará con la centralización de contadores alimentando la derivación individual de la instalación. Para correcto funcionamiento se deberá evitar los cambios de sección. El trazado se realizará de la forma más corta posible y lo más rectilíneo que se pueda. Este tramo

de cableado se puede consultar en el anexo de Planos, refiriéndose al Plano de planta de elementos de enlace.

Estará compuesta por conductores unipolares AFUMEX 1000V de cobre electrolítico reconocido, tipo RZ1-K con flexibilidad clase 5. La canalización de 90 mm, conforme con la tabla 9 de la ITC-BT-21 para Tubos y Canales Protectoras, se compone de una sección de  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  para las fases y  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  el neutro, con una tensión nominal de 0,6/1 kV. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-19, para el caso de conductores en enterrado bajo tubo con un aislamiento XLPE.

En el anexo Tabla de dimensionamiento y previsión de carga, se encontrarán los cálculos de los parámetros más significativos.

### **3.7 Contadores o equipo de medida.**

La ubicación donde irán situados los dos contadores trifásicos digitales será en un armario habilitado únicamente para su uso. Dicha situación deberá cumplir con lo dispuesto en la ITC-BT-16, situados en un emplazamiento que dificulte lo menos posible la instalación o lectura de los contadores y disponiendo de una puerta de cierre con cerradura normalizada por parte de la empresa suministradora.

Se instalarán módulos precintables de doble aislamiento con tapa transparente homologados, situados a una altura desde el suelo de 1m. y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado a de 180 cm. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, según la norma UNE 20.334 para instalaciones de tipo interior será de IP40, IK09.

La puerta del armario de contadores abrirá hacia el exterior y se le dotará de una cerradura. En la pared donde se instalará el armario tendrá unas medidas de 3 metros de alto por 2 metros de largo y la distancia con la pared de enfrente será de 1,8 metros. Poseerá ventilación e iluminación adecuada y en sus inmediaciones, se instalará un extintor móvil de eficacia mínima 21A/113B, La puerta será de 1,9 metros de alto por 0,7 de ancho. La puerta será señalizada con el símbolo gráfico de Riesgo Eléctrico, contenido en la norma UNE 81501.

La centralización de equipos de medida estará formada por dos contadores trifásicos digitales, uno destinado para la medición del Cuadro General (encargado de medir la potencia Activa/Reactiva), y el otro será del tipo bidireccional que se encargará de la medición de la instalación de las bicicletas estáticas.

El cableado deberá componerse de cobre electrolítico reconocido de sección  $10 \text{ mm}^2$ , con una tensión nominal de 750V y de clase II según la Norma UNE 210022 con aislamiento seco. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según la norma UNE 211002. El cableado de la centralización de contadores será de color negro, marrón y gris, para conductores de fase, de color azul para conductores de neutro, y bicolor verde-amarillo para conductores de protección de tierra.

La ubicación de la centralización de los contadores se puede consultar en el anexo de Planos, refiriéndose al Plano de planta de elementos de enlace.

### **3.8 Derivación individual.**

La Derivación individual es la parte de la instalación que une la centralización de contadores con el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), dotando a la instalación el suministro eléctrico. Se debe regir de acuerdo con la ITC-BT-15, y por lo dispuesto en el apartado 9 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora. El recorrido de la línea se puede consultar en el anexo de Planos, refiriéndose al Plano de planta de elementos de enlace.

Se utilizarán conductores unipolares aislados, AFUMEX PLUS 750V, de cobre electrolítico reconocido. Dispone de secciones  $3 \times 10 \text{ mm}^2$  para las fases y  $1 \times 10 \text{ mm}^2$  el neutro, diámetro 32 mm y una tensión nominal de 750V. No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida según la UNE21123 parte 4 ó 5 y 211002. Está canalizada en montaje empotrado con un aislamiento PVC y libre de halógenos.

En el anexo Tabla de dimensionamiento y previsión de carga, se encontrará los cálculos de los parámetros más significativos.

### 3.9 Cuadro general de mando y protección.

El cuadro escogido se dispondrá a una altura de 1,4m, se realizará adosado sobre pared en la zona indicada en los planos que se adjuntan al proyecto y tendrá tanto la envolvente como la tapa del mismo, índice IP30 y coeficiente IK07.

La envolvente será el modelo PRA10269 de Schneider y tendrá una capacidad interior de 120 módulos, montados sobre carril DIN.

Principales características:

- Índice IP30.
- Índice IK08.
- Dimensiones 550x900x148 mm (ancho x alto x profundidad)
- 6 carriles.
- 24 módulos por carril

Los circuitos se realizarán con conductores unipolares de cobre con envolvente PVC y tensión asignada 750V. Los conductores se dispondrán en montaje empotrado en pared para circuitos de alumbrado y de fuerza.

### 3.10 Instalaciones interiores o receptoras.

La instalación interior arranca desde el cuadro general de distribución. Desde ahí partirán los diferentes circuitos de fuerza e iluminación.

Los diferentes tipos de luminarias según su zona de actuación, véase Tabla 2:

Zona	Luminaria	Nº de luminarias
Vestuario masculino	Philips 332TL5 HFPP	7
	BCS640 LED24/840 PSD W21L125	4

	MLO-PC	
Vestuario femenino	Philips 332TL5 HFPP	6
	BCS640 LED24/840 PSD W21L125	4
	MLO-PC	
Baño discapacitados	Philips 332TL5 HFPP	1
Pasillo	Philips DN450B DLM1100/830	8
Máquinas cardiovasculares y musculación	Philips DN125B LED20S/840 PSR WH	36
Oficina	Philips CR434B LED88/840 AC-MLO	2
Recepción	Philips DN125B LED20S/840 PSR WH	4
Cuarto instalaciones eléctricas	Philips 4MX900 LED57S/830 L1200 PDS DA30	1
Cuarto instalaciones ACS	Philips 4MX900 LED57S/830 L1200 PDS DA30	1
Aula para clases	Philips CR434B LED88/840 AC-MLO	6

Las líneas receptoras de interior del gimnasio estarán formadas por conductores unipolares de cobre electrolítico tipo ES05Z1-K. Con un aislamiento PVC cero halógenos, AFUMEX TI Z1 y tensión nominal de 750V. Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos, opacidad reducida e irán canalizados bajo tubo corrugado en montaje empotrado en pared.

Las instalaciones se han subdivido de forma que las perturbaciones originadas por avería que puedan producirse, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Para la elección de la sección de las líneas se ha tenido en cuenta una caída de tensión menor del 5% para líneas de fuerza y del 3% para líneas de alumbrado.

En los planos que se adjuntan al presente Trabajo Fin de Grado, se pueden consultar el Plano de planta de la instalación eléctrica de baja tensión y el esquema unifilar donde viene recogido las secciones de las líneas así como los diámetros de los tubos en los que van enhebrados.

Se instalarán diversas tomas de corriente para distintos usos, como previsión de una posible conexión de aparatos eléctricos. Las bases de toma de corriente utilizadas serán bipolares con contacto lateral de tierra, de 16 A. a 250 V. Estas tomas irán adosadas al paramento a 0,30 metros de altura respecto al suelo, excepto en los aseos y baños donde será de 1,10 metros, al igual que los interruptores de los puntos de luz de todo el gimnasio.

### **3.11 Instalaciones en locales de pública concurrencia**

Una instalación deportiva está clasificada como local de pública concurrencia, al tratarse de un local de cara al público y como tal estará regulada por la ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los cables para las instalaciones generales serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los circuitos de seguridad deberán mantener el servicio durante y después del incendio.

El cuadro general de mando y protección se instalará en un lugar al que no tenga acceso el público y separado de la zonas donde exista un peligro acusado de incendio, véase en el Plano de planta de la instalación eléctrica interior anexo.

En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

#### **3.11.1 Alumbrado de emergencia**

Al tener el local una ocupación menor de 300 personas no deberá disponer obligatoriamente de suministro de socorro. El local tampoco deberá disponer de suministro de reserva según lo especificado en la ITC-BT-28.

Tal y como se indica en la citada ITC, el local dota de alumbrado de emergencia, cumpliendo con los requerimientos establecidos en el DB SU-4 del C.T.E. La instalación de este alumbrado es tal que cumple los niveles mínimos de lux establecido en ambas normas.

El gimnasio está dotado de alumbrado de emergencia en aseos, baños, vestuarios, oficina, sala máquinas cardiovasculares y musculación, aula de para clases de spinning, ambos cuartos de instalaciones y recepción. Además se instalarán en puntos de seguridad de uso manual, recorridos de evaluación y señales de seguridad.

Para el alumbrado de emergencia se dispondrán de dos tipos diferentes de luminarias, dentro del catálogo ETAP, véase Tabla 3:

<b>Zona</b>	<b>Luminaria</b>	<b>Nº de luminarias</b>
<b>Vestuario masculino</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
	ETAP, K234/6P Single-Sided foil	2
<b>Vestuario femenino</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
	ETAP, K234/6P Single-Sided foil	2
<b>Baño discapacitados</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
<b>Pasillo</b>	ETAP, K234/6P Single-Sided foil	2
<b>Máquinas musculación</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
	ETAP, K234/6P Single-Sided foil	4
<b>Máquinas cardiovasculares</b>	ETAP, K234/6P Single-Sided foil	4
<b>Oficina</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
<b>Recepción</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
<b>Cuarto instalaciones eléctricas</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
<b>Cuarto instalaciones ACS</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1
<b>Aula para clases</b>	ETAP, K134/6P Diffusor	1

Tabla 3. Luminarias de emergencia de la instalación interior.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

La instalación cumple las condiciones de servicio que se indica a continuación, durante 1 hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.
- La iluminación será, como mínimo, de 5 lx en los puntos en los que estén situados los cuadros de distribución del alumbrado.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida por dicho medio, de forma tal que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible. Las señales serán las definidas en la norma UNE 23033 y su tamaño será el indicado en la norma UNE 81501.

### **3.12 Instalaciones exteriores o receptoras**

Al conjunto de las instalaciones recinto deportivo se le ha dotado de los circuitos necesarios con sus correspondientes protecciones, cubriendo sólo las necesidades de alumbrado exterior, ya que los aparatos de fuerza están situados en la instalación interior, tal y como se reflejan en el Plano de planta de canalizaciones exteriores y el Esquema unifilar anexo en el proyecto.

En las zanjas que se alojarán tubos corrugados para los alumbrados de la cancha de pádel y el del jardín, dispondrán de un aislamiento de XLPE de 50 mm que alojarán los circuitos de fuerza y alumbrado. El número de tubos de cada tramo está de acuerdo con prever los suficientes tubos para energía y para alumbrado, con arquetas de registro en cada cambio



de sentido del tipo A-2, para canalizaciones bajo aceras o carreteras, dependiendo de la zona por donde discurra el conductor.

El número de tubos dentro de las zanjas dependerá de los circuitos existentes lo cual se detalla en la memoria justificativa.

La iluminación comprende las zonas de la cancha de pádel y el jardín, las luminarias utilizadas se muestran a continuación, véase Tabla 4:

Zona	Luminarias	Nº de luminarias
Jardín	BDS100 T25 LED43 2S/740 DRW	9
Cancha de pádel	MVP507 SON-TP600W K WB SI	2
	HNF901 SON T250W NB	2

Tabla 4. Luminarias pertenecientes al alumbrado

La iluminación exterior se canalizará bajo tubo, por lo que éste se dispondrá a una profundidad mínima de 40 cm según la ITC-BT-07 para Redes subterráneas de distribución de Baja Tensión.

La cantidad lumínica con la que se ha alimentado a las zonas mencionada están reflejadas en el Anexo Cálculos lumínicos, Dialux.

### 3.12.1 Conductores

Las secciones mínimas de los conductores son de 2,5 mm<sup>2</sup> en redes subterráneas de fuerza y en redes de alumbrado 1,5 mm<sup>2</sup>. En nuestro caso, no hay instalado ningún equipo de fuerza en el exterior quedando reflejados en el Esquema unifilar. Estas secciones mínimas quedará condicionada a que las caídas de tensión máximas admisibles son del 3% de la tensión nominal para alumbrado y del 5% para fuerza, en el caso de que se quiera instalar.

El montaje será subterráneos bajo tubo, con conductores tipo RV-K con tensión asignada 0,6/1 kV.

### 3.12.2 Puesta a tierra de la instalación exterior

Cada circuito tanto de fuerza como de alumbrado cuenta con su correspondiente conductor de protección de idénticas características que los conductores activos. Se especificará con más detalle en posteriores apartados.

## 4. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN DEL GIMNASIO

### 4.1 Objetivo

El objetivo de esta instalación consiste en la renovación de aire dentro del gimnasio e instalaciones interiores, para ofrecer unas condiciones óptimas de confort para la realización de las actividades deportivas.

### 4.2 Calidad de aire interior.

En España el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E) establece distintas categorías en la calidad de aire interior (IDA) exigibles a los edificios en función del uso que se haga de ellos.

<b>IDA 1</b>	Es la categoría de <b>calidad óptima</b> del aire. Se exige en edificios de uso muy sensibles, tales como, hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
<b>IDA 2</b>	Significa una <b>calidad</b> de aire <b>buena</b> . Se suele exigir esta calidad de aire para oficinas, salas comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes, salas de lectura, bibliotecas, museos, salas de tribunales, colegios y aulas de enseñanzas, piscinas cubiertas.

<b>IDA 3</b>	<b>Calidad de aire media.</b> Tipo de aire válido para el grueso de edificios, tales como, edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos y representaciones, habitaciones de hoteles, hostales y pensiones, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, establecimientos deportivos (salvo piscinas), salas para uso de ordenadores.
<b>IDA 4</b>	Corresponde a un tipo de aire de <b>calidad baja</b> . Para el resto de edificios no mencionados anteriormente.

Para la actividad que se desarrolla en esta instalación se le exige IDA 3, una calidad de aire media.

#### **4.3 Elección de equipos de ventilación.**

La elección de equipos ventiladores, como se ha calculado en la Memoria Justificativa, con un caudal de  $9000 \text{ m}^3/\text{h}$  es suficiente como para renovar el aire del gimnasio 6 veces por hora.

Por tanto, se ha dispuesto de dos ventiladores centrífugos extractores de baja presión sin motor, de la serie CBP, modelo 18/18-RE. Véase Figura 2:



Figura 2. Ventilador centrífugo CBP-18/18-RE.

#### 4.3.1 Características técnicas

Las características técnicas del modelo son, véase Tabla 5:

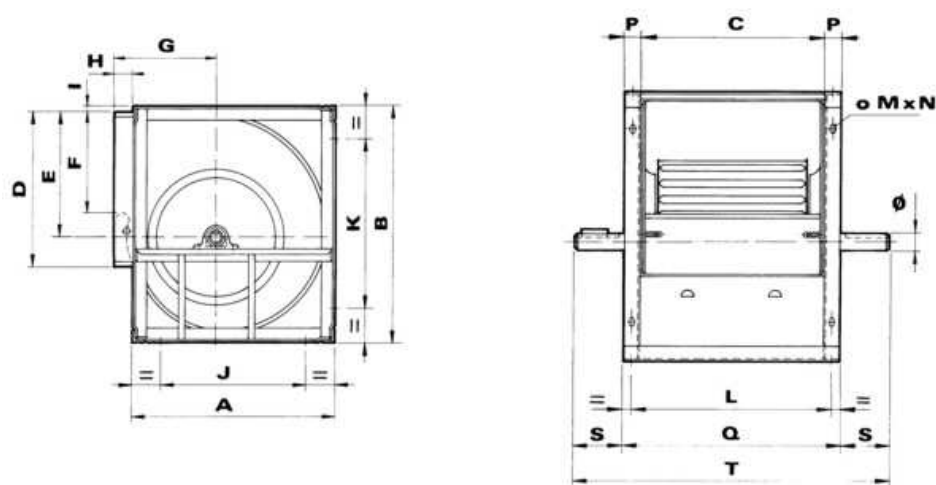
<b>CBP-18/18-RE</b>	
<b>Diámetro</b>	460/460
<b>Peso</b>	53 kg
<b>Revoluciones max</b>	1000 rpm
<b>Presión estática</b>	760 Pa
<b>Rendimiento</b>	76,7%
<b>Potencia</b>	15,0 kW
<b>Caudal</b>	30000 m <sup>3</sup> /h

Tabla 5. Características técnicas.

Los equipos no trabajarán con los valores nominales, sino como se muestra en la curva de trabajo del ventilador centrífugo, de acuerdo con lo mencionado de la Memoria Justificativa.

#### 4.3.1.1 Dimensiones

Las dimensiones de los equipos ventiladores, se muestran con un desglose esquemático extraído del catálogo Soler&Palau. Véase Figura 3:



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	S	T	Ø
656	752	558	479	418	290	314	38	6	544	642	596	18	11	40	638	78	792	25

Véase Figura 3. Esquema con las dimensiones del CBP-18/18-RE.

#### 4.3.1.2 Orientación de equipos

La orientación de la boca de carga y descarga de los ventiladores, irá en función de cómo se colocan en la cubierta. Una de las formas para la impulsión y el retorno del aire, son las siguientes. Véase Figura 4:

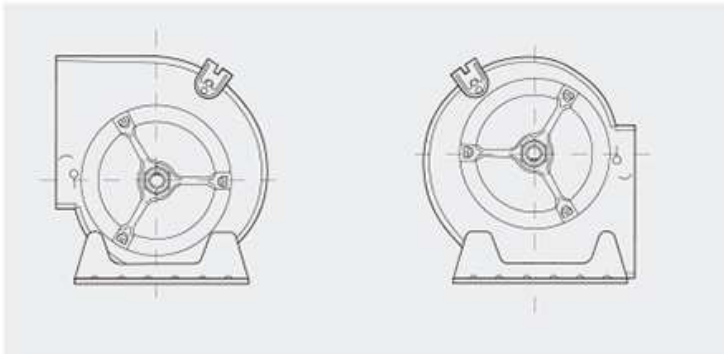
**ORIENTACIONES**

Figura 4. Orientaciones de la boca de descarga y carga de aire.

La orientación irá de acuerdo con lo dibujado en la Sección del esquema de funcionamiento del sistema de ventilación, anexado al presente proyecto.

**4.4 Conductos de ventilación**

La entrada de aire será impulsada por el ventilador extractor de impulsión, que lo hará circular por todo el entramado de conductos. Se dispondrán de conductos Isover, modelo Climaver A2.

**4.4.1 Descripción.**

Los conductos Climaver A2 son paneles de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras por complejos de aluminio, y con el canto macho rebordeado por el complejo interior de aluminio. Incorpora un velo de vidrio en cada cara del panel para otorgar mayor rigidez.

**4.4.2 Aplicación.**

Conductos autoportantes para la distribución de aire en la climatización, allí donde la exigencia al fuego sea elevada.

**4.4.3 Propiedades técnicas**

En este apartado se recogen las características técnicas requeridas en las normas de referencia: EN 14303, EN 13403, EN ISO 354, RITE.

La siguiente tabla, representa técnicas del producto Climaver A2 de ISOVER, véase Figura 5:

Características		Unidades			Valores	
Conductividad térmica ( $\lambda_D$ )	10° C	W/(m·K)			0,032	
	20° C				0,033	
	40° C				0,036	
	60° C				0,038	
Reacción al fuego		Euroclase			A2-s1, d0	
Resistencia al vapor de agua		m <sup>2</sup> · h · Pa/mg (del revestimiento)			100	
Estanqueidad		---			Clase D	
Resistencia a la presión		Pa			800	
Coeficiente absorción acústica ( $\alpha$ )		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz
		0,20	0,20	0,20	0,60	0,50

Figura 5. Características técnicas.

#### 4.4.4 Atenuación acústica

Un factor muy importante en las instalaciones que emplean conductos de ventilación es la atenuación acústica. Dependiendo de la sección de los conductos la frecuencia por tramo recto será mayor o menor.

La siguiente tabla muestra las secciones estándar del producto CLIMAVER A2, mostrando la frecuencia del ruido que se producirá cuando el aire se desplaza a la velocidad impuesta. Véase Figura 6:

#### ATENUACIÓN ACÚSTICA

Atenuación acústica(\*) en un tramo recto (dB/m) CLIMAVER A2 PLUS

Sección (mm)	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
200 x 200	2,81	2,81	2,81	11,09	8,83
300 x 400	1,64	1,64	1,64	6,47	5,15
400 x 500	1,26	1,26	1,26	4,99	3,97
400 x 700	1,10	1,10	1,10	4,36	3,47
500 x 1000	0,84	0,84	0,84	3,33	2,65

Figura 6. Atenuación acústica de CLIMAVER A2

#### **4.4.5 Ventajas**

- Climaver A2 es un panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio y malla de refuerzo.
- El aluminio actúa como revestimiento incombustible, que proporciona una excelente barrera de vapor y estanqueidad. Aporta un acabado liso y protege las superficies interior y exterior del conducto.
- La malla de refuerzo aumenta la resistencia al desgarramiento y al punzonamiento del aluminio y mejora la rigidez del panel.
- El doble velo incorporado en el alma del panel, aumenta excepcionalmente la resistencia a la flexión.
- Marcado de líneas guía MTR: referencia para la construcción de figuras de red de conductos mediante el Método del Tramo Recto.

#### **4.4.6 Condiciones de trabajo.**

- Aplicación según EN 13403
- Velocidad máxima del aire : 18 m/s
- Temperatura máxima del aire de circulación: 90°C

#### **4.5 Rejillas**

Se dispondrán de dos tipos de rejillas: de impulsión y de extracción.

##### **4.5.1 Rejillas de impulsión.**

La entrada de aire limpio al gimnasio procedente del exterior, recorrerá el entramado de conductos y entrará por las rejillas de impulsión. Se ha escogido del catálogo de Koolair, la rejilla de impulsión de simple deflexión. Véase Figura 7:



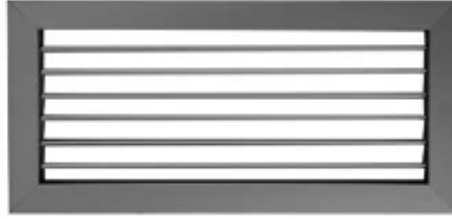


Figura 7. Rejilla de impulsión de simple deflexión

#### Descripción.

- Rejilla de simple deflexión, marca KOOLAIR, modelo 20-SH, de dimensiones LxH, para impulsión de aire con aletas horizontales orientables individualmente.
- Puede incorporar compuerta de regulación (-O) y accesorio de fijación a determinar.
- Acabado en aluminio anodizado o en RAL a definir.

#### Fijaciones

- Con clips. Necesario marco montaje (-MM).
- Sistema de fijación oculto (-SFO). Necesario marco montaje (-MM).
- Con tornillos. Sin indicar nada la rejilla dispone de taladros para atornillar.
- Con plenum de conexión lateral/frontal (-PE21/20) de chapa de acero galvanizado.

#### **4.5.2 Rejillas de retorno.**

La evacuación del aire hacia el exterior se hará a través de las rejillas de retorno subiendo por el Plenum. Se ha escogido del catálogo de Koolair, una Rejilla de toma o expulsión de aire.

Véase Figura 8:



Figura 8. Rejilla extractora.

### Descripción

- Rejilla de retorno, toma o expulsión de aire, marca KOOLAIR, modelo 25-H, de dimensiones LxH, de aletas horizontales fijas a 45°.
- Puede incorporar compuerta de regulación (-O), accesorio de fijación a determinar y malla anti-insectos. (-MI)
- Acabado en aluminio anodizado o pintado en RAL a definir.

### Fijaciones

- Con clips. Necesario marco montaje (-MM).
- Sistema de fijación oculto (-SFO). Necesario marco montaje (-MM).
- Con tornillos. Sin indicar nada la rejilla dispone de taladros para atornillar.
- Con plenum de conexión lateral/frontal (-PE21/20) de chapa de acero galvanizado.

Como se ha comentado en la Memoria Justificativa, las dimensiones de las rejillas serán máximas en función del conducto. Como son regulables manualmente, el encargado de mantenimiento podrá abrirlas en mayor o menor medida, según las exigencias de ventilación.

La instalación de ventilación se ha representado de acuerdo con los datos calculados, y se podrá ver en Plano de planta de conductos y sistema de ventilación.

## **5. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DEL GIMNASIO**

### **5.1 Objetivo**

El objeto es diseñar una instalación de climatización capaz de cubrir la demanda energética en el interior del recinto, utilizando plantas enfriadoras de agua, por ciclo de absorción, alimentadas por agua caliente. Todo ello cumpliendo con los requisitos del CTE y del RITE.

Lo que se pretende conseguir con este estudio es la viabilidad de utilizar un sistema de energía limpia permitiendo acondicionar el ambiente del gimnasio.

## 5.2 Condiciones de dimensionado de la instalación

Como se ha comentado en la Memoria Justificativa, se ha hecho un balance de todas las cargas térmicas producidas sobre la instalación obteniendo un valor de 40,11 kW. Para ello se ha partido de las peores condiciones en la que el emplazamiento, pueda estar sometido. Véase tabla 6:

Temporada solar y ubicación		Condiciones exteriores		Condiciones interiores	
<b>Localidad</b>	Candelaria	T <sub>seca</sub> (1%)	31,3°C	T <sub>int</sub>	24°C
<b>Latitud</b>	28° 21' N	T <sub>humeda</sub> (1%)	20,9°C	H <sub>rel</sub>	50%
<b>Mes y hora solar</b>	Agosto, 15h				

Tabla 6. Datos para el dimensionado de la instalación de climatización.

## 5.3 Elección de equipo climatizador

Para la climatización de gimnasio se hará uso de una planta enfriadora de agua, marca Yazaki. El modelo escogido es el WFC SC20. Véase Figura 9:



Figura 9. Equipo climatizador

Las características básicas según los modelos mencionados se pueden ver en la siguiente tabla, véase Tabla 7:

		Unidad de medida	WFC-SC20
<b>Dimensiones</b>	Ancho	mm	1,060
	Fondo	mm	1.300
	Alto	mm	2.030
<b>Peso</b>	En vacío	kg	930
	En carga	kg	1.156

Tabla 7. Características del modelo WFC-SC20

#### 5.4 Funcionamiento del proceso.

El fluido utilizado en las plantas enfriadoras de agua YAZAKI, es una solución de agua y Bromuro de litio (LiBr), siendo el agua el refrigerante y el LiBr el absorbente. Ello significa que los agentes utilizados son totalmente inocuos para el medio ambiente. El LiBr es

una sal similar a la sal común (NaCl) que tiene una gran afinidad con el agua, absorbiéndola fácilmente. Por otra parte, cabe saber que a una presión absoluta de 0,9 kPa (muy por debajo de la presión atmosférica) el agua se evapora a solo 3°C.

Empezamos en el generador que está situado en la parte superior izquierda del gráfico, donde la solución acuosa contiene un 56% de LiBr, siendo la temperatura nominal de entrada del agua caliente de 88°C y la de salida de 83°C, mientras que la presión interior absoluta es de 8 kPa. Como efecto del calor aportado a dicha presión ambiente, el agua de la solución entra en ebullición y el vapor formado se encamina hacia el recipiente contiguo que es el condensador. Debido a esta separación de vapor, la solución restante se concentra hasta un 56% de LiBr dirigiéndose en estas condiciones hacia el intercambiador de calor situado en la parte inferior del esquema. Mientras, en el condensador, el vapor de agua es enfriado hasta 36°C gracias al circuito de agua procedente, por ejemplo, de una torre de enfriamiento y que entra a la máquina a una temperatura de 29,5°C, condensando el vapor y convirtiéndolo en agua. Esta agua es introducida en el evaporador donde se mantiene una presión absoluta de 0,9 kPa por lo que se evapora adquiriendo el calor necesario para ello del circuito de agua a refrigerar rebajando su temperatura a 7°C suponiendo que ha entrado de la instalación a una temperatura de 12°C. Al mismo tiempo, la solución concentrada al 56% de LiBr procedente del generador fluye en el absorbedor que comparte espacio y presión con el evaporador, siendo el vapor de agua del mismo absorbido por el LiBr debido a su afinidad con el agua.

Ello permite eliminar el vapor de agua a medida que se produce y continuar manteniendo la presión de 0,9 kPa en el espacio compartido por el evaporador y el absorbedor. El fenómeno de la absorción produce calor que a su vez es eliminado por el mismo circuito de enfriamiento antes de dirigirse al condensador.

Finalmente, la solución diluida al 52% de LiBr por la absorción del vapor, vuelve al generador para reiniciar el proceso, pasando previamente por un intercambiador de calor que permite aumentar el rendimiento del ciclo.

El funcionamiento del ciclo queda representado con la siguiente ilustración, véase Figura 10:

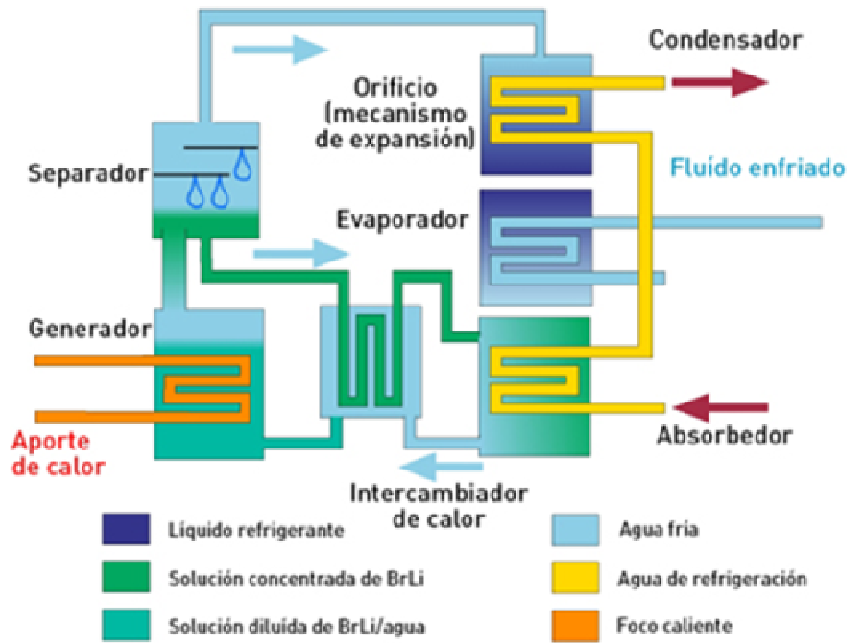
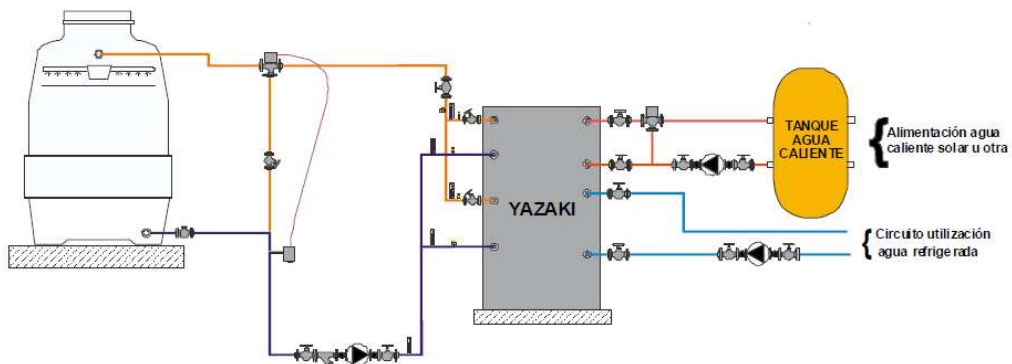


Figura 10. Esquema del funcionamiento del ciclo de absorción con bromuro de litio y agua

### 5.5 Esquema general de instalación.

Para la instalación de estas máquinas, es necesario prever una alimentación continua de agua caliente a una temperatura mínima de 77°C con el caudal que se indica en la tabla de características que figura más adelante. Por otra parte debe instalarse también un sistema de disipación de calor o enfriamiento del circuito, lo que generalmente se efectúa con una torre de enfriamiento atmosférico a dimensionar de acuerdo con la potencia total de calor a disipar según se indica en la mencionada tabla de características y teniendo en cuenta para su selección la temperatura húmeda del lugar donde se efectúa la instalación.



Véase esquema general de la instalación

Por tanto, se dispondrá de una torre de refrigeración, disipando un calor de 171,0 kW. Como se ha comentado en la memoria justificativa, se utilizará este calor como precalentamiento del agua caliente sanitaria. La ubicación tanto de la torre mencionada como del equipo por absorción de calor estarán localizados en la cubierta Norte, como se muestra en el plano de Planta de equipos sobre cubierta, anexo en el presente proyecto.

### **5.6 Control de las instalaciones de climatización.**

El sistema de climatización debe estar dotado de un sistema de control que mantenga las condiciones de diseño previstas con el menor consumo energético. Desde el punto de vista energético, es importante ajustar tanto la temperatura como la calidad del aire. Es recomendable ajustar la temperatura de consigna en verano en el rango superior de diseño (24-26°C) y la de invierno en el rango inferior (20-22°C).

El control de la ventilación es fundamental en materia de eficiencia energética. No se debe sobre ventilar los locales cuando la ventilación suponga una carga térmica y sino que debe emplearse la sobreventilación para hacer enfriamiento gratuito (free-cooling). Además debe considerarse la posibilidad de realizar un enfriamiento nocturno.

### **5.7 Free-Cooling.**

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en el apartado IT 1.2.4.5.1, justifica el uso del enfriamiento gratuito por aire exterior.

El sistema de enfriamiento gratuito por aire exterior, comúnmente conocido como “free-cooling”, es sin duda el líder del ahorro energético. Consiste en utilizar aire del exterior, normalmente solo filtrado, en vez de recircular aire del retorno, por tener unas características energéticas que le hacen más eficiente energéticamente.

Además de ser más económico utilizar aire frío del exterior para disipar las cargas internas, al aumentar el caudal de aire exterior, repercutirá en una mejora de la calidad del aire interior (IAQ).

Para poder utilizar este sistema de enfriamiento gratuito por aire, es necesario que los sistemas de climatización de los locales sean por aire y que las unidades de tratamiento de aire estén equipadas con los adecuados sistemas de compuertas, ventiladores y control, necesarios para realizar un control adecuado de la instalación.

El método control que se dispondrá será el de enfriamiento gratuito por control de temperatura seca.

Resulta más sencillo comparar solamente temperaturas secas utilizando una única sonda de temperatura, que el sistema de medida y control necesario para poder hacer el estudio comparativo de entalpía. La comparación se realiza entre la temperatura del aire exterior  $T_o$  con la temperatura del aire recirculado  $T_r$  (o con el valor de un punto de consigna predeterminado).

El control de un sistema basado en la comparación de temperaturas es el siguiente:

1. Se comparan las lecturas de las sondas de temperatura del aire exterior  $T_o$  con la del aire de retorno  $T_r$ .
2. Si  $T_o > T_r$  el regulador del equipo DDC de control envía una señal al actuador del servomotor de las compuertas cerrando las de aire exterior y aire de expulsión hasta la mínima posición, asegurando el mínimo aporte de aire de renovación, permaneciendo abierta al máximo la compuerta de aire recirculado.
3. Si  $T_o \leq T_r$  las compuertas de aire exterior y expulsión estarán totalmente abiertas, y la compuerta de aire recirculado totalmente cerrada.
4. Al igual que ocurría en el sistema de control por entalpías, existe una sonda de temperatura adicional que mide la temperatura del aire de mezcla. Cuando la temperatura exterior sea inferior a la temperatura establecida como consigna del aire



de impulsión,  $T_o \leq T^*$ , entonces el regulador del equipo DDC modula la posición de las compuertas de aire (exterior, expulsión y recirculado) de manera que se mantenga la temperatura de la mezcla del aire en el valor establecido en la consigna  $T^*$ . En esta situación, al igual que ocurría en la analizada anteriormente, el sistema de producción de frío convencional estará parado.

En la siguiente imagen se muestra el esquema de operación y el sistema de control, véase Figura 11:

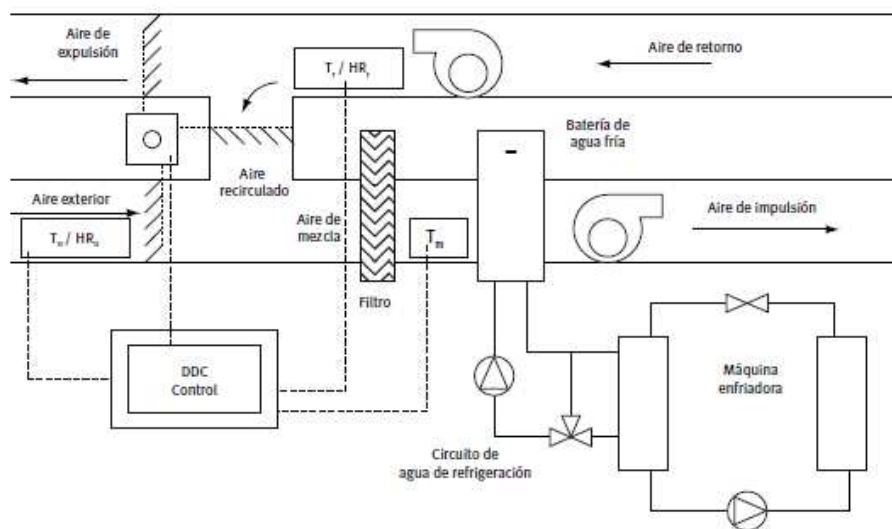


Figura 11. Esquema del sistema del sistema de enfriamiento, "free cooling".

## 6. INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 6.1 Objetivo

El objetivo es describir y diseñar una instalación de energía solar térmica para el abastecimiento de agua caliente sanitaria, que pueda cubrir con total cobertura la demanda y poder cumplir con los requisitos establecidos por el CTE.

### 6.2 Descripción de la instalación.

Una instalación solar térmica está constituida por los elementos de captación de la radiación solar, transformándola en energía térmica utilizable por un sistema mediante un

fluido de trabajo y almacenando ésta de forma eficiente, normalmente en otro fluido apto para el consumo. La acumulación se realiza mediante depósitos de acumulación para poder utilizarla en el momento de consumo con las menores pérdidas posibles.

Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por un sistema convencional auxiliar o de apoyo que puede o no estar integrado dentro de la misma instalación.

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- Sistema de captación: está formado por los colectores solares, encargados de transformar la radiación solar incidente sobre los mismos en energía térmica aprovechable y transportada mediante un fluido de trabajo.
- Sistema de acumulación: Constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precise su uso.
- Circuito hidráulico: Constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de transportar la energía térmica a través del fluido caliente hasta la acumulación.
- Sistemas de intercambio: Que realizan la transferencia de la energía térmica desde el circuito de captadores o primario hasta el consumo.
- Sistemas de regulación y control: Se encargan por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro lado, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
- Equipo de energía convencional auxiliar o de apoyo: Se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación que:

1. Optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
2. Garantice la durabilidad y validez suficientes.

### 3. Garantice un uso seguro de la instalación.

El elemento más característico de una instalación solar son los captadores solares, sus partes principales son:

- Cubierta: Elemento de material transparente a la radiación solar, suele usarse vidrio.
- Absorbedor: Lámina metálica o varias aletas adheridas. Normalmente están fabricadas en cobre, debido a su alto coeficiente de transmisión de calor, presentando algún tratamiento superficial que mejore sus prestaciones. El más extendido es el absorbedor de parrilla, es decir, el constituido por varias tuberías paralelas que se unen a los conductos de distribución.
- Aislamiento: Se coloca en los laterales y en el fondo de la carcasa, para disminuir la transmisión de calor hacia el exterior. Suele estar constituido por lana de roca o fibra de vidrio.
- Carcasa o caja: Contenedor de los elementos del captador que suele ser de aluminio o acero galvanizado para soportar las condiciones exteriores.

El fluido caloportador que circula en su interior puede ser agua de red, agua glicolada, según las características climatológicas del lugar de la instalación y de la calidad del agua empleada. Los colectores se encuentran sobre cubierta con un soporte adecuado y podrán estar conectados en serie o en paralelo. La unión entre colectores ha de ser flexible para prevenir las dilataciones debidas a los gradientes de temperatura.

Para evitar sobrecalentamientos se deben dotar las instalaciones de dispositivos de control automático o manuales para evitar que dañen los equipos y se penalice la calidad del suministro energético.

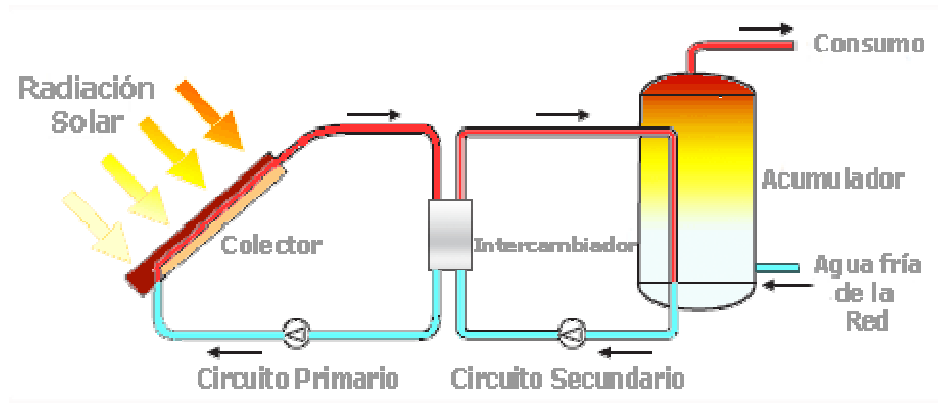


Figura 12. Esquema funcionamiento ACS

### 6.3 Dimensionado de la instalación.

#### 6.3.1 Zona climática

La zona climática donde se encuentra el emplazamiento se determinará a partir de datos recogidos en el DB-HE1. Sin embargo, la caracterización climática de la Comunidad Autónoma de Canarias que se realiza en varios Documentos del Código Técnico de la Edificación (CTE) es insuficiente y no contempla los importantes contrastes que imprimen los condicionantes geográficos de la insularidad y de la altitud y la orientación del relieve en cada una de las islas. Es por ello, que se ha hecho uso de la guía ClimCan-010, aprobado por el CTE, para ampliar y mejorar los contenidos con del archipiélago canario.

Para mostrar la severidad climática, se puede observa la siguiente imagen, extraída de la aplicación del ClimC-010, véase Figura 13:

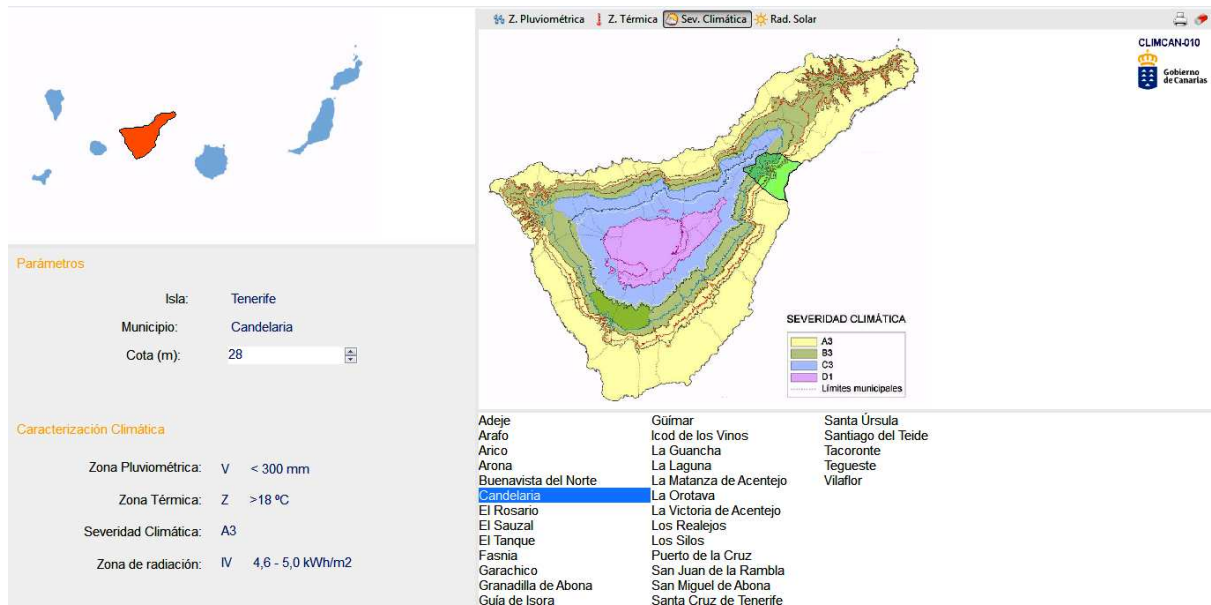


Figura 13. Severidad climática en el municipio de Candelaria.

El centro deportivo Deporpasión está situado en el término municipal de Candelaria y dispone de las siguientes características climáticas:

- Zona pluviométrica:  $V < 300$  mm
- Zona térmica:  $Z > 18^{\circ}\text{C}$
- Severidad climática: A3
- Zona de radiación: 4,5-5,0 kWh/m<sup>2</sup>

El emplazamiento dispone de una situación con:

- Latitud: Norte 28° 21'
- Longitud: Oeste 16° 22'
- Altitud a nivel del mar: 31 m

### 6.3.2 Contribución solar mínima para Agua Caliente Sanitaria (ACS)

El objetivo de la instalación solar es satisfacer la mayor demanda energética posible. Teniendo en cuenta que, en el complejo deportivo Deporpasión, la afluencia de abonados durante los meses de verano es máxima (aforo lleno), se obtiene por consecuencia una mayor demanda de agua caliente sanitaria.

Sin embargo, durante los meses invernales la contribución solar no será tan fructífera como en los periodos más calurosos, por lo que se buscará un equilibrio que durante todo el año se consiga una cobertura lo más cercana del 100% de la demanda.

Se pueden encontrar la zona climática del municipio a la que pertenece el emplazamiento, según lo determina el DB HE-1. Véase Figura 14:

SANTA CRUZ DE TENERIFE			
Adeje	38001	V	
Agulo	38002	V	
Alajeró	38003	V	
Arafo	38004	V	
Arico	38005	V	
Arona	38006	V	
Barlovento	38007	V	
Breña Alta	38008	V	
Breña Baja	38009	V	
Buenavista del Norte	38010	V	
<b>Candelaria</b>	<b>38011</b>	<b>V</b>	
Fasnia	38012	V	

Figura 14. Zona climática correspondiente al municipio de Candelaria.

Según el CTE DB HE-4, la contribución solar mínima que tendrá que cubrir la instalación será del 70%, en función de la fuente energética de apoyo, del consumo de ACS y de la zona climática de la localidad. Véase Figura 15:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Figura 15. Contribución mínima para instalación de ACS.

### 6.3.3 Necesidades de agua caliente sanitaria (ACS).

La instalación solar térmica persigue un aumento de la temperatura del agua de red hasta la temperatura de consumo o cercana a la misma. Las necesidades de agua caliente sanitaria son muy variables a lo largo del día y dependen de multitud de factores, por lo que estimarlas en momentos concretos es complicado. Por ello, se recurre a estimarlas a nivel diario. La temperatura de distribución que se ha considerado en el diseño de la instalación sea de 45°C en los puntos de consumo, y la de acumulación de 60°C, según las indicaciones del DB HE-4.

Por último se establece un criterio para el cálculo para la demanda de ACS en función

de la actividad, véase Figura 16:

<b>Criterio de demanda</b>	<b>Litros ACS/día a 60° C</b>	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Figura 16. Criterio de demanda para ACS a 60°C

Como se ha comentado anteriormente, el número de abonados totales ronda los 150. El dimensionado de la instalación se hará para caso más desfavorable, es decir, para el aforo máximo, 150 personas.

En conclusión, el consumo diario de ACS será de 2250 litros. Se dispondrán de dos depósitos de 2000 y 1000 litros, respectivamente.

#### 6.3.4 Equipos captadores de energía solar

Se escogerán captadores solares FKT de Junkers, suponen una revolución en los captadores solares de alto rendimiento, debido a su capacidad de lograr el máximo rendimiento, aún en las condiciones más difíciles y a su innovador circuito hidráulico en doble serpentín. Dispone de las siguientes características:

- Tratamiento selectivo: PVD.
- Circuito hidráulico en doble serpentín.
- Conexiones metálicas flexibles y posibilidad de conexión de hasta 10 captadores en paralelo.
- Vidrio solar.
- El exclusivo diseño del absorbedor evita sobrecalentamientos en épocas de bajo consumo y elevada radiación en un captador con gran temperatura de estancamiento.

- Facilitan el montaje de los captadores solares, proporcionando estanqueidad total y gran durabilidad. Para montaje en vertical y horizontal.

La apariencia física de las placas solares se puede ver en la siguiente imagen, véase Figura 17:



Figura 17. Apariencia de los paneles solares Excellence FKT-2

Los datos técnicos de los colectores Junkers, véase en la siguiente Tabla 7:

<b>Modelo</b>	FKT-2 S	<b>Caudal nominal (l/h)</b>	50
<b>Montaje</b>	Vertical	<b>Material de la caja</b>	Fibra de vidrio, con esquinas de plástico y chapa de acero tratada con aluminio y zinc.
<b>Dimensiones (mm)</b>	1145x2070x90	<b>Aislamiento</b>	Lana mineral, de 55 mm. de espesor.



<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	2,37	<b>Absorbedor</b>	Selectivo
<b>Área de apertura (m<sup>2</sup>)</b>	2,25	<b>Recubrimiento absorbedor</b>	PVD
<b>Área del absorbedor (m<sup>2</sup>)</b>	2,23	<b>Circuito hidráulico</b>	Doble serpentín
<b>Volumen del absorbedor (l)</b>	1,43	<b>Factor de eficiencia n0</b>	0,811
<b>Peso en vacío (kg)</b>	44	<b>Coef. Pérdidas linea (W/m<sup>2</sup>K)</b>	3,653
<b>Presión trabajo máx. (bar)</b>	10	<b>Coef. Pérdidas secundaria (W/m<sup>2</sup>K<sup>2</sup>)</b>	0,0146

Tabla 7. Tabla de datos técnicos del captador.

### 6.3.5 Dimensionado de la superficie de captación para ACS.

La instalación de paneles solares se ubicará sobre cubierta con orientación Sur y está compuesta de 9 paneles solares, modelo Excellence FKT-2 de dimensiones 1145x2070x90 mm, ocupando una superficie total de 13,38 m<sup>2</sup>. Se colocarán en dos filas en paralelo a una distancia entre ellas de 2,97 m, estableciendo una conexión en serie entre ellas ya que la temperatura que se alcanza en condiciones de funcionamiento mediante la conexión en serie es suficiente para nuestra demanda.

Además el rendimiento de los captadores es mayor cuanto mayor es el salto térmico conseguido por lo que en la configuración es en la que conseguimos un mayor rendimiento.

La ubicación del sistema de placas solares estará en una mitad de la cara Sur de la cubierta, por si en algún caso, se quiere ampliar el número de paneles o simplemente colocar otra instalación. Se puede ver la distribución la instalación en el Plano de planta de equipos sobre cubierta, anexo en presente proyecto.

### **6.3.6 Soportes de captadores**

El material que sostiene a los captadores es de aluminio, estaría dispuesto en un perfil angular para una cubierta plana ubicada en la cubierta del gimnasio.

### **6.3.7 Sistema de Acumulación**

El Depósito de acumulación se encarga de almacenar la energía térmica generada por las placas solares. Éste deberá estar equipado de un aislante térmico, así como los conductos que contienen la energía solar, para que el calor no atraviese la envoltura hacia el exterior (que está a menor temperatura).

El equipo de acumulación aprovecha el fenómeno de la estratificación para conservar el agua caliente en la parte superior de éste (por su menor densidad) y el agua fría en la inferior, terminando el proceso cuando todo el depósito está lleno de agua caliente. Ésta separación homogénea a ambas temperaturas permite retirar el agua con mayor temperatura en la parte superior de éste, para su uso.

Para conseguir la máxima homogeneidad en el depósito se debe disponer un deflector en la entrada del agua de la red, que disminuya la presión de esta, para evitar introducir agitación en el sistema.

El sistema demanda 3000 litros de ACS, lo que se necesitarán 2 acumuladores de 2000 y 1000 litros, respectivamente. Estos acumuladores están conectados en serie.

La temperatura de acumulación en instalaciones de preparación de agua caliente sanitaria será de 60°C según lo indicado en la regla UNE 100.030 a fin de evitar problemas de legionelosis, siendo la temperatura de distribución apta para el consumo humano entorno a 45°C.

#### **6.3.7.1 Elección del acumulador**

Los acumuladores para almacenamiento de ACS seleccionados pertenecen al GROUP ATLANTIC, y serán los modelos DS 1000 y DS 2000.

A continuación, se mostrará el esquema de los acumuladores elegidos, véase Figura 18:

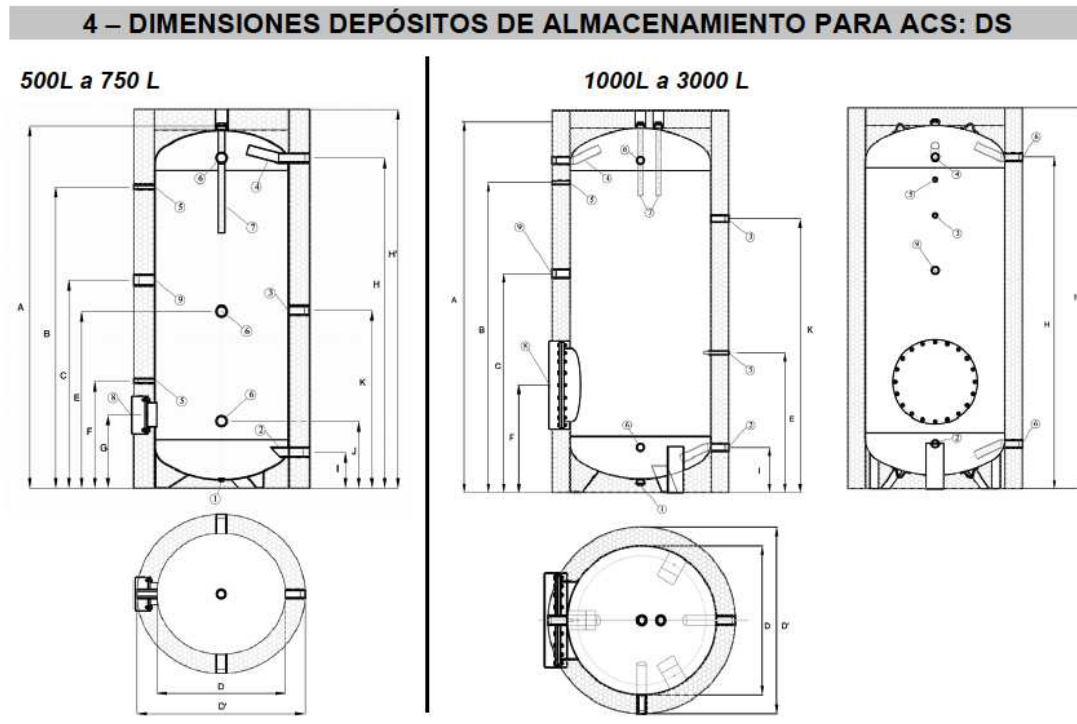


Figura 18. Esquema de los acumuladores necesarios para el almacenamiento de ACS.

Los datos técnicos referidos a la elección previa, se muestra en la siguiente tabla, véase Figura 19:

MODELO		DS 500	DS 750	DS 1000	DS 1500	DS 2000	DS 3000
Código		090617	090618	090619	090620	090621	090622
Capacidad	Litros	500	750	1000	1500	2000	3000
Presión máx servicio	bar	10	10	10	10	10	10
Temperatura máx servicio	°C	95	95	95	95	95	95
1- Toma vaciado	Ø " H	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼
2- Toma entrada agua fría	Ø " H	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼
3- Toma recirculación ACS	Ø " H	1" ¼	1" ¼	1"	1"	1"	1"
4- Toma ACS	Ø " H	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼
5- Toma para medición temperatura	Ø " H	½"	½"	½"	½"	½"	½"
6- Tomas primario	Ø " H	1" ½	1" ½	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼
7- Ánodo de magnesio	Ø " H	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼	1" ¼
8- Brida de registro	mm	114	114	400	400	400	400
9- Toma para resistencia eléctrica	Ø " H	1" ½	1" ½	1" ½	1" ½	1" ½	1" ½
A	mm	1750	1790	2075	2205	2470	2870
B	mm	1455	1450	1749	1825	2090	2400
C	mm	1005	1050	1235	1345	1485	1550
D	mm	650	790	790	1000	1100	1200
D'	mm	760	950	950	1200	1300	1400
E	mm	855	965	790	850	870	1030
F	mm	519	564	606	660	696	756
G	mm	355	400				
H	mm	1595	1590	1875	1935	2210	2520
H'	mm	1780	1870	2155	2285	2550	2950
I	mm	175	220	255	315	340	400
J	mm	325	370				
K	mm	860	905	1545	1600	1835	2080

Figura 19. Tabla de datos técnicos de los acumuladores empleados.

Los datos mostrados se encuentran en el Anexo de placas solares térmicas

### 6.3.8 Sistema de bombeo de agua.

Para poder conseguir un funcionamiento sin problemas en las aplicaciones de agua caliente sanitaria de un gimnasio, es necesario un sistema de bombeo con mantenimiento constante.

Se ha escogido un modelo de la gama MAGNA - UPE Serie 2000. Está diseñada para sistemas de calefacción de hasta 2100 kW y sistemas de agua caliente sanitaria. El líquido bombeado debe estar limpio, ser ligero, no agresivo, que no contenga partículas sólidas, fibras o aceites minerales. Véase Figura 20:



Figura 20. Equipo de bombeo de agua.

- Flexibilidad

Las bombas permiten ajustar su funcionamiento gracias a su control de velocidad. Ajustando el control en la presión proporcional, la altura se ajusta continuamente según la

demanda de agua del sistema. En la presión constante, la altura se mantiene constante independientemente de la demanda de agua.

- Confort

El control de velocidad ajusta el funcionamiento a la demanda actual del sistema por lo que evita el trabajo innecesario reduciendo el ruido ocasionado.

- Consumo reducido

El motor a imanes permanentes de MAGNA-UPE permite ahorrar un 25% del consumo eléctrico de un motor asíncrono clásico de la misma potencia. Los imanes sustituyen a la energía eléctrica para magnetizar el motor optimizando su rendimiento. El control de velocidad junto con una adecuada fijación de las distintas velocidades, proporcionan a la MAGNA UPE un ahorro energético cercano al 78% en relación con una bomba circuladora clásica de velocidad fija, gracias a la activación del régimen nocturno.

### 6.3.9 Legionelosis

En instalaciones de ACS el factor de riesgo de legionelosis es elevado por ello se encuadran en el grupo 1, es decir, el de mayor riesgo.

Para evitar la proliferación de la bacteria en el medio, el agua acumulada siempre tiene que estar a una temperatura mínima de 60°C y se debe de asegurar una temperatura de 50°C en los puntos más alejados.

El agua fría se debe mantener a una temperatura lo más baja posible, por debajo de los 20°C, por lo que las tuberías estarán lo suficientemente alejadas de las de agua caliente, o en su defecto aisladas térmicamente.

Se debe tener accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras, también deberán certificar que no existen fugas y que no tienen lugar ningún retorno no deseado.

Se tendrá en el agua de aporte de sistemas de filtrado y sistemas de válvulas de retención que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal y, en especial, cuando sea necesario, para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos

## 7. INSTALACIÓN DE BICICLETAS ESTÁTICAS PARA AUTOABASTECIMIENTO O CONECTADAS A RED.

### 7.1 Objetivo

El objetivo del diseño de esta instalación es claramente generar electricidad de una forma limpia apostando por la sostenibilidad y la mínima emisión de carbono al exterior. Esta iniciativa se plantea interesante y dinámica para todos aquellos apasionados del deporte y más en concreto en el ciclismo “indoor”.

### 7.2 Idea del modelo.

El modelo empleado viene siguiendo los pasos de las empresas americanas “The Green Microgym” o “The Green Revolution Inc”. Han experimentado, inventado y mejorado las posibilidades de la generación de electricidad en los centros de fitness utilizando la energía humana.

### 7.3 Organización.

Antes de mencionar la cantidad de energía que es capaz de generar esta instalación, es necesario disponer de una organización con horarios para las clases de spinning. El complejo deportivo Deporpasión tiene habilitada una clase para su realización con la siguiente estructura organizativa, véase Tabla 8:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Sesiones	7	7	7	7	7	7

Tabla 8. Distribución de clases de spinning a lo largo de la semana.

A lo largo del día, se realizarán desde el horario de apertura hasta el cierre, 7 sesiones de una hora cada una, distribuidas de manera homogénea o adaptadas en función de los abonados.

#### **7.4 Elección de bicicletas de spinning.**

El producto utilizado es el Upcycle Eco-Charger, es una bicicleta de spinning que genera electricidad gracias al movimiento que ejerce el ser humano. Es cierto que no todas las personas son capaces de generar la misma cantidad, ya que depende de la cadencia de pedaleo de cada uno.

#### **7.5 Funcionamiento**

El funcionamiento de estos aparatos es muy simple, aprovecha el movimiento cinético del pedaleo, haciendo girar el eje del generador de la Upcycle Eco-Charger. Ese movimiento de giro crea una corriente continua al igual que una turbina eólica. La siguiente imagen muestra la distribución del sistema de bicicletas en una de los gimnasios americano, véase Figura 21:



Figura 21. Clase de spinning con bicicletas Upcycle Eco-Charger.

A partir de aquí, se puede utilizar esta corriente continua para almacenarla en baterías para autoconsumo o convertirla en corriente alterna e inyectarla de nuevo a la red. Posteriormente se especificará estas aplicaciones.

### **7.6 Almacenamiento en baterías.**

Está claro que dentro del ámbito en el que se desarrolla la instalación es fundamental el aprovechamiento energético.

La energía generada por el conjunto de bicicletas ronda diariamente los 11,55 kW, por lo que si queremos un tener un vía que nos permita almacenar esa energía generada, necesitaremos baterías. Es fundamental, para la eficiencia de la instalación, establecer de una fuente de autoabastecimiento en el caso de que se quiera disponer de ella por si se produce un apagón, o se necesitan para accionar el arranque del sistema de ventilación, etc. Además como complemento a todo esto instalarán cargadores de batería.

### **7.7 Batería elegida**

Las baterías elegidas son las de ión de litio de la marca Mastervolt , modelo MLI Ultra 24/5000. Tienen una elevada densidad energética y son perfectas para aplicaciones cíclicas. Ofrecen ahorro de hasta el 70% en volumen y peso comparada con las baterías tradicionales, con tres veces más de ciclos de carga (2000 ciclos completos). Otra ventaja principal de las baterías de ión de litio es que incluyen un Sistema de Gestión de la Batería (BMS), que compensa automáticamente cualquier desequilibrio entre los vasos. Esto garantiza una elevada capacidad continua y mayor esperanza de vida de la batería. La serie Ultra también incluye un sistema de supervisión de la batería.

La Ultra se comunica directamente con el cargador de baterías Mastervolt a través de MasterBus para garantizar la mejor recarga posible. Ocupa un 70% menos de espacio y peso comparado con las baterías de plomo ácido. Características:

- Tecnología altamente avanzada.
- Batería multifuncional de 2.5 kWh o 5 kWh.
- Ahorra hasta un 70% en espacio y peso.
- El triple de duración que las baterías tradicionales (2000 ciclos).
- Carga y descarga ultra-rápida.



- Alta eficiencia.
- Comunicación MasterBus con cualquier cargador de baterías Mastervolt.
- Sistema integrado de Gestión de la Batería (BMS) y supervisión de la batería.
- Tecnología de equilibrio Series optimiza la conexión en serie.
- La tecnología en Ión de Litio más segura posible.
- Probado y certificado según UN38.3.
- Dos años de garantía.



Figura 22. Batería de ión de litio MLI Ultra 24/5000.

### **7.8 Cargador de batería.**

Se dispondrán de cargadores de baterías ChargeMaster, modelo 24/30-3 de Mastervolt. Obtienen un mayor rendimiento a sus baterías, pudiéndose enchufar para realizar la carga en cualquier lugar.

ChargeMaster de Mastervolt le garantiza una carga rápida y completa de sus baterías independientemente de su ubicación. Puede realizar la carga de múltiples bancos de baterías simultáneamente gracias a su funcionalidad combinada. Además, se pueden conectar fácilmente a una red MasterBus a través de una única conexión y un solo cable. También ofrece la opción de elegir entre supervisión, configuración y control centrales, locales o remotos.

Las características generales del equipo son:

- Tecnología de carga de 3-etapas+ para cargas rápidas y completas.
- Cargas seguras y completas gracias a sus características de seguridad de serie.
- Función de memoria que evita la sobrecarga en caso de fuente de alimentación inestable.
- Panel de control intuitivo.
- Fácil de instalar.
- Funcionalidad del sistema integrada (MasterBus) en combinación con otros productos Mastervolt.



Figura 23. Cargador de batería ChargeMaster 24/30-3.

### 7.9 Inyección a la red.

Las bicicletas como se ha comentado anteriormente, generan corriente en continua, en mayor o menor medida, de la cadencia de pedaleo de las personas que compongan la clase de spinning.

Esta corriente eléctrica para ser inyectada a la Red Eléctrica, se debe convertir en corriente alterna. Esta tarea la llevará a cabo un inversor ubicado a la salida de la instalación de las bicicletas estáticas. Para contabilizar el consumo inyectado a la red, se ha dispuesto de un contador trifásico digital bidireccional.

Debido a la problemática actual, que exige pagar un canon a quien genere electricidad para consumo propio, por lo que no se llevará a cabo este proceso de inyección a red. De igual forma, como la instalación ya está preparada para ello hasta la espera de que la legislación pertinente se modifique.

## 8. PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra tiene como objetivo aumentar la seguridad en la instalación, limitando la tensión, con respecto a tierra y así asegurar la actuación de las

protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Se debe conseguir una resistencia de tierra que no supere los  $37 \Omega$  establecidos por el apartado 14.6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de enlace de la empresa suministradora, mediante la colocación del número de picas adecuado para que no se produzcan tensiones superiores a 50 V en locales secos o 24 V en locales húmedos conductores. El sistema de protección contra contactos indirectos elegido es mediante la puesta a tierra de las masas mediante picas verticales enterradas y el empleo de los interruptores diferenciales que protegen la instalación en su conjunto.

La instalación de puesta a tierra se realizará en el jardín cercano a la tienda, donde se enterrarán las picas. El cable de unión de las picas será de cobre desnudo y se conectará con el borne principal donde se unirán los conductores de protección de la instalación. Cada circuito tanto de fuerza como de alumbrado cuenta con su correspondiente conductor de protección de idénticas características que los conductores activos.

Nombre de archivo: memoria descriptiva  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:28:00  
Cambio número: 7  
Guardado el: 04/09/2014 21:51:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 20 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:00:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 55  
Número de palabras: 11.012 (aprox.)  
Número de caracteres: 60.567 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

## **2.- Memoria Justificativa.**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 3  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:54:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:54:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:00:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 38 (aprox.)  
Número de caracteres: 215 (aprox.)

## **1. MEMORIA JUSTIFICATIVA**

### **1.1 Potencia total de la instalación.**

### **1.2 Carga total correspondiente a locales comerciales.**

### **1.3 Criterios de las bases de cálculo.**

- 1.3.1 Intensidad
- 1.3.2 Caída de tensión.
- 1.3.3 Caída de tensión admisible
- 1.3.4 Corrientes de cortocircuito.
- 1.3.5 Elección de conductor.

### **1.4 Elección de canalizaciones.**

- 1.4.1 Influencias externas
- 1.4.2 Canalizaciones.

### **1.5 Acometida.**

### **1.6 Elección de CGP o CPM.**

### **1.7 Línea General de Alimentación.**

### **1.8 Ubicación de contadores.**

- 1.8.1 Cálculo de la anchura libre de pared.
- 1.8.2 Cálculo del interruptor general de maniobra.
- 1.8.3 Diseño de las composición de la centralización.

### **1.9 Derivación individual.**

### **1.10 Cuadro general de mando y protección.**

### **1.11 Circuitos interiores.**

- 1.11.1 Protecciones generales.
  - 1.11.1.1 Interruptor de control de potencia.
  - 1.11.1.2 Interruptor General Automático.
  - 1.11.1.3 Interruptores magnetotérmicos.
  - 1.11.1.4 Interruptores diferenciales.
- 1.11.2 Caja de registro y derivación.
- 1.11.3 Definición y características de la instalación interior y exterior.
  - 1.11.3.1 Instalación interior.
  - 1.11.3.2 Instalación exterior.

### **1.12 Suministros comunes.**



**1.13 Características de los materiales y canalizaciones eléctricas frente al fuego.****1.14 Puesta a tierra.****1.15 Cálculos lumínicos.**

1.15.1 Objetivo.

1.15.2 Iluminación interior y exterior.

1.15.2.1 Parámetros de iluminación

1.15.2.2 Métodos de cálculo.

1.15.2.3 Luminarias utilizadas.

1.15.2.3.1 Luminarias de interior.

1.15.2.3.2 Luminarias de exterior.

1.15.3 Cumplimiento del documento básico CTE en cuanto a la iluminación y eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

1.15.3.1 Valor de eficiencia energética de la instalación.

1.15.4 Sistema de control y regulación.

1.15.4.1 Control de la instalación interior.

1.15.4.2 Control de la instalación exterior.

1.15.5 Alumbrado de emergencia.

**1.16 Instalación de ventilación.**

1.16.1.1 Objetivo

1.16.1.2 Caudal necesario para las renovaciones del aire.

1.16.1.3 Elección de equipos de ventilación.

1.16.1.4 Dimensionado de conductos de ventilación.

1.16.1.4.1 Pérdidas de carga.

1.16.1.5 Selección de rejillas

1.16.1.5.1 Rejillas de impulsión.

1.16.1.5.2 Rejillas de retorno.

**1.17 Instalación de climatización en el gimnasio.**

1.17.1 Determinación de las condiciones de la instalación.

1.17.2 Diferencia de humedades absoluta.

1.17.3 Cálculo de cargas térmicas.

1.17.3.1 Cargas térmicas sensibles.

1.17.3.1.1 Calor sensible debido a la transmisión a través de las paredes.

1.17.3.1.2 Calor sensible generado por las personas dentro del complejo.

1.17.3.1.3 Calor sensible generado por la iluminación.

1.17.3.1.4 Calor sensible procedente de la ventilación

1.17.3.2 Cargas térmicas latentes.

1.17.3.2.1 Calor latente generado por las personas dentro del complejo.

1.17.3.2.2 Calor latente producido por el aire de ventilación.

1.17.4 Elección de equipo climatizador

## **1.18 Instalación solar térmica.**

1.18.1 Introducción.

1.18.2 Cálculo de necesidades de consumo en la instalación de ACS.

1.18.3 Número de captadores y área de captación.

1.18.4 Separación entre filas de los captadores solares.

1.18.5 Sistema de acumulación.

1.18.6 Sistema de generación.

1.18.7 Cálculo de la demanda energética.

1.18.7.1 Cálculo de la demanda energética para ACS.

1.18.7.2 Contribución solar mínima de ACS

1.18.7.3 Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación.

1.18.7.4 Cálculo de las pérdidas por sombra.

1.18.7.5 Radiación solar incidente sobre el plano de captadores.

1.18.7.6 Energía solar útil.

1.18.7.7 Rendimiento del captador.

1.18.7.8 Estimación de coste mínimo de inversión.

1.18.7.9 Estimación de coste mínimo de operación y mantenimiento.

## **1.19 Instalación de bicicletas estáticas para autoabastecimiento o conectadas a red.**

1.19.1 Objetivo.

1.19.2 Determinación de las condiciones de la instalación

1.19.3 Cálculo de contribución energética.

1.19.4 Almacenamiento de la energía generada en baterías.

1.19.5 Elección del equipo cargador.

1.19.6 Inyección a la red.

## 2.1 Potencia total de la instalación (ITC-BT-10)

La potencia total de la instalación eléctrica del complejo deportivo se calculará conforme a los criterios establecidos en la ITC-BT-10 del REBT.

## 2.2 Carga total correspondiente a locales comerciales.

Se calculará considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1:

$$P = 859,5 \cdot 100 = \mathbf{85950\ W}$$

La previsión de potencia se deberá calcular, según las disposiciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Tratándose de un emplazamiento que dispone de instalación interior y exterior, el cálculo de la potencia instalada será la suma de todos los receptores instalados, sin tener en cuenta reservas ni tomas de corriente sin receptores asociados.

A continuación, se detallarán todos los receptores con sus respectivos consumos, como se muestran en la Tabla 1 y en la Tabla 2, están agrupadas por circuitos de Iluminación y Fuerza, respectivamente.

Véase Tabla 1, correspondiente a los receptores de iluminación:

ZONA	Unidades	Tipo de Luminarias	Potencia Luminaria (W)	Potencia Instalada (W)
Vestuario masculino	1	<i>Philips 332TSW</i> <i>1XTL5 HFP-P</i>	17,0	119,0
	4	<i>Philips BCS460</i> <i>1xLED24/840</i>	21,5	86,0
	2	<i>ETAP K234/6P Sigle-Sided Foil</i>	7,4	14,8

	1	<i>ETAP K134/6P Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Vestuario femenino</b>	6	<i>Philips 332TSW 1XTL5 HFP-P</i>	17,0	102,0
	4	<i>Philips BCS460 1xLED24/840</i>	21,5	86,0
	2	<i>ETAP K234/6P Sigle- Sided Foil</i>	7,4	14,8
	1	<i>ETAP K134/6P Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>WC minusválido</b>	1	<i>Philips BBS 560 1xLED 35</i>	51	51,0
	1	<i>ETAP K134/6P Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Pasillo</b>	8	<i>Philips DN450B 1xDLM 1100/830</i>	15,0	120,0
	2	<i>ETAP K234/6P Sigle- Sided Foil</i>	7,4	14,8
<b>Oficina</b>	2	<i>Philips CR434B 1xLED 88/840</i>	70,0	140,0
	1	<i>ETAP K134/6P Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Sala de cardio y musculación</b>	36	<i>Philips DN125B 1xLED 20S/840</i>	24,0	864,0
	8	<i>ETAP K234/6P Sigle- Sided Foil</i>	7,4	59,2
	1	<i>ETAP K134/6P Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Recepción</b>	4	<i>Philips DN125B 1xLED 20S/840</i>	15,0	60,0
	1	<i>ETAP K234/6P Sigle- Sided Foil</i>	7,4	7,4

	1	<i>ETAP K134/6P</i> <i>Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Sala para clases</b>	6	<i>Philips CR434B</i> <i>1xLED 88/840</i>	70	420,0
	1	<i>ETAP K134/6P</i> <i>Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Cuarto instalaciones eléctricas</b>	1	<i>Philips 4MX900</i> <i>1xLED 57S/830</i>	57,0	57,0
	1	<i>ETAP K134/6P</i> <i>Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Cuarto instalaciones ACS</b>	1	<i>Philips 4MX900</i> <i>1xLED 57S/830</i>	57,0	57,0
	1	<i>ETAP K134/6P</i> <i>Diffusor</i>	7,4	7,4
<b>Cancha de pádel</b>	2	<i>Philips MVP507</i> <i>1xSON-TPP600</i>	670,0	1340,0
	2	<i>Philips HNF901</i> <i>1xSON T250</i>	276,0	552,0
<b>Jardín</b>	9	<i>Philips BDS100</i> <i>1xLED 43-25/740</i>	42,2	<b>379,8</b>
<b>POTENCIA INSTALADA DE ILUMINACIÓN (W)</b>				<b>4611,4</b>

**Tabla 1. Potencia instalada de iluminación.**

Véase Tabla 2, correspondiente a los receptores de potencia:

<b>ZONA</b>	<b>Unidades</b>	<b>Tipo de Receptor</b>	<b>Potencia Receptor (W)</b>	<b>Potencia Instalada (W)</b>
<b>Vestuario masculino</b>	1	<i>Secador de pelo</i>	480	480
<b>Vestuario femenino</b>	1	<i>Secador de pelo</i>	480	480
<b>WC</b>	1	<i>Secador de pelo</i>	480	480

<b>minusvalido</b>				
<b>Oficina</b>	1	<i>Ordenador de mesa</i>	350	350
	1	<i>Impresora</i>	55	55
<b>Sala de cardio y musculación</b>	5	<i>Cinta estáticas de correr</i>	3680	23000
<b>Recepción</b>	1	<i>Ordenador de mesa</i>	350	350
	1	<i>Impresora</i>	55	55
	1	<i>Caja registradora</i>	300	300
	1	<i>Nevera</i>	350	350
	1	<i>Equipo de música</i>	80	80
<b>Sala para clases</b>	1	<i>Equipo de música</i>	80	80
<b>Cuarto instalaciones ACS</b>	1	<i>Bomba de agua</i>	1500	1875
<b>Cubierta</b>	1	<i>Ventilador extractor</i>	3600	4500
	1	<i>Ventilador impulsor</i>	3600	4500
	1	<i>Torre de refrigeración SC30</i>	310	387,5
	1	<i>Torre de refrigeracion SC20</i>	260	325
<b>POTENCIA INSTALADA DE FUERZA</b>				<b>37647,5</b>

Tabla 2. Potencia instalada de fuerza.

### 2.3 Criterios de las bases de cálculo.

En este apartado se muestran los cálculos correspondientes para los conductores, tanto en las líneas como en los circuitos de los que se componen la instalación, puedan soportar la intensidad que circula por ellos sin producirse una caída de tensión elevada. Según el caso, se han seguido las instrucciones del REBT.

#### 2.3.1 Intensidad

La intensidad que circula por los conductores, se obtiene mediante la siguiente expresión:

- Para líneas monofásicas:  $I = \frac{P}{V \cos \varphi}$
  
- Para líneas trifásicas:  $I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$

Siendo:

- I: Intensidad por fase en Amperios
- P: Potencia de cálculo de la línea
- V: Tensión entre fase y neutro
- $\cos \varphi$ : Factor de potencia de la instalación.

### 2.3.2 Caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores produce una diferencia de potencial que debe ser inferior a los valores indicados, según la ITC-BT-19 sobre Instalaciones Receptoras. Serán como máximo de un 3% para receptores de iluminación y de un 5% para el resto de receptores de la instalación.

Para comprobar que la caída de tensión es admisible con una sección específica, se determina su valor en tanto por ciento (%) según la expresión:

- Para líneas monofásicas:  $e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot S} \cdot \frac{100}{230}$
  
- Para líneas trifásicas:  $e(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\rho \cdot S} \cdot \frac{100}{400}$

Siendo:

- **L**: Longitud equivalente del circuito
- **$\rho$** : Conductividad del material
- **S**: Sección del conductor

El material que se utilizará será el cobre con una temperatura prevista de servicio de 90°, cuyo valor de conductividad es 44.

### 2.3.3 Caída de tensión admisible.

Los límites de caída de tensión para las distintas líneas vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, y son los siguientes. Véase Tabla 3:

<b>Tipo</b>	<b>Para alimentar a</b>	<b>Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro</b>	<b><math>\Delta U_{III}</math></b>	<b><math>\Delta U_I</math></b>
<b>LGA</b>	Un solo usuario	No existe		
	Contadores concentrados	0,5%	2V	
	Centralización parcial de contadores	1%	4V	
<b>DI</b>	Un solo usuario	1,5%	6V	3,45V
	Contadores concentrados	1%	4V	2,3V
	Centralización parcial de contadores	0,5%	2V	1,15V
<b>Circuitos interiores</b>	Circuitos interiores viviendas	3%	12V	6'9V



Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12V	6'9V
Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20V	11'5V

Tabla 3. Límites de caídas de tensión.

### 2.3.4 Corrientes de cortocircuito.

La corriente de cortocircuito se calculará según lo dispuesto en la norma UNE-20460.

Como simplificación del proceso de cálculo se usará la fórmula:

$$I_{cc} = 0,8 \cdot \frac{U}{R}$$

Siendo:

- $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado
- U: Tensión de alimentación fase-neutro (230V)
- R: Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

### 2.3.5 Elección del conductor.

La elección del conductor se elegirá de acuerdo con lo dispuesto en la ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Para los conductores aislados empotrados en pared se utilizarán un aislamiento PVC. El cable se corresponderá con el tipo ES05Z1-K/H07Z1-K, con una tensión nominal de 750V. La temperatura de servicio mínima y máxima de la instalación fija deberá ser de -40°C a +70°C.

Para los conductores en montaje subterráneo bajo tubo, se utilizarán un aislamiento XLPE. El cable se le asignará una tensión de aislamiento de 0,6/1kV y serán del tipo RV-K o AL XZ1, según se utilice para alumbrado exterior o para acometida, respectivamente.

## 2.4 Elección de las canalizaciones. (UNE-20460)

### 2.4.1 Influencias externas.

Se aporta un listado de las influencias externas que afectan a cada parte de la instalación, clasificadas según anexos A y ZB de la Norma UNE-20460-3. Véase Tabla 4:

Influencia Externa	Clasificación	
Temperatura ambiente	AA5	Se considera como temperatura máxima 30°C
Temperatura-humedad	AB5	40% a 60% humedad relativa
Altitud	AC1	≤2000 m
Presencia de agua	AD1	Se considerará para evitar daños
Presencia de cuerpos sólidos	AE1	A priori, no se considera
Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes	AF1	A priori, no se considera
Choques mecánicos	AG1	Se considerará para limitar los daños
Vibraciones	AH1	No se considera
Presencia de vegetación o moho	AK1	No se considera
Presencia de fauna	AL1	No se considera
Radiaciones solares	AN2	Se considera
Riesgos sísmicos	AP1	Despreciable. No influyente
Viento	AS1	No se considera

Tabla 4. Tabla de influencias externas.

### 2.4.2 Canalizaciones.

El tipo de canalización para cada instalación se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20.460-5-52.

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la tabla 52F de la norma UNE 20.460-5-52. También deberán estar de acuerdo, en función de la situación, con la tabla 52G de la citada norma.

Los sistemas que conforman las distintas partes de esta instalación, teniendo en cuenta las influencias externas del aparatado anterior, las condiciones de las instalaciones y la actividad que se va a llevar a cabo en el local, serán los siguientes:

Línea	Acometida
Conductores	Aislamiento, unipolares aislamiento 0,6/1 kV
Sistema de canalización	Tubo
Situación	Enterrado
Instalación de Referencia Tabla 52-B2. UNE 20460-5-523	D
Nº conductores y tipo de aislamiento	3 XLPE
Tabla y columna. Intensidad máxima admisible. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-C4. Columna 7
Tabla. Factor de temperatura ambiente. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-D2
Tabla. Factor de reducción de agrupamiento. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-E3
Tabla. Factor por resistividad térmica. UNE 20460-5-523	Tabla 52-D3

<b>Línea</b>	<b>Línea General de Alimentación (LGA)</b>
Conductores	Cobre flexible, clase 5
Sistema de canalización	Tubo
Situación	Enterrado
Instalación de Referencia Tabla 52-B2. UNE 20460-5-523	D
Nº conductores y tipo de aislamiento	3 XLPE
Tabla y columna. Intensidad máxima admisible. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-C4. Columna 7
Tabla. Factor de temperatura ambiente. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-D2
Tabla. Factor de reducción de agrupamiento. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-E3
Tabla. Factor por resistividad térmica. UNE 20460-5-523	Tabla 52-D3

<b>Línea</b>	<b>Derivación individual</b>
Conductores	Cobre, unipolares con aislamiento 750V
Sistema de canalización	Tubo
Situación	Montaje empotrado
Instalación de Referencia Tabla 52-B2. UNE 20460-5-523	B1
Nº conductores y tipo de aislamiento	2/3 PVC
Tabla y columna. Intensidad máxima admisible. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-C1/52-3. Columna 4.
Tabla. Factor de temperatura ambiente. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-D1
Tabla. Factor de reducción de	Tabla 52-E1

agrupamiento. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	
---	--

<b>Línea</b>	<b>Instalaciones interiores</b>
Conductores	Cobre, unipolares con aislamiento 750V
Sistema de canalización	Tubo
Situación	Montaje empotrado
Instalación de Referencia Tabla 52-B2. UNE 20460-5-523	B1
Nº conductores y tipo de aislamiento	2/3 PVC
Tabla y columna. Intensidad máxima admisible. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-C1/52-3. Columna 4.
Tabla. Factor de temperatura ambiente. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-D1
Tabla. Factor de reducción de agrupamiento. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-E1

<b>Línea</b>	<b>Instalaciones exteriores</b>
Conductores	Cobre flexible clase 5
Sistema de canalización	Tubo
Situación	Enterrado
Instalación de Referencia Tabla 52-B2. UNE 20460-5-523	D
Nº conductores y tipo de aislamiento	2 XLPE
Tabla y columna. Intensidad máxima admisible. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-C4. Columna 7.

Tabla. Factor de temperatura ambiente. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-C2
Tabla. Factor de reducción de agrupamiento. Tabla 52-B1. UNE 20460-5-523	Tabla 52-E3

## 2.5 Acometida

El cálculo de la acometida se hará según lo dispuesto en la ITC-BT-11. Las características de cables y conductores se indican en el apartado 1.4 de la mencionada instrucción, la cual nos remite para la elección de conductores a la ITC-BT-07 para las subterráneas.

El trazado de la acometida que unirá el punto de conexión de la instalación con la caja general de protección y se realizará por territorio público siguiendo trazas acorde con el borde de la acera e irá canalizado de manera subterránea para conseguir un menor impacto visual. La canalización se realizará a una profundidad de 0,7 m; distancia mínima que asegura según la normativa la protección de los conductores en canalizaciones enterradas. Para un terreno con una temperatura de 25 °C y una Resistividad térmica 1 K.m/W.

El sistema de canalización enterrada evita en lo posible, los cambios de dirección de los tubos e instalando arquetas registrables, de acuerdo con la norma UNEEN 50.086 2-4 y con lo dispuesto en el apartado 1.2.4 de la ITC-BT 21.

La acometida subterránea que alimentará el complejo deportivo se enhebrará en tubo enterrado de diámetro de 110 mm, conforme con la tabla 9 de la ITC-BT-21 para Tubos y Canales Protectoras. Dispone de un aislamiento XLPE, que permitirá un fácil alojamiento y extracción de los cables.

La acometida subterránea que alimentará el edificio donde se ubica el emplazamiento está formada por una línea con conductores de aluminio tipo RZ1-K con sección de  $3(1 \times 50) \text{ mm}^2 + 1 \times 25 \text{ mm}^2$  del tipo Al Voltalene Flamex 0,6/1 kV, en canalización subterránea existente bajo tubo flexible con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

Las características de la acometida están recogidas en una tabla Excel en el Anexo *Tabla de dimensionamiento y previsión de carga*.

## 2.6 Elección de la CGP o de CPM.

La instalación de enlace comenzará con el final de la acometida y terminará en los dispositivos generales de mando y protección. Por tanto, el primer elemento que comprende la instalación de enlace es la caja general de protección. Este equipo se calculará según lo dispuesto en la ITC-BT-13 y en el apartado 5.4 de las normas Particulares para las instalaciones de enlace de la empresa suministradora.

La Caja General de Protección que protegerá la Línea General de Alimentación del emplazamiento deportivo, se ubicará a la entrada de la propiedad en la Avenida Los Menceyes 35, perteneciente al municipio de Candelaria en Santa Cruz de Tenerife, y tendrá las siguientes características, véase Tabla 5:

<b>Marca</b>	Cahors
<b>Modelo</b>	CGP-9-250/BUC
<b>Denominación</b>	CGP-9 250 A
<b>Amperios</b>	250
<b>Fusibles</b>	NH1-250A
<b>Dimensiones para fijación (mm)</b>	379x693x162
<b>Fondo mecanizado</b>	ALS-2

Tabla 5. Características de la CGP.

Este modelo, corresponde a una caja general de protección, del esquema 9, equipada con un juego de bases portafusibles (NH) cerradas tamaño 1 y de intensidad máxima asignada del fusible de 250 A.

## 2.7 Línea General de Alimentación

La elección de línea general de alimentación se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-14 y en el apartado 7 de las Normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa suministradora.

Estará compuesta por conductores unipolares aislados de cobre electrolítico reconocido, tipo RZ1-K, con flexibilidad clase 5. La canalización de 110 mm, se compone de una sección de  $3 \times 25 \text{ mm}^2$  para las fases y  $1 \times 16 \text{ mm}^2$  el neutro, con una tensión nominal de 0,6/1 kV. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-19, para el caso de conductores en enterrado bajo tubo con un aislamiento XLPE.

Las características de la línea general de alimentación están recogidas en una tabla Excel en el Anexo *Tabla de dimensionamiento y previsión de carga*.

## **2.8 Ubicación de contadores**

La medición de la energía se realizará en los contadores. Según expone la ITCBT-16 en su apartado 2.2.2 al tratarse de una centralización con menos de 16 contadores, estos se deberán alojar en un armario en el interior del local.

La centralización contará con dos equipos de medida, uno para la medida de la potencia activa y reactiva consumida por los receptores, y otro del tipo bidireccional para la medir la energía generada por instalación de bicicletas estáticas. El conjunto deberá cumplir con lo dispuesto en la ITC-BT-16 y el apartado 8 de las normas particulares para las instalaciones de enlace de Unelco.

Respetando un pasillo de 1,5 m como mínimo desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta y con una protección contra llamas mínima de PF-30. Además dispondrían de un cierre con la cerradura normalizada de Unelco.

El armario se situará en la entrada cerca al cuadro general de mando y protección, con una altura del emplazamiento de 3 metros. Se colocará a menos de 2 metros un extintor móvil de eficacia mínima 21A/113B y la zona dispondrá de una iluminación suficiente, que ya se requiere para el cuadro general.



Véase la ubicación del armario de contadores en el “Plano de planta de elementos de enlace e interior” situado en el Anexo *Planos*.

### **2.8.1 Cálculo de la anchura libre de pared.**

Para calcular el ancho libre de pared partiendo de la base que las medidas de un contador trifásico digital se pueden considerar como la de 2 contadores monofásicos, las distancias requeridas para la colocación ambos equipos, se corresponderá con las propias de 2 contadores trifásicos (1 contador trifásico para la medida de la energía activa y reactiva, y otro bidireccional para la medición de energía generada procedente de las bicicletas estáticas) y que los integradores (display de lectura) de los contadores se deben hallar a una altura mínima del suelo de 0,5 m y máxima de 1,8 m, las dimensiones del local serán las necesarias para cumplir con lo estipulado en la normativa.

### **2.8.2 Cálculo del interruptor general de maniobra**

Debido a que la previsiones de carga se suponen hasta 90 kW, el interruptor general de maniobra apropiado será de 160 A.

### **2.8.3 Diseño de la composición de la centralización.**

La centralización estará formada por un equipo de medida de activa/reactiva para el consumo de los receptores y un equipo de medida bidireccional de activa/reactiva para la instalación de bicicletas estáticas.

## **2.9 Derivación individual**

Se establecerá de acuerdo con la ITC-BT-15, así como lo dispuesto en el apartado 9 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El tramo de derivación individual, que comprende entre la centralización de contadores y el Cuadro de Mando y Protección estará compuesto por conductores unipolares aislados de cobre electrolítico reconocido, tipo ES05Z1-K, de flexibilidad clase 5. Dispone un diámetro de 25 mm y de una sección de  $3 \times 10 \text{ mm}^2$  para las fases y  $1 \times 10 \text{ mm}^2$  el neutro, con una

tensión nominal de 750V. No propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida según la UNE21123 parte 4 ó 5 y 211002. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la ITC-BT-19, para el caso de conductores en montaje empotrado con un aislamiento PVC.

Las características de la línea general de alimentación están recogidas en una tabla Excel en el Anexo *Tabla de dimensionamiento y previsión de carga*.

## **2.10 Cuadro general de mando y protección (C.G.M.P.).**

En el cuadro general se dispondrán de los elementos detallados en el esquema unifilar que se anexa en el archivo de los planos del presente proyecto.

La iluminación exterior deberá de estar de acuerdo con lo estipulado en la ITC-BT- 09 para Instalaciones de alumbrado exterior, por lo que además de disponer de un interruptor horario deberá de disponer de un interruptor manual para el accionamiento de los contactores.

El poder de corte de cualquier componente que forme parte del C.G.M.P. deberá ser mayor que el especificado en la parte referente a la Intensidad de Cortocircuito específica.

La envolvente del C.G.M.P. será adosada sobre pared con grado de protección IP30 e índice IK07, tanto para la envolvente como para la tapa, según lo indicado en la ITCBT-17 para Dispositivos de Mando y Protección.

## **2.11 Circuitos interiores**

### **2.11.1.1 Protecciones generales**

#### **2.11.1.1 Interruptor de control de potencia (ICP)**

No se prevé la utilización de un interruptor de control de potencia debido a que el suministro de la instalación es de 138,92 A, siendo superior a lo estipulado por la empresa suministradora que establece hasta los 63 A el uso de ICP. En su lugar se dispondrán de máxímetros incorporados al equipo de medida de energía eléctrica.

#### **2.11.1.2 Interruptor General Automático**

El Interruptor General de Automático marca la potencia máxima admisible de la instalación, por tanto, en cualquier momento la potencia demandada no podrá ser superior a la asignada en el I.G.A. Este elemento estará situado en el Cuadro General de Mando y Protección, tras el máxímetro, teniendo además el poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que se produzca en la cabecera del Cuadro General de Mando y Protección.

### 2.10.1.3 Interruptores magnetotérmicos

Estarán de acuerdo a la ITC-BT-22 sobre Protecciones contra Sobreintensidades. La intensidad nominal de los interruptores automáticos magnetotérmicos serán las intensidades comerciales que se pueden encontrar tanto para circuitos bipolares como para circuitos tetrapolares (6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A, según EN/UNE 60898).

La intensidad nominal elegida para cada circuito deberá ser tal que proteja el conductor al que va conectado y que permita el paso de toda la corriente que demanden los receptores a los que va conectado (intensidad nominal mayor que intensidad de cálculo de los circuitos).

La curva de disparo que deberán tener los interruptores magnetotérmicos que se utilizarán serán, véase Tabla 6:

Curva de disparo	Intensidad de respuesta	Función
B	5·I	Largas distancias y cargas resistivas.
C	10·I	Cargas inductivas y motores de poca potencia.
D	20·I	Grandes motores de arranque directo y potencia elevada.

Tabla 6. Interruptores magnetotérmicos.

### 2.10.1.4 Interruptores diferenciales.

Interruptores automáticos diferenciales serán elegidos como protección contra contactos directos-indirectos de partes de la instalación puestas a tensión de acuerdo a lo especificado en la ITC-BT-24 sobre Protección contra Contactos Directos e Indirectos.

Los calibres seleccionados para la instalación serán de acuerdo a los calibres normalizado según la norma IEC 60 947-2 (25, 40, 63, 80, 100, 125, 160, 225 y 250 A).

Con diferentes sensibilidades según el uso que se les dé, protección para personas  
 $S=30$  mA.

### **2.10.2 Caja de registro y derivación.**

Las cajas de registro y derivación serán usadas para el conexionado de los cables de un mismo circuito y se dispondrán en los lugares donde sean necesarias para asegurar una protección y aislamiento a las conexiones en su interior.

### **2.10.3 Definición y características de la instalación interior y exterior.**

La instalación interior comenzará a partir del cuadro general de mando y protección, ubicando en la entrada del recinto, en la recepción. Para el cálculo en las interiores se seguirá lo dispuesto en la tabla 1 de la ITC-BT-19. Para el caso de la instalación exterior se establecerá según la tabla 5 de la ITC-BT-07. Para ambos casos, se hará uso de la ITC-BT-21 para los tubos y canales protectores.

Las instalaciones de alumbrado y fuerza que parten desde el cuadro general, se distribuyen por toda la instalación, tanto interior como exterior. Las caídas máxima admisibles correspondientes a dichos circuitos serán de 5% para las líneas de fuerza y 3% para las líneas de alumbrado.

En el caso de las lámparas de descargas, utilizadas para el alumbrado exterior en la cachea de pádel, la carga mínima de estas será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas, de acuerdo con la ITC-BT-44. En nuestra instalación interior, se ha hecho uso de luminarias tipo LED en el interior, por lo que no debemos tener en cuenta este factor.

Por otro lado, la utilización de un factor de 1,25 sobre el valor de la intensidad a plena carga de los receptores que contengan un motor, según dictamina la ITC-BT-47.

En el apartado de anexos, se adjunta la tabla de cálculo en Excel de los circuitos que verifica que las canalizaciones y secciones elegidas cumplen con las intensidades máximas admisibles y con las caídas de tensión reguladas normativamente por la Norma UNE-20460. También se mostrarán los parámetros más importantes, en el esquema unifilar, adjunto en el Anexo de Planos.

#### **2.10.3.1 Instalación interior.**

Las líneas receptoras que recorrerán tanto el Cuadro General como el subcuadro ubicado en el cuarto de instalaciones eléctricas, estarán formadas por conductores unipolares de cobre electrolítico tipo ES05Z1-K. Con un aislamiento PVC cero halógenos, topo AFUMEX TI Z1 y tensión nominal de 750V. Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida e irán canalizados bajo tubo corrugado en montaje empotrado en pared.

#### **2.10.3.2 Instalación exterior**

Las instalaciones exteriores hacen referencia a la iluminación del jardín y de la cancha de pádel. Las líneas receptoras estarán formadas por conductores de cobre electrolítico flexible clase 5 y tipo RV-K. Con aislamiento XLPE tipo DIX3 y tensión nominal 0,6/1 kV. Serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Irán canalizados bajo tubo libre de halógeno corrugado en montaje enterrado bajo tubo.

#### **2.11 Suministros comunes.**

El complejo deportivo estará clasificado como local de pública concurrencia, según la ITC-BT-28, por lo que dispondrá de alumbrado de emergencia. Este alumbrado deberá cumplir con los niveles mínimos de lux exigidos en apartado 2.3 DB SU-4 del CTE. Posteriormente se hará un análisis más detallado.

Al tener el recinto una ocupación menor de 300 personas no deberá disponer obligatoriamente de suministro de socorro ni estará clasificado dentro del grupo de los que deben disponer de suministro de reserva.

## **2.12 Características de los materiales y canalizaciones eléctricas frente al fuego**

La instalación debe asegurarse en caso de fuego o incendio en la medida de lo posible se disponga de la mayor protección minimizando los riesgos. Es por ello que la elección de los cables tanto de interior como de exterior responden será no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según UNE 21123 partes 4 ó 5 y 211002.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Para la acometida se utiliza un cable de aluminio rígido de clase 2. Dispone de un aislamiento XLPE del tipo DIX3. Las características que presenta este cable para redes subterráneas mediante ensayos de fuego son:

- No propagación de la llama, UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Baja emisión de humos opacos, UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10  $\mu$ S/mm.

En la LGA se ha utilizado un cable de cobre flexible clase 5 con aislamiento XLPE tipo DIX3. Las características que presenta este cable mediante ensayos de fuego son:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10  $\mu$ S/mm.

En la derivación individual y en la instalación interior se utilizan en todo el recorrido, cable flexible (clase 5) con aislamiento de mezcla termoplástica PVC y libre de halógenos del tipo AFUMEX TI Z1. Las características que presenta este cable mediante ensayos de fuego son:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10  $\mu$ S/mm

Por último, el cableado para el alumbrado exterior será de cobre flexible clase 5, con un aislamiento XLPE tipoDIX3. Las características que presenta este cable mediante ensayos de fuego son:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CIH < 14%.

Las fichas con las características de los cables elegidos que cumplen con dichas normativas de seguridad estarán anexadas para su consulta.

### **2.13 Puesta a tierra**

La instalación de puesta a tierra se llevará a cabo para garantizar una seguridad limitando la tensión, con respecto a tierra. Así como asegurar la actuación de las protecciones y disminuir el riesgo que podría existir con la avería de algún material eléctrico.

El emplazamiento será considerado como conductor en todas las zonas del complejo deportivo por existencia de zonas secas y mojadas, y para proporcionar una mayor seguridad. Es decir, no se podrán producir tensiones superiores a 50 V en cualquier masa. Teniendo entonces que:

- $V_{\text{seco}}$ : tensión máxima en espacios secos (25 V)
- $V_{\text{mojados}}$ : tensión máxima en espacios mojados (50 V)

El terreno en el que se realizará la puesta a tierra tendrá una Resistividad de  $200 \Omega \cdot \text{m}$  y sólo se podrán utilizar picas verticales de 2 m cuya Resistencia por pica se hallará utilizando la fórmula siguiente:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- $\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot \text{m}$ )
- L: longitud de cada pica (m)

$$R = \frac{200}{2} = 100 \Omega$$

Conforme a lo establecido en el apartado 14.6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora debemos procurar que la resistencia de tierra no supere los  $37 \Omega$  en edificios sin pararrayos. Para bajar la resistencia total por debajo de los  $37 \Omega$ , se hará uso de tantas picas conectadas en paralelo como sea necesario hasta alcanzar dicho valor óhmico:

$$\text{Resistencia equivalente (R}_{\text{eq}}\text{): } \frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100} \quad \mathbf{R_{eq} = 33,33 \Omega < 37 \Omega}$$

Como resultado el número de picas que se necesitaría colocar en paralelo para obtener la resistencia máxima deseada será de 3 picas para cada instalación de puesta a tierra.

Las intensidades residuales irán en función de la tensión máxima en zona seca o húmeda, como se nombró anteriormente, y resistencia equivalente. Por lo que:

- Locales mojados: 
$$I = \frac{V_{\text{mojado}}}{R_{\text{eq}}} ; I = \frac{50}{33,33} = 1,5 \text{ A}$$

- Locales secos: 
$$I = \frac{V_{\text{seco}}}{R_{\text{eq}}} ; I = \frac{25}{33,33} = 0,75 \text{ A}$$



Las picas de puesta a tierra se situarán en la zona del jardín ofreciendo una reducción incluso de la resistencia mediante el riego. El cable de unión de las picas será de cobre desnudo y se conectará con un borne principal donde se unirán los conductores de protección de la instalación.

## **2.14 Cálculos lumínicos**

### **2.14.1 Objetivo.**

Mostrar los diferentes tipos de luminarias empleadas, así como el número de que se ha empleado. También, se mostrarán los datos referentes de los conductores que deberán disponer en cada parte del complejo deportivo.

### **2.14.2 Iluminación interior y exterior**

Se realizarán todos los cálculos de forma detallada e individualizada en todas las zonas del emplazamiento siguiendo todas las exigencias de la normativa actual.

En lo referente a todas las zonas interiores que se precise una buena y confortable iluminación tales como la oficina, la zona de máquinas cardiovasculares y de musculación y el recinto donde se celebran las clases de spinning, se exigirán 300 lux. En cambio para aquellos emplazamientos tales como vestuarios, baños, cuartos de instalaciones o zonas de tránsito se exigirán un mínimo de 100 lux. Todas las luminarias dentro del local estarán adosadas o empotradas al falso techo, a 4 metros de altura.

Para la zona del exterior se realizará también el mismo estudio. Está compuesta de dos zonas: la parte trasera que alberga la cancha de pádel y la entrada que se encuentra el jardín, se instalarán luminarias específicas según el caso, asegurando una iluminación de 200 lux y 100 lux, respectivamente.

#### **2.14.2.1 Parámetros de iluminación.**

El cálculo luminotécnico de la instalación, se realizará para asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el CTE DB HE-3, haciendo referencia a la norma UNE-EN 12464-1. Los parámetros a tener en cuenta serán de iluminancia, deslumbramiento, y reproducción cromática adoptados, haciendo referencia a la norma UNE-EN 12464-1, véase Tabla 7:

NIVELES DE ILUMINACIÓN			
Zona	Em	UGR	Ra
Cardiovascular y musculación	300	19	80
Clases	300	19	80
Oficina	300	19	80
Cancha pádel	200	22	80
Cuarto instalaciones	100	25	80
Vestuarios	100	25	80
Baños	100	25	80
Zonas de paso	100	25	80

Tabla 7. Niveles mínimos de iluminación

Donde:

- Em: nivel de iluminación en lux.
- UGR: índice de deslumbramiento (comprendido entre 10 y 31)
- Ra: reproducción Cromática (siempre mayor que 80)

#### 2.14.2.2 Método de cálculo

El estudio mencionado anteriormente se ha llevado a cabo por el software informático Dialux. Las hojas de cálculo generadas por Dialux de los diferentes espacios o zonas, justificarán los requisitos de la normativa pudiéndose encontrar en el *Anexo Cálculos luminotécnicos, Dialux*.

En dicho documento los parámetros de cálculo más relevantes que se tendrán en cuenta serán:

- Índice del local (K) utilizado en el cálculo

- Número de puntos considerados en el proyecto
- Factor de mantenimiento (Fm) previsto
- Iluminación media horizontal mantenida (Em) obtenida
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado
- Índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas
- Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo
- Potencias de los conjuntos (lámpara más equipo auxiliar)

### **2.14.2.3 Luminarias utilizadas**

#### **2.14.2.3.1 Luminarias de interior:**

- **Philips DN125B LED20S/840 PSR WH**

Se trata de una luminaria LED20S, con un flujo luminoso 2000 lum con un consumo de 24 W ofreciendo una alta eficiencia energética. Con una prolongada vida útil (aproximadamente 15 años). El montaje será adosado al falso techo, a una altura de 4 metros.

Se ha elegido porque combina la luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. Por ello, con su diseño se cubrirá el espacio interior más grande del complejo, zona de fitness, musculación y la recepción, estableciendo un lugar de confort.

- **Philips CR434B LED88/840 AC-MLO**

Se trata de una luminaria LED, con un flujo luminoso 6300 lum con un consumo de 70 W ofreciendo una alta eficiencia energética. Con una prolongada vida útil (aproximadamente 15 años). El montaje será adosado al falso techo, a una altura de 4 metros.

Se ha elegido porque la luz que emite es higiénica, eficiente y de gran calidad. Es una luminaria potente ideal para crear una atmósfera homogénea de confort mientras se desarrolla una actividad física o se trabaja, sin restarle importancia al ahorro de energía. Por ello, este diseño cubrirá el aula para clases y la oficina.

- **Philips 4MX900 LED57S/830 L1200 PDS DA30.**

Se trata de una luminaria LED, con un flujo luminoso 5700 lum con un consumo de 57 W ofreciendo una alta eficiencia energética. Con una prolongada vida útil (aproximadamente 25 años). El montaje será adosado al falso techo, a una altura de 4 metros.

Se ha elegido por su bajo consumo de energía en comparación con las fluorescentes, además de su eficiencia, calidad y gran distribución de luz en planos horizontales y verticales. Por ello, este diseño cubrirá la zona de los cuartos de instalaciones eléctricas y para ACS.

- **Philips 332TL5 HFPP**

Se trata de una luminaria TL, con un flujo luminoso 1250 lum con un consumo de 17 W. El montaje será adosado al falso techo, a una altura de 4 metros.

Se ha elegido por su bajo consumo de energía, debido por las exigencias de la ubicación. Para el caso de las duchas, se ha requerido este modelo por la características que frente al agua y al vapor. Por ello, este diseño cubrirá la zona de los baños y las duchas de ambos vestuarios.

- **BCS640 LED24/840 PSD W21L125 MLO-PC**

Se trata de una luminaria de la gama TL5 con módulos de LED. Tiene un flujo luminoso 1800 lum con un consumo de 25 W. El montaje será adosado al falso techo, a una altura de 4 metros.

Se ha elegido porque su diseño miniaturizado combina un rendimiento óptimo en términos de flujo, uniformidad y eficiencia. Por ello, este diseño cubrirá la zona central de los vestuarios.

#### 1.14.2.3.2 Luminarias de exterior

- **MVP507 SON-TP600W K WB SI**

Se trata de proyector de alumbrado asimétrico con un flujo luminoso de 90000 lm y una potencia de 670W. El montaje se encuentra situado sobre mástil a 4 metros de altura.

Se ha elegido este modelo porque la disponibilidad de haces intensivo, medio y extensivo permite una mayor flexibilidad en su aplicación, y ofrece un control excelente del flujo lumínico, limitando el deslumbramiento y la contaminación lumínica. Por ello, dichos proyectores irán colocados sobre la cancha de pádel.

- **HNF901 SON T250W NB**

Se trata de una luminaria exterior con un flujo luminoso de 28000 lm y una potencia de 276W. El montaje se encuentra situado sobre mástil cercano al muro del recinto.

Se ha elegido este modelo porque es un buen complemento de la luminaria anterior, distribuyendo correctamente el flujo luminoso en el plano horizontal para poder cumplir con las exigencias mínimas de un evento no televisado como propone CTE. Por ello, se situará en la parte de atrás, en la cancha de pádel.

- **BDS100 T25 LED43 2S/740 DRW**

Se trata de una luminaria LED de gran ahorro de energía debido su uso, en comparación con los PL-L. Tiene un flujo luminoso de 4303 lm con una potencia de 42,2W. El montaje se encuentra con la base situada a nivel de suelo hasta una altura de 0,91 m.

Se ha elegido este modelo dado que una de sus aplicaciones es en las zonas residenciales, de manera que la luz que se crea es totalmente confortable con una distribución de luz uniforme. Por ello, estas luminarias estarán distribuidas por el entrada-jardín.

Mencionar que la distribución y colocación de todas las luminarias, señaladas anteriormente, se refleja en el Plano de planta de canalizaciones interiores y exteriores ubicados en el Anexo Planos.

### **2.14.3 Cumplimiento del documento básico CTE en cuanto a la iluminación y eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.**

De acuerdo con la exigencia básica HE-3 del vigente CTE, los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y que a la vez sean eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan determinadas condiciones.

Según lo dispuesto en el apartado 1.1 de dicha exigencia básica HE-3, se debe tener en cuenta un estudio de eficiencia energética para esta instalación, al tratarse de un edificio de nueva construcción. Por tanto se deben cumplir las siguientes verificaciones:

#### **2.14.3.1 Valor de Eficiencia energética de la instalación.**

La eficiencia energética de una instalación de iluminación para las diferentes zonas de la instalación, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación *VEEI* ( $W/m^2$ ) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot Em}$$

Siendo:

- P: potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W)
- S: superficie iluminada ( $m^2$ )
- $Em$ : iluminancia media horizontal mantenida (lux)

#### **2.14.4 Sistema de control y regulación**

El encendido y apagado de las luminarias es un aspecto muy importante en el ámbito de la eficiencia energética. Se dará en función de las necesidades de cada zona diferenciando la parte interior y exterior de la instalación.

##### **2.14.4.1 Control de la instalación interior**

Se instalarán temporizadores y sistemas de control de presencia accionados con un pulsador en las dependencias de vestuarios, sala habilitada para las clases y los dos cuartos de instalaciones. De modo que cuando no se haga uso de ellas, el circuito alumbrado se apague y de lo contrario quede encendido.

La recepción, oficina y las salas de máquinas cardiovasculares y de musculación, se controlarán manualmente mediante puntos de luz comunes, ubicando interruptores en dichos emplazamientos.

#### **2.14.4.2 Control de la instalación exterior**

Se llevará a cabo de manera automática permitiendo que el encendido y apagado de las luminarias se haga de forma controlada. Para ello será necesaria una célula fotoeléctrica capaz de llevar a cabo un control de manera autónoma según la iluminación natural. Por tanto, se logra una mayor eficiencia de la iluminación exterior ya que el encendido se dará cuando el horario solar lo permita.

#### **2.14.5 Alumbrado de emergencia.**

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia se encargan de asegurarla iluminación en el gimnasio y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del personal que se encontrase dentro, en caso de fallo de la alimentación normal.

El complejo deportivo está clasificado como un local de pública concurrencia, según el punto 3.1 de la ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. El local se le deberá dotar de alumbrado de emergencia, cumpliendo con los requerimientos establecidos en el apartado 2.3 DB SU-4 del CTE. La instalación de este alumbrado deberá ser tal que cumpla los niveles mínimos de lux establecido en ambas normas.

La propuesta técnica propone la instalación de luminarias de suministro autónomo no permanente, es decir, que solo se activen cuando el suministro de energía eléctrica de iluminación normal se interrumpa o disminuya por debajo del 70% de su valor nominal.

Se dispondrán de dos tipos diferentes de luminarias de emergencia, dentro del catálogo ETAP:

- Sobre puertas.
- Sobre paredes.

Las luminarias, adosadas por encima de las puertas, que se utilizarán será el modelo de ETAP, K134/6P Diffusor. Se trata de una TL, de 7,4W con un flujo luminoso en funcionamiento de emergencia de 217 lm disponiendo de una autonomía de una hora y de una protección IP42 e IK04.

El alumbrado de emergencia que se proyectará en montaje adosado en pared, será con el modelo de ETAP, K234/6P Single-Sided foil. Se trata de una TL de 7,4W, con un flujo luminoso en funcionamiento de emergencia de 280 lm, disponiendo de una autonomía de una hora con protección IP65 e IK10.

Para justificar el cumplimiento de todos los requisitos expuestos en DB SU-4 y en la ITC-BT 28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se anexa al presente documento las hojas de cálculo por zonas que han sido realizadas por el software informático de cálculo para alumbrado de emergencia. Dichas hojas estarán alojadas en Anexo de Cálculos luminotécnicos, Dialux.

## **2.15 Instalación de climatización del gimnasio**

La actividad deportiva en interiores exige la renovación del aire de todas las zonas del recinto de acuerdo con las exigencias de la normativa de aplicación, el RITE, ofreciendo unas condiciones óptimas para esta práctica dentro del local. Incluso en caso de temperaturas altas, este aire podrá ser refrigerado y así poder dar sensación de confort a la totalidad del complejo de forma adecuada.

### **2.15.1 Instalación de ventilación**

#### **2.15.1.1 Objetivo**



Se mostrarán los cálculos necesarios para poder elegir el equipo de ventilación correspondiente cumpliendo con las exigencias acordadas.

### 2.15.1.3 Caudal necesario para las renovaciones del aire.

Una vez establecido la calidad del aire interior, hay que sopesar el caudal mínimo de aire exterior de ventilación que garantice el cumplimiento de dicha calidad. Para ello, se aportará una cantidad de aire limpio del exterior o renovaciones para la ventilación del interior.

Para saber el número de renovaciones necesarias, hay que especificar el uso al que se va a destinar el edificio. Como se trata de un gimnasio el número de renovaciones por hora será de 6, como se muestra en la tabla extraída de la norma DIN 1946, función del tipo de establecimiento.

El cálculo del caudal mínimo requerido de ventilación del complejo se ejecutará de acuerdo con el dato recogido de renovaciones por hora, anteriormente. Por tanto, las fórmulas a aplicar son las siguientes:

$A = b * a$
$Vt = A * h$
$Q = Vt * Renov$

Siendo:

- **A:** Área del recinto interior ( $m^2$ )
- **b:** Largo ( $m$ )
- **a:** Ancho ( $m$ )
- **V<sub>i</sub>:** Volumen del recinto interior ( $m^3$ )
- **h:** Altura ( $m$ )
- **Q<sub>i</sub>:** Caudal de aire ( $m^3/h$ )
- **Renov:** Renovaciones por hora ( $renov/h$ )

$$A = b * a = 28,65 * 12,78 = 366,1288 \text{ m}^2$$

$$Vt = A * h = 366,1288 * 4 = 1464,5152 \text{ m}^3$$

$$Qt = Vt * Renov = 1464,5152 * 6 = 8787,1 \frac{\text{m}^3}{h}$$

Por tanto, el caudal tal será de  $8787,0912 \frac{\text{m}^3}{h}$ , por lo que dicho valor caudal le corresponderá al ventilador impulsor. Para el ventilador de retorno se le asignará un valor del 20% menos del caudal máximo:

$$Q_{ret} = 7029,68 \frac{\text{m}^3}{h}$$

De modo resumen, estos son los caudales de ambos ventiladores, véase Tabla 7:

Caudales del sistema de ventilación	
Q <sub>imp</sub>	$8787,1 \frac{\text{m}^3}{h}$
Q <sub>ret</sub>	$7029,68 \frac{\text{m}^3}{h}$

Tabla 7. Caudales de los ventiladores impulsores y de retorno

### 2.15.1.4 Elección de equipos de ventilación.

Se escogerá un equipo de unos  $9000 \frac{m^3}{h}$  aproximadamente, cubriendo la totalidad de las exigencias de caudal del recinto. Para ello se ha extraído del catálogo Soler & Palau dos equipos de extractores centrífugos de baja presión sin motor, perteneciente a la serie CBP: *CBP-18/18-RE*.

En el catálogo, se añade la curva de trabajo del modelo *CBP-18/18-R*, véase Figura 1:

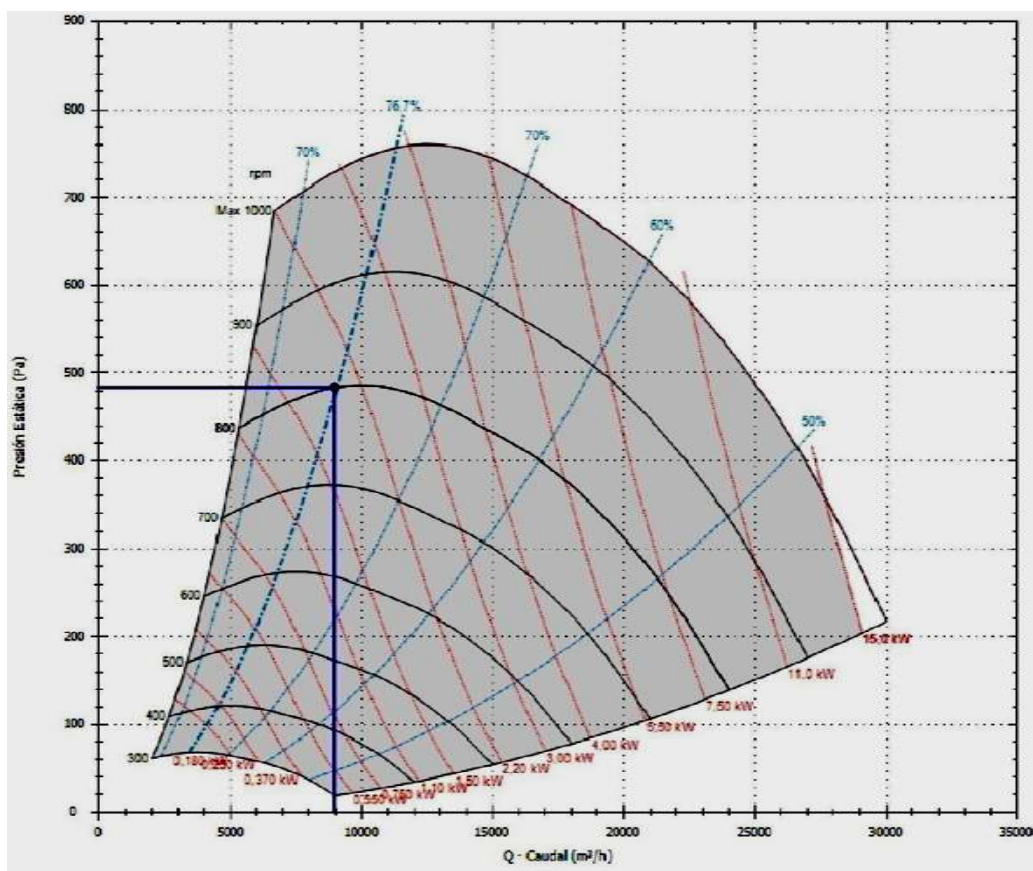


Figura 1. Curva de trabajo del modelo CBP-18/18-R.

Como bien se muestra en la curva, para un caudal de unos  $9000 \frac{m^3}{h}$ , nuestro equipo trabajará a unas 800 rpm, es decir con un margen de un 20% menos de la nominal. Se observa también que el equipo extractor funciona con 480 Pa, dentro de un margen de rendimiento de un 76,6% y a una potencia de un 7,50 kW.

Por tanto, para la impulsión y extracción del caudal de aire se necesitarán motores de 3,60 kW, cada uno.

### 2.15.1.5 DIMENSIONADO DE CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

Para el cálculo de los conductos por donde va circular el caudal de aire para la ventilación del gimnasio, se ha utilizado el software online “Climaver ClimCalC Dimension”. Se tendrán en cuenta las siguientes características: las pérdidas de carga y las dimensiones interiores de los conductos, la velocidad de circulación y el caudal de aire.

Se ha escogido un producto de Isover, el Climaver A2, cuyas características técnicas cumplen con las normativas: EN 14303, EN ISO 354, RITE. La ventilación por impulsión recorrerá todo el entramado de conductos y el retorno del aire saldrá por el Plenum, cumpliendo con la ordenanza de la IT 1.3.4.2.10.2.

#### 2.15.1.5.1 Pérdidas de carga

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que las pérdidas de carga unitaria sea superior a la suma de todas las pérdidas de carga de los ramales secundarios. De esta forma para el caso más desfavorable, es decir, desde el conducto principal hasta la distancia del ramal más lejano, llegue el suficiente caudal para que pueda cumplir con los requisitos necesarios.

La elección de las dimensiones de los conductos rectangulares se seleccionará de modo que la velocidad de circulación y la de impulsión de aire sea adecuada para que no genere ruidos molestos. Por tanto, la velocidad irá en función de la superficie como se muestra a continuación:

$$v = \frac{Q}{S}$$

Siendo:

- Q: Caudal de aire que circula por el conducto
- S: Superficie del conducto de ventilación

En el Anexo de *Cálculos de Ventilación*, se recogen los cálculos generados para el dimensionado de la instalación. A continuación se hace un breve resumen de las características mencionadas. Véase Tabla 8:

ZONA DEL COMPLEJO	A (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	Renov (renov/h)	Q (m <sup>3</sup> /h)	L (m)	v (m/s <sup>2</sup> )	S (m <sup>2</sup> )	P (Pa)
Cardiovascular y musculación	185,7	742,6	6	4456	21,5	3,82	0,5971 x 0,5971	6,45
Recepción	18,6	74,3	6	445,0				
Sala clases	57,5	229,8	6	1379,0	5	3,82	0,3168 x 0,3168	3,27
Vestuario masculino	27,4	109,7	6	658,0	5,6	3,79	0,2197 x 0,2197	5,6
Vestuario femenino	22,3	89,2	6	535,4	5,6	3,78	0,2142 x 0,2142	5,77
Baño discapacitados	3,7	14,8	6	89,0				
Cuarto instalaciones eléctricas	14,6	58,4	6	350,4	3	3,82	0,225 x 0,115	4,5
Cuarto instalaciones ACS	14,6	58,4	6	350,4	3	3,82	0,225 x 0,115	4,5

<b>Oficina</b>	7,3	29,1	6	175,0	6	3,72	0,125 x 0,105	12,9
								<b>42,8</b>

Tabla 8. Tabla de características para el dimensionado de los conductores de ventilación.

A este resultado de 42,8 Pa, hay que sumarle las que se genera por el conducto principal, es decir, el que baja desde la fachada hasta el falso techo. Dicha pérdida de carga es de 14,7 Pa. El resultado equivalente es de **57,5 Pa**.

Como se mencionó anteriormente, la pérdida de carga total de la instalación es de 480 Pa, siendo superior al sumatorio de todas las pérdidas calculadas.

#### 2.15.1.6 Selección de rejillas.

El caudal volumétrico de ventilación dependerá de la calidad del aire interior. Para ello, se emplea el método indirecto de caudal de aire exterior por persona, de acuerdo con las especificaciones del R.I.T.E. Véase Tabla 9:

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

Tabla 9. Caudales de aire exterior, l/s por persona (Tabla 1.4.2.1 del RITE)

Se colocarán rejillas en el falso techo para la impulsión para una correcta recirculación del aire de acuerdo con lo establecido en el R.I.T.E que exige un caudal volumétrico para el gimnasio con una categoría IDA 3, 8 l/s persona.

Por el contrario, el retorno de aire a la unidad se llevará a cabo por medio de rejillas de retorno, en el falso techo, que conducen al Plenum.

### 2.15.1.6.1 Rejillas de impulsión.

Se escogerán rejillas de impulsión de simple deflexión, modelo 20-SV de la marca KOOLAIR. Las dimensiones de las rejillas cumplirán con el caudal exigido. Véase Figura 10:

REJILLAS	Q <sub>conducto</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Tamaño	Cantidad	Q <sub>rejilla</sub> (m <sup>3</sup> /h)
Cardiovascular y musculación	4456	0,3 x 0,3	4	4920
Recepción	445,0			
Sala clases	1379,0	0,3 x 0,2	2	1740
Vestuario masculino	658,0	0,2 x 0,1	2	700
Vestuario femenino	535,4	0,2 x 0,1	2	700
Baño discapacitados	89,0	0,2 x 0,1	1	170
Cuarto instalaciones eléctricas	350,4	0,2 x 0,1	2	480
Cuarto instalaciones ACS	350,4	0,2 x 0,1	2	480
Oficina	175,0	0,2 x 0,1	1	240

Figura 10. Tabla de para elección de rejillas de impulsión.

El caudal de aire que proyecta cada rejilla impulsora está por encima de la exigencia de caudal que pide cada zona del complejo. El control de entrada es totalmente regulable, de forma manual por si en algún caso se quiere cambiar la cantidad, así como se indica en el catálogo de la marca KOOLAIR ubicado en el Anexo Cálculos de Ventilación.

### 2.15.1.6.2 Rejillas de retorno.

Las rejillas de retorno que se escogerán serán aquellas que ocupen la sección máxima del conducto. De forma, que al ser regulables manual mente sobre dimensionamos la extracción de aire sin llegar a utilizarse su totalidad de apertura.

Sólo recordar que para ambas rejillas se puede modificar su entrada o salida, según sea el caso. Esto se debe a que el técnico encargado de mantenimiento o simple persona trabajadora podrá cerrar o abrir en un margen del 10% -100% en función de la demanda.

## 2.16 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN EN EL GIMNASIO

### 2.16.1 Determinación de las condiciones de la instalación.

El primer paso para dimensionar cualquier instalación de climatización es la definición de las condiciones del proyecto. Véase Tabla 11:

Temporada solar y ubicación		Condiciones exteriores		Condiciones interiores	
Localidad	Candelaria	T <sub>seca</sub> (1%)	31,3°C	T <sub>int</sub>	24°C
Latitud	28° 21' N	T <sub>humeda</sub> (1%)	20,9°C	H <sub>rel</sub>	50%
Mes y hora solar	Agosto, 15h				

Tabla 11. Condiciones del proyecto para la localidad de Candelaria, Tenerife.

- El mes y la hora solar, son unos aspectos muy importantes que se han de fijar al inicio del proyecto, ya que así no se realizan cambios horarios que se producen durante el año. Utilizando el mes de agosto y las 15 horas, se sobredimensionará el sistema de climatización ya que generalmente en esta fecha se producirán las mayores cargas térmicas.

- Condiciones exteriores:



La temperatura seca ( $T_{seca}$ ) hace referencia a la dada por el termómetro de mercurio normal, respecto a cuyo bulbo, reflectante y de color blanco brillante, se puede suponer razonablemente que no absorbe radiación. El nivel percentil indica el tanto por ciento de horas durante el mes escogido en el que la temperatura indicada es superior a la máxima diaria según el registro documentado.

La temperatura húmeda ( $T_{húmeda}$ ) se define como la dada por un termómetro a la sombra, con un bulbo envuelto en una mecha de algodón húmedo bajo una corriente de aire.

Ambas temperaturas que se han fijado, se han extraído de un complemento de la UNE 100.001-85. Estos datos lo han facilitado la Cátedra de Termotécnica, Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos, de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla. Este documento se muestra en el Anexo de Climatización.

- Condiciones interiores:

Las condiciones interiores de temperatura y humedad son las reguladas por la “IT 1.1.4.1.2: Temperatura operativa y humedad relativa” del R.I.T.E. Véase Tabla 12:

ESTACIÓN	TEMPERTATURA OPERTATIVA °C	HUMEDAD RELATIVA %
Verano	23..25	45..60
Invierno	21..23	40..50

Tabla 12. Condiciones interiores de diseño.

Se establece que la temperatura operativa ( $T_{int}$ ) será de 24°C y la humedad relativa ( $H_{rel}$ ) será del 50%. Estos valores corresponden a la estación de verano ya que es en esta época donde se producen las mayores cargas térmicas.

#### 2.16.2 Diferencia de humedades absolutas ( $\Delta W$ ):

La diferencia de humedades absolutas se obtiene situando en un ábaco psicrométrico las condiciones exteriores e interiores. Véase Figura 3:

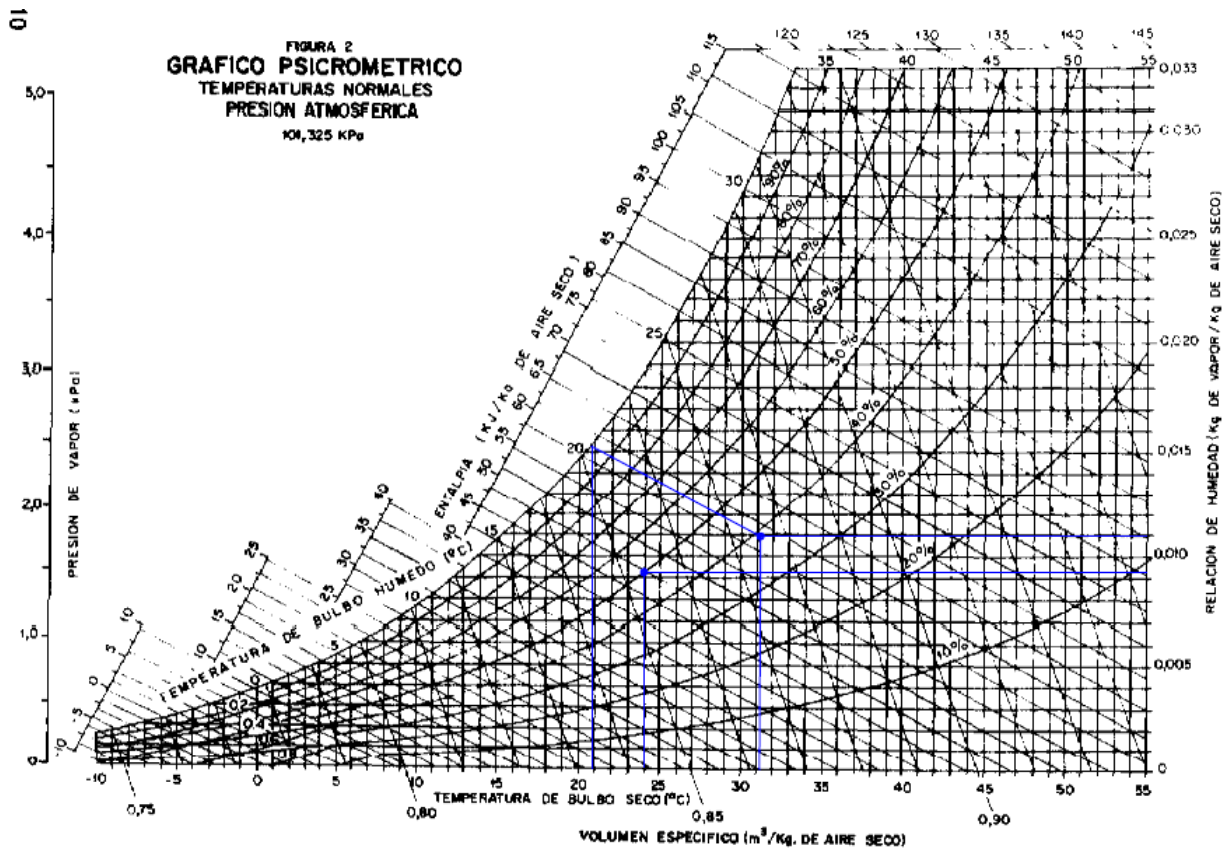


Figura 3. Utilización del diagrama psicrométrico para obtener humedades absolutas.

De las condiciones interiores, con los datos de  $T_{int}$  y  $H_{rel}$ , se puede obtener directamente la humedad absoluta que tendrá un valor aproximadamente de unos 0,0092 kgw/kga (kilogramos de vapor/kilogramos de aire seco).

De las condiciones exteriores, sólo se disponen como datos de la  $T_{seca}$  y la  $T_{humeda}$ , faltando por encontrarla  $H_{rel}$  correspondientes a dichas temperaturas. Esto se realiza sobre el ábaco psicrométrico situando estas temperaturas, las cuales le corresponden el eje horizontal ( $T_{seca}$ ) y las líneas inclinadas que cortan con la curva de saturación ( $T_{humeda}$ ). La intersección entre ellas, como se muestra en la Figura 3, corresponde a la  $H_{rel}$  requerida adoptando un valor aproximado de 38% (Véase en líneas curvas de la Figura 3). Por último, solo queda obtener la humedad absoluta exterior que se determina de la misma manera que antes, es decir, utilizadas las temperaturas para calcular un punto de intersección solo queda trazar una línea paralela al eje X del diagrama, obteniendo un valor de unos 0,012 kgw/kga.

En modo resumen, el análisis para obtener la temperatura absoluta ( $\Delta W$ ) queda de la siguiente manera:

<b>CONDICIONES EXTERIORES</b>	$T_{seca} = 31,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$H_{abs,ext} = 0,012 \text{ kgw/kg}$
<b>CONDICIONES INTERIORES</b>	$T_{humeda} = 20,9 \text{ }^\circ\text{C}$	$H_{rel} = 38\%$
<b>CONDICIONES EXTERIORES</b>	$T_{int} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$	$H_{abs,int} = 0,0092 \text{ kgw/kg}$
<b>CONDICIONES INTERIORES</b>	$H_{rel} = 50 \%$	

Por último, sólo falta restar la diferencia de humedades absolutas que será:

$$\Delta W = H_{abs, ext} - H_{abs, int} = 0,012 - 0,0092 = 0,0028 \text{ kgw/kg} = \mathbf{2,8 \text{ gw/kg}}$$

### 2.16.3 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.

#### 2.16.3.1 CARGAS TÉRMICAS SENSIBLES

##### 2.16.3.1.1 Calor sensible debido a la transmisión a través de las paredes.

La fórmula a aplicar será:

$$Q_{pared} = S * DN_{ic} * U * \Delta T$$

Siendo:

- **S:** Superficie de la pared ( $\text{m}^2$ )
- **DN<sub>ic</sub> :** Clear-sky direct normal irradiance ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
- **U:** Transmitancia térmica (%)
- **$\Delta T$ :** Diferencia de temperatura exterior e interior ( $^\circ\text{K}$ )

**NOTA:** La transmitancia térmica (U) se toma como un tanto por ciento de cada W por  $\text{m}^2$  de pared.

Lo primero en lo que vamos a detenernos es en el material de cerramiento. El material es el hormigón con áridos ligeros, cuya conductividad térmica de 0,33 W/m°K para una densidad de 1000 kg/m<sup>3</sup>. Para obtener la resistencia térmica, simplemente se aplica la inversa de la conductividad térmica:

$$R = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,33} = 3,03 \frac{m^{\circ}K}{W}$$

A continuación, se buscará un espesor mínimo de aislamiento térmico de planchas STYROFOAM<sup>TM</sup> de poliestireno extruído (XPS) para cumplir con los requisitos del CTE HE-1, como bien muestra el Documento reconocido, “Catálogo de Elementos Constructivos”.

Para ello, con la tabla adjunta se elige la aplicación y la zona climática correspondiente al emplazamiento. En nuestro caso, la aplicación será Fachada (Aislamiento por el exterior) y la Zona A, mostrándonos un espesor mínimo de 3 cm que cumple los requisitos del CTE.

Por tanto, para obtener el valor de la transmitancia térmica, aplicamos la siguiente fórmula:

$$U = \frac{1}{0,38 + 3,03} = 0,29 \frac{W}{m^2k}$$

Lo segundo que hay que tener en cuenta es el grado de incidencia de calor directo que aporta el Sol al cerramiento. Mediante el software online PVGIS, se puede pronosticar en el peor de los casos:

- El día más caluroso del año.
- Las horas solares de mayor incidencia solar. Véase Tabla 13:

Hora	DNI <sub>c</sub>	Hora	DNI <sub>c</sub>
12:22	850	15:37	741
12:37	849	15:52	721
12:52	847	16:07	699
13:07	843	16:22	674

13:22	839	16:37	646
13:37	834	16:52	615
13:52	827	17:07	580
14:07	819	17:22	540
14:22	810	17:37	494
14:37	800	17:52	442
14:52	788	18:07	381
15:07	774	18:22	312
15:22	758	18:37	233
		18:52	151

Tabla 13. Tabla de irradiancia media solar diaria.

Siendo:

- $DNI_c$ : Irradiancia normal directa a cielo abierto ( $W/m^2$ )

Con esto conseguimos sobredimensionar la carga térmica sobre el cerramiento, situándonos en el peor de los casos, para poder obtener un equipo que pueda cubrir con las necesidades exigidas.

Como se ve en la Tabla 13, se albergan 27 valores de  $DNI_c$  apilados en 7 horas donde se considera que el Sol emite mayor cantidad de energía. Por tanto el valor de irradiancia directa a cielo abierto:

$$DNI_c = 621,62 \left( \frac{Wh}{m^2 \text{ día}} \right)$$

De este modo ya se tiene la cantidad de energía que incidirá en el cerramiento.

Para la cara sur del complejo, se tendrá la mayor cantidad de  $DNI_c$ :

$$Q_s = S * DNI_c * U = 51,08 * 621,62 * 0,29 = \mathbf{9208,18 Wh/día}$$

Para los demás casos, la cantidad de irradiancia directa cielo abierto no será la misma, así que solo tomaremos el valor para una cara. Por ejemplo para la oeste del complejo, se tendrá en cuenta que la incidencia será de un 40% menos de DN<sub>ic</sub> sobre el cerramiento:

$$Q_w = S * DN_{ic} * U = 118,08 * 372,97 * 0,29 = \mathbf{12771,69 Wh/día}$$

El calor resultante generado por transmisión a través de las paredes será de:

$$Q_{pared} = 9208,18 + 12771,69 = \mathbf{21,98 kWh/día}$$

### 2.16.3.1.2 Calor sensible generado por las personas dentro del complejo

La formula a aplicar será:

$$Q_{personas} = n * Os$$

Donde:

- **n:** Ocupación del local (personas)
- **Os:** Calor sensible emitido por las personas (W/persona)

Los datos de la densidad de ocupación para nuestro complejo han sido extraído del “DB SI Seguridad en caso de incendios, en la Sección SI 3 del apartado: Cálculo de evacuación.”

Véase Tabla 14:

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
<b>Pública concurrencia</b>	Zona de público en gimnasio, con aparatos	5
	Salas de espera (recepción)	2
	Vestuario	2
	Oficina	10
	Cuarto de instalaciones eléctricas	Ocupación nula. Sólo para mantenimiento.
	Cuarto de instalaciones para ACS	Ocupación nula. Sólo para mantenimiento.

Tabla 14. Tablas de densidades, correspondiente del DB SI Seguridad en caso de evacuación

Se ha considerado que indistintamente de la actividad que lleve a cabo cada persona, la temperatura del recinto es de 24°C, tal como se ha fijado de temperatura interior, en el apartado anterior, cumpliendo así con el CTE HE3, ITE 1.1.4.1.2.

Como el complejo goza de diferentes zonas y de gran variedad de actividades, en este apartado se calculará el calor sensible generado por las personas que ocupan las diversas zonas. Por ello, la siguiente tabla clasifica el calor sensible en función de la actividad que se realiza y la temperatura. Véase Figura 4:

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Figura 4. Tabla de calor latente y sensible desprendido por persona, según la actividad.

El calor sensible generado por las personas, se resume en la siguiente cuadro, véase Tabla 15:

ZONA DEL COMPLEJO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	OCUPANTES (m <sup>2</sup> /persona)	ACTIVIDAD	CALOR SENSIBLE (W)	CARGA TÉRMICA (W)
Cardiovascular y musculación	185,66	5	Persona que baila	95	3527,54
Oficina	7,285	10	Oficinista	60	60
Sala clases	57,45	5	Persona que baila	95	1091,55
Recepción	18,557	2	Sentado en	60	556,71

			reposo		
<b>Vestuario masculino</b>	27,423	2	Sentado en reposo	60	822,69
<b>Vestuario femenino</b>	22,31	2	Sentado en reposo	60	669,3
					<b>6727,79</b>

Tabla 15. Calor sensible generado por las personas en el interior del gimnasio

Por tanto, el calor sensible generado por las personas será de:

$$Q_{\text{personas}} = 6727,79W$$

### 2.16.3.1.3 Calor sensible generado por la iluminación.

La formula a utilizar será:

$$Q_{\text{lum}} = 1,25 * I$$

Siendo:

- **I**: Potencia de la luminaria
- **1,25**: Factor de dimensionamiento, debido a que no se trata de luminarias incandescentes.

La siguiente tabla agrupa la zona alumbrada, la potencia de luminaria LED, la cantidad que se utilizan en cada lugar y la carga térmica equivalente. Véase Tabla 16:

<b>ZONA DEL COMPLEJO</b>	<b>Potencia luminaria (W)</b>	<b>CANTIDAD LUMINARIAS</b>	<b>CARGA TÉRMICA (W)</b>
<b>Cardiovascular y musculación</b>	24	36	1080
<b>Oficina</b>	70	2	175
<b>Sala clases</b>	70	6	525



<b>Recepción</b>	24	4	120
<b>Pasillo</b>	15	8	150
<b>WC minusválido</b>	51	1	63,75
<b>Cuarto instalaciones eléctricas</b>	57	1	71,25
<b>Cuarto instalaciones ACS</b>	57	1	71,25
<b>Vestuario masculino</b>	17	7	256,25
	21,5	4	
<b>Vestuario femenino</b>	17	6	235
	21,5	4	
			<b>2746,75</b>

Tabla 16. Calor sensible generado por luminarias en el interior del gimnasio.

Por tanto, la suma total de todo el calor generado por las luminarias de cada zona será de:

$$Q_{lum} = 2746,75W$$

#### 2.16.3.1.4 Calor sensible procedente de la ventilación

Por medio de la siguiente ecuación:

$$Q_{sv} = 0,34 * f * Vv * AT$$

Donde:

- **f**: Factor de by pass (adimensional)
- **Vv**: Caudal volumétrico de ventilación (m<sup>3</sup>/h)

- $\Delta T$ : Salto térmico (°C)

El factor de by pass es un coeficiente de la batería de refrigeración. Generalmente adopta el valor de 0,25.

El caudal volumétrico de ventilación dependerá de la calidad del aire interior. Para ello, se emplea el método indirecto de caudal de aire exterior por persona, de acuerdo con las especificaciones del R.I.T.E. Como se comentó en apartados anteriores, la categoría del aire interior irá en función del uso del edificio. Como la instalación se trata de un gimnasio, se le adjudica la IDA 3.

Lo que refiere al salto térmico, se trata de la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior.

Concluyendo, se sustituye los respectivos valores en la fórmula, tenemos que el calor sensible por aire de ventilación es:

$$Q_{sv} = 0,34 * 0,25 * \frac{28,8m^3}{h} * 7,3 = 17,87W$$

$$Q_{sv} = 17,87W$$

### 2.16.3.2 CARGAS TÉRMICAS LATENTES.

#### 2.16.3.2.1 Calor latente generado por las personas dentro del complejo.

La fórmula a aplicar será:

$$Q_{personas} = n * O_L$$

Donde:

- **n**: Ocupación del local (personas)
- **O<sub>L</sub>**: Calor latente emitido por las personas (W/persona)

El desarrollo del cálculo del calor latente emitido por las personas es muy similar a su homóloga sensible, diferenciándose únicamente en el dato de calor emitido por personas, que en este caso será latente y no sensible.

La siguiente tabla, clasifica el calor latente en función de la actividad realizada y de la temperatura. Véase Figura 5:

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Figura 5. Tabla de calores latentes en función de la actividad y de la temperatura.

La temperatura que se presupone es la de ambiente en el interior del gimnasio,  $T=24\text{ °C}$ , tal y como se ha fijado en el apartado “1. Determinación de las condiciones del proyecto”.

El calor latente generado por las personas, se resume en la siguiente cuadro, véase Tabla 16:

ZONA DEL COMPLEJO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	OCUPANTES (m <sup>2</sup> /persona)	ACTIVIDAD	CALOR SENSIBLE (W)	CARGA TÉRMICA (W)
Cardiovascular y musculación	185,66	5	Persona que baila	155	5755,46
Oficina	7,285	10	Oficinista	50	50
Sala clases	57,45	5	Persona que baila	155	1780,95

<b>Recepción</b>	18,557	2	Sentado en reposo	30	278,355
<b>Vestuario masculino</b>	27,423	2	Sentado en reposo	30	411,345
<b>Vestuario femenino</b>	22,31	2	Sentado en reposo	30	334,65
					<b>8610,76</b>

Tabla 16. Tabla de calor latente generado por las personas en el interior del gimnasio.

Por tanto, el calor latente generado por las personas dentro del complejo será de:

$$Q_{personas} = 8610,76W$$

#### 2.16.3.2.2 Calor latente producido por el aire de ventilación.

Por medio de la siguiente ecuación:

$$Q_{lv} = 0,84 * f * V_v * \Delta W$$

Donde:

- **f**: Factor de by pass (adimensional)
- **V<sub>v</sub>**: Caudal volumétrico de ventilación (m<sup>3</sup>/h)
- **ΔW**: Diferencia de humedades absolutas (gw/kg)

El factor de by pass es un coeficiente de la batería de refrigeración. Generalmente adopta el valor de 0,25.

El caudal volumétrico de ventilación, como se explicó para el cálculo sensible, la calidad del aire interior será IDA 3, se tomará un valor de 28,8 m<sup>3</sup>/h, de acuerdo con lo establecido en el R.I.T.E.

Lo que refiere a la diferencia de humedades absolutas (ΔW), ha sido desarrollado en el punto: “1.Determinación de las condiciones del proyecto, diferencia de humedades absolutas”. Dicho valor es de 2,8 gw/kg.

Concluyendo, si se sustituye los respectivos valores en la fórmula, tenemos que el calor latente por aire de ventilación es:

$$Q_{sv} = 0,84 * 0,25 * \frac{28,8m^3}{h} * 2,8 = 16,93W$$

Por tanto, el calor latente generado por el aire de ventilación será de:

$$Q_{lv} = 16,93W$$

#### 2.16.4 Elección de equipo climatizador

Lo primero que se debe hacer es sumar todas las cargas térmicas, tanto sensibles como latentes, dando lugar a valor equivalente ( $Q_{\text{climatizador}}$ ), véase Tabla 17:

<b>CARGAS TÉRMICAS</b>	<b>SENSIBLE (Kw)</b>	<b>LATENTE (kW)</b>	<b><math>Q_{\text{climatizador}}</math></b>
Cerramientos	21,98	-	21,98
Luminarias	6,73	-	6,73
Personas	2,75	8,61	11,36
Aire ventilación	0,018	0,017	0,035
			<b>40,11</b>

Tabla 17. Tabla resumen de todas cargas térmicas.

$$Q_{\text{climatizador}} = 40,11 \text{ kW}$$

Recordar que este valor de 40,11 kW, ha sido calculado bajo las peores condiciones: situación del mes y hora solar donde la irradiación solar y las temperaturas son las más altas del año, por lo que para que cualquier día del año el equipo que escojamos cumplirá de sobra con cualquier situación.

Se elegirá como sistema de climatización, plantas de enfriadoras de agua por ciclo de absorción de simple efecto con bromuro de litio y agua, alimentado por agua caliente. La marca utilizada será YAZAKI. Para elegir la unidad adecuada hay que basarse en la capacidad frigorífica que dispone cada modelo. A continuación se muestra una tabla de especificaciones con características de las unidades. Véase Figura 6:


<b>TABLA ESPECIFICACIONES UNIDADES POR AGUA CALIENTE</b>						
		Unidad de medida	MODELOS			
			WFC-SC10	WFC-SC20	WFC-SC30	
Capacidad frigorífica		kW	35,0	70,0	105,0	
Agua refrigerada	Temperatura agua refrigerada	entrada	12,5			
		salida	7			
	Pérdida de carga evaporador	kPa	56,1	65,8	70,1	
	Presión estática máxima	kPa	588			
	Caudal de agua	l/s	1,53	3,06	4,58	
Volumen de agua contenido		l	17	46	72	
Agua de enfriamiento (torre)	Calor a disipar		kW	85,5	171,0	256,0
	Temperatura	entrada	31,0			
		salida	35,0			
	Pérdida de carga absorb/cond.		kPa	85,3	45,3	46,4
	Factor ensuciamiento		kW/h/K/m <sup>2</sup>	0,086		
	Presión estática máxima		kPa	588		
	Caudal de agua		l/s	5,1	10,2	15,3
Volumen de agua contenido		l	66	124	171	

Figura 6. Tabla de especificaciones de unidades por agua caliente.

El modelo elegido pertenece a la serie WFC SC, escogiendo la unidad intermedia WFC SC20. Con una capacidad frigorífica de 70 kW, será la unidad que se encargará de climatizar el interior del gimnasio.

Esta capacidad frigorífica es más que suficiente para cubrir con los cálculos llevados a cabo anteriormente, debido a que no se va a trabajar prácticamente nunca a un 100% del rendimiento sino entre un 70 u 80%.

Un dato a tener en cuenta, es que estas unidades deben estar equipadas con torres de refrigeración. Como se indica en la Figura 6, la torre correspondiente para que el equipo de absorción WFC SC20 tenga que cubrir dichas características técnicas. La ubicación del equipo de absorción y la torre correspondiente se localizarán en la cubierta Norte, se muestra en el Plano de planta de equipos sobre cubierta, anexo al presente proyecto.

Uno de los problemas de esta instalación, es que al equipar con torres de refrigeración se disipa una gran cantidad calor. Para evitar posibles problemas con dispersarlo por aire pudiendo atentar contra la normativa vigente, una solución dentro del ámbito del aprovechamiento energético, es utilizar ese calor sobrante para precalentar el agua de los depósitos de ACS.

Se usa el término precalentar porque con el calor de disipación no se puede llegar a calentar el agua a el valor de referencia según el DB HE-4, los 60° C, pudiendo a lo sumo llegar a una temperatura de 34°C, tal y como se muestra en la Figura 6.

## **2.17 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA**

### **2.18.1 Introducción**

A continuación se realizarán los cálculos para el dimensionamiento de la instalación solar térmica o ACS. Se llevará a cabo un proceso de operaciones para estimar la cantidad energética que demandará la instalación durante el año, haciendo gran hincapié en que durante los meses de verano es donde se produce mayor afluencia de abonados al complejo ocupando el aforo completo y por consiguiente, exigiendo una mayor demanda de ACS.

Por tanto, se realizarán los cálculos de superficie de captación sobre cubierta con la inclinación idónea de acuerdo con las pautas previamente descritas, y un estudio para la cobertura energética que verifique la viabilidad de la instalación.

### **2.18.2 Cálculo de necesidades de consumo en la instalación de ACS.**

Dicha demanda viene dada por el consumo diario y las temperaturas de preparación y de agua fría. En la siguiente tabla se establecen los consumos en función de la actividad, según el DB HE-4. Véase Figura 7:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Figura 7. Tabla de criterios de demanda de referencia a 60°C.

El criterio que se debe seguir es el de “vestuarios/duchas colectivas” con lo que se prevé un consumo de 15 litros por servicio. Un dato importante es la temperatura, tomando como referencia 60°C.

Por tanto, la demanda de ACS será:

$$\text{Consumo total} = n^{\circ} \text{ usuarios} * \text{consumo medio diario}$$

$$\text{Consumo total} = 150 * 15 = 2250 \text{ litros ACS/día}$$

Se utilizará dos depósitos, de 2000 y 1000 litros, para el consumo ACS del gimnasio. Posteriormente se justificará su uso.

### 2.17.3 Número de captadores y área de captación.

Partiendo que inicialmente el diseño de la instalación, se establece con un consumo total de 3000 litros (para el caso más desfavorable) y que la capacidad de cada uno de los captadores es de 350 litros/unidad, como se explica en la Memoria Descriptiva. Se deduce:

$$\text{Número total de captadores} = \frac{\text{Consumo total}}{\text{capacidad del captador}}$$



$$\text{Número total de captadores} = \frac{3000 \text{ litros}}{350 \text{ litros}} = 9 \text{ captadores}$$

Para calcular la superficie de captación que se situará sobre la cubierta del gimnasio será necesario el número de captadores y la superficie útil de captación solar. Como se muestra a continuación:

$$\text{Superficie captación total} = N^{\circ} \text{ captadores} * S_{\text{superficie útil del captador}}$$

$$\text{Superficie captación total} = 9 * 2,23 \text{ m}^2 = 13,38 \text{ m}^2$$

#### 2.17.4 Separación entre filas de los captadores solares.

Una instalación inapropiada de captadores solares colocados en filas paralelas puede generar sombras que se proyecten sobre otras superficies de captación provocando una pérdida de rendimiento de la instalación. Para corregir estos problemas se calculará la distancia mínima necesaria entre filas de captadores que asegure la ausencia de sombras.

La distancia entre filas de captadores solares se establece de forma que para el medio día solar del día más desfavorable, es decir cuando la altura solar es mínima (solsticio de invierno, 21 diciembre):

$$D_{min} = l \cdot \left( \cos \beta + \frac{\sin \beta}{\tan H_s} \right)$$

Siendo:

- $D_{min}$ : la distancia mínima entre captadores para evitar sombras (m)
- $l$ : longitud del captador (incluyendo el marco y el soporte correspondiente) (m)
- $H_s$ : altura solar en el medio día del mes más desfavorable (solsticio de invierno) (m)
- $\beta$ : inclinación de los colectores respecto a la horizontal. (°)

Para la distancia mínima entre las baterías de captadores será de:

$$D_{min} = 2,07 \cdot \left( \cos 25 + \frac{\sin 25}{\tan 38,5} \right) = 2,97 \text{ m}$$

NOTA:  $H_s = (90^\circ - \text{latitud}^\circ) - 23,5^\circ = 38,5^\circ$

### 2.18.5 Sistema de acumulación.

Un acumulador es el sistema de almacenamiento de la energía generada. Lo ideal en el sistema sería hacer coincidir el consumo diario con el volumen del depósito ya que con la radiación solar y el aporte de energía no coincide con la demanda. Para ACS, el CTE con DB HE-4 marca que la relación de ajuste para definir el depósito de acumulación está relacionado con el número de captadores que producirán energía en la instalación:

$$50 < V/S < 180$$

Donde:

- V es el volumen de acumulación en litros
- A la superficie en  $m^2$  del total de captadores

Por conclusión se dispondrán dos depósitos, de 1000 y 2000 litros, para cumplir con la exigencia del CTE.

Acumulador 1:  $50 < 74,7 < 180$

Acumulador 2:  $50 < 149,5 < 180$

### 2.18.6 Sistema de generación

El sistema de captación de energía solar estará compuesto de paneles de tubo de vacío, por su mayor alcance de temperatura. Este tipo de panel, formado por colectores lineales alojado en tubos de vidrio al vacío, permite una mayor captación de calor gracias al alto aislamiento de esto con respecto de los captadores convencionales planos. Además obtienen un 35% de pérdidas menos.

Según el criterio del llevado a cabo anteriormente, se deberá dotar a la instalación de una

superficie mínima de 13,38 m<sup>2</sup>, por lo que se hará uso de 9 paneles solares de dimensiones 1145x2070x90 mm colocados en paralelo y conectados en serie con el objetivo de conseguir una mayor temperatura.

### 2.18.7 Cálculo de la demanda energética.

Para el dimensionado de las instalaciones con energía térmica el IDAE sugiere el método, F-Chart, que permite realizar el cálculo estimando la contribución que aporta el calor solar para cubrir las cargas térmicas que se generan además de obtener un rendimiento medio en un largo período de tiempo.

Para desarrollar este método se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento como nuestro complejo deportivo, mediante captadores solares de tubo vacío.

Lo primero que se debe de tener en cuenta para realizar el cálculo es situar la zona climática donde se encuentra el emplazamiento la instalación. Como bien recoge el Documento de Apoyo del DB HE-4, el municipio de Candelaria pertenece a la zona climática V.

Con la aplicación online PvGis, se obtiene la irradiación global. Esta tabla está recogida en el Anexo Cálculos de instalación solar térmica. Véase Tabla 18:

MES	$I_{opt}$	$H_h$	$DNI$	$H_{opt}$	$H_{mensual}$
enero	53	3,4	4,07	4,59	142,29
febrero	45	4,24	5,46	5,27	147,56
marzo	31	5,12	4,57	5,7	176,7
abril	16	6,13	5,64	6,24	187,2
mayo	2	6,69	5,91	6,31	195,61
junio	-5	7,5	6,96	6,8	204
julio	-2	7,86	7,73	7,22	223,82
agosto	10	7,06	6,95	6,96	215,76

<b>septiembre</b>	26	5,69	5,41	6,16	184,8
<b>Octubre</b>	40	4,47	4,66	5,35	165,85
<b>Noviembre</b>	51	3,48	4,05	4,57	137,1
<b>Diciembre</b>	55	3,14	3,58	4,26	132,06
<b>Promedio anual</b>	25	5,4	4,24	5,79	176,06
<b>TOTAL ANUAL</b>					<b>2.332,35</b>

Figura 18. Irradiación global del emplazamiento.

Los datos que se muestran en la Tabla 18, mediante una acumulación mensual, significan:

- $H_h$ : Irradiación sobre plano horizontal ( $\text{kWh/m}^2/\text{día}$ )
- $H_{opt}$ : Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima ( $\text{kWh/m}^2/\text{día}$ )
- $I_{opt}$ : Inclinación óptima (grados)
- $DNI_c$ : Irradiación directa normal ( $\text{kWh/m}^2/\text{día}$ )
- $H_{mensual}$ : Es el valor medio mensual de irradiación recibida en ángulo óptimo ( $\text{kWh/m}^2$ )

Estos parámetros conseguidos por la aplicación, PvGis, servirán para posteriores operaciones en el desarrollo del dimensionado de la instalación.

#### 2.18.7.1 Cálculo de la demanda energética para ACS.

La actividad que se genera en una instalación deportiva, conlleva un consumo de ACS y una energía anual que se encarga de calentar el agua desde la temperatura de la red hasta la temperatura de uso.

Una vez determinado el volumen de agua que consumirán los usuarios, será necesario calcular la energía anual para aumentar la temperatura, anteriormente mencionada. Antes de averiguar dicha magnitud, primero se obtendrá el salto térmico mediante la expresión:

$$\Delta t = t_{red} - t_{uso}$$

Siendo:

- $t_{red}$  : temperatura del agua caliente de consumo (60°C)
- $t_{red}$  : temperatura a la que llega el agua de la red de distribución

La siguiente tabla contiene la temperatura diaria media mensual de agua fría para su uso en el cálculo de la demanda de ACS a temperaturas de cálculo de 60°C, según el CTE. Véase Tabla 19:

	Temperatura de agua en la red °C	Salto térmico
<b>Enero</b>	15	45
<b>Febrero</b>	15	45
<b>Marzo</b>	16	44
<b>Abril</b>	16	44
<b>Mayo</b>	17	43
<b>Junio</b>	18	42
<b>Julio</b>	20	40
<b>Agosto</b>	20	40
<b>Septiembre</b>	20	40
<b>Octubre</b>	18	42
<b>Noviembre</b>	17	43
<b>Diciembre</b>	16	44
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>17</b>	<b>43</b>

Tabla 19. Tabla con temperaturas medias mensuales donde se refleja el salto térmico.

Conociendo el volumen de agua consumida y el salto térmico que se produce se puede calcular la demanda de energía mensual requerida mediante la expresión:

$$Q = V \times m \times C_e \times \Delta_t$$

Donde:

- **Q:** Energía requerida o demandada
- **V:** Volumen de ACS consumido en litros.
- **m:** masa del agua en gramos (1kg = 1litro).
- **Ce:** Calor específico del agua (4187 J/kg °C).
- **Δt:** Salto Térmico ( $t_{red} - t_{uso}$ )

Por tanto, la energía demandada mensual será, véase Tabla 20:

<b>MES</b>	<b>Energía demandada (Kwh/mes)</b>
<b>Enero</b>	157,0
<b>Febrero</b>	157,0
<b>Marzo</b>	153,5
<b>Abril</b>	153,5
<b>Mayo</b>	150,0
<b>Junio</b>	146,5
<b>Julio</b>	139,6
<b>Agosto</b>	139,6
<b>Septiembre</b>	139,6
<b>Octubre</b>	146,5
<b>Noviembre</b>	150,0
<b>Diciembre</b>	153,5
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>1786,3</b>

Tabla 20. Demanda energética mensual

### 2.18.7.2 Contribución Solar Mínima de ACS

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. La siguiente tabla, recogida del CTE DB HE-4, indica para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual, considerándose el caso de efecto Joule. Es decir, la fuente de apoyo sea la electricidad mediante efecto Joule. Véase Figura 8:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Figura 8. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule.

Por lo que respecta al emplazamiento del complejo deportivo y como se ha mencionado anteriormente, le corresponde la zona climática V. Por tanto, una contribución solar anual o fracción solar del 70%.

Entonces la demanda mínima a cubrir con el sistema solar debe ser:

$$\text{Contribución Solar Mínima (CSM)} = f \times \text{Energía Demandada anual}$$

$$CSM = 0,70 \times 1786,3 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} = 1250,4 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}$$

### 2.18.7.3 Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación

La desviación del plano de captación respecto al sur supone pérdidas en la cantidad de radiación que incidirá sobre éste, siendo mayor esta pérdida cuando mayor es la desviación. Por tanto se ha elegido la orientación SUR, es decir, azimut en 0°. Se ha determinado una inclinación de 25° para obtener el mejor rendimiento tanto en invierno como en verano.

Para calcular la eficiencia en el sistema de captación se ha procedido a calcular las posibles pérdidas ocasionadas por los ángulos de inclinación y Azimut, según lo establece el DB HE-4 apartado 3. Mediante el siguiente diagrama, véase Figura 9:

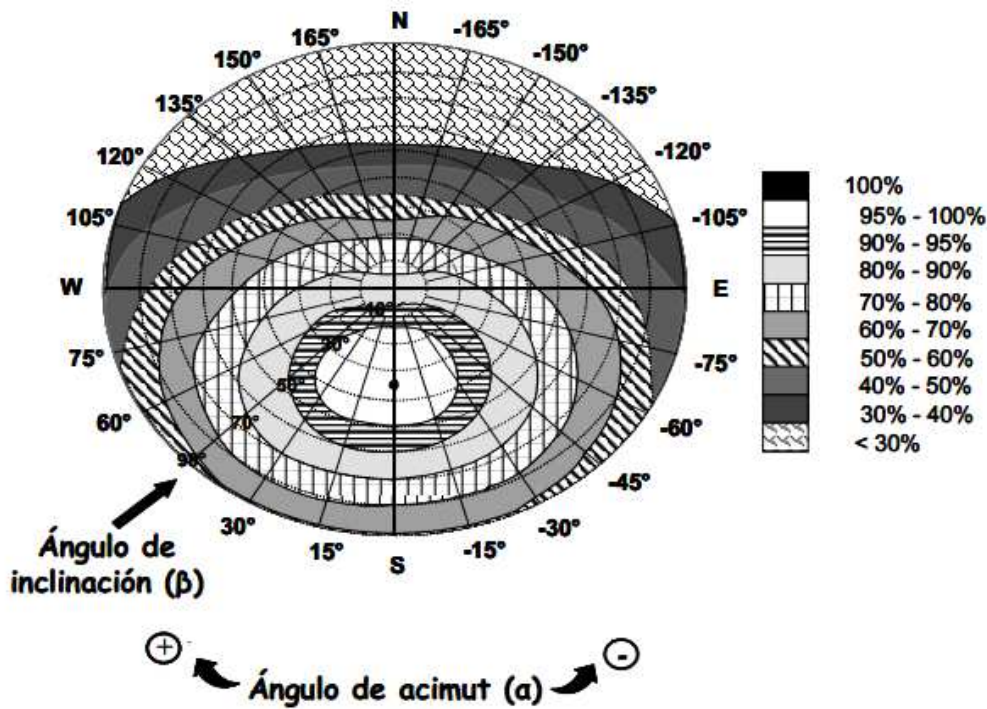


Figura 9. Porcentaje de energía como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación de los paneles.

Para una instalación de tipo general las pérdidas permitidas por inclinación y orientación serán del 10%, lo que corresponde con a la región del 90% - 95% en el diagrama, teniendo en cuenta esto y el azimut los valores límites de inclinación son:

- Inclinación máxima =  $60^\circ$
- Inclinación mínima =  $7^\circ$

Si se corrige estos valores para la latitud del lugar donde esta ubicada la instalación se muestra que:

- **Inclinación máxima** =  $60^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 47^\circ$ .



- **Inclinación mínima** =  $7^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = -6^\circ$ , este valor está fuera de rango y se toma, por tanto la inclinación mínima  $0^\circ$ .

De esta manera queda justificada la inclinación de  $25^\circ$ , cumpliendo así los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

#### 2.18.7.4 Cálculo de las pérdidas por sombras

No se prevén pérdidas por sombras en esta instalación ya que no hay ninguna infraestructura que obstaculice la incidencia del Sol sobre el campo de captación solar.

#### 2.18.7.5 Radiación solar incidente sobre el plano de captadores

La radiación solar diaria sobre una superficie inclinada se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$G_{dm}(\beta) = k * G_{hdm}(0^\circ)$$

Siendo:

- **K**: factor de corrección de inclinación.
- **G<sub>hdm</sub>**: es la radiación solar media de los captadores.

La siguiente tabla muestra la radiación solar media correspondiente a la cantidad de energía por unidad de superficie horizontal. Véase Tabla 21:

MES	G <sub>hdm</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /día)
enero	3,338
febrero	4,130
marzo	5,589
abril	6,224

<b>mayo</b>	7,164
<b>junio</b>	7,517
<b>julio</b>	7,853
<b>agosto</b>	7,064
<b>septiembre</b>	5,590
<b>octubre</b>	4,406
<b>noviembre</b>	3,316
<b>diciembre</b>	2,752

Tabla 21. Radiación media Solar

En la tabla anterior se muestra los datos de radiación en la zona de la instalación en el plano horizontal, según el Instituto Tecnológico de Canarias.

La extrapolación de la radiación global horizontal a la radiación global en el plano de captación se realiza utilizando las tablas de correlaciones típicas de radiación difusa / radiación directa. Para ello se toman tablas de corrección para orientación e inclinación. Se multiplica los datos por el “Factor K” para superficies inclinadas. Todos estos datos se encuentran en el Pliego de Condiciones Técnicas de baja temperatura.

El factor K se obtendrá de la tabla para una latitud de 28° e inclinación de 25°. Véase Figura 10:

LATITUD = 28°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,05	1,04	1,03	1,01	1	1	1	1,02	1,03	1,05	1,06	1,06
10	1,1	1,08	1,05	1,02	1	0,99	1	1,02	1,06	1,1	1,12	1,12
15	1,14	1,11	1,07	1,02	0,99	0,98	0,99	1,03	1,08	1,13	1,17	1,17
20	1,17	1,13	1,08	1,02	0,97	0,95	0,97	1,02	1,09	1,16	1,21	1,21
25	1,2	1,15	1,08	1	0,95	0,93	0,95	1,01	1,09	1,19	1,25	1,24
30	1,22	1,15	1,07	0,98	0,92	0,89	0,92	0,99	1,09	1,2	1,27	1,27
35	1,23	1,16	1,06	0,96	0,88	0,85	0,88	0,96	1,08	1,21	1,29	1,29
40	1,24	1,15	1,04	0,92	0,84	0,8	0,84	0,93	1,06	1,21	1,3	1,3
45	1,23	1,14	1,01	0,89	0,79	0,75	0,79	0,89	1,04	1,2	1,3	1,3
50	1,22	1,12	0,98	0,84	0,73	0,69	0,73	0,84	1	1,18	1,3	1,3
55	1,2	1,09	0,94	0,79	0,68	0,63	0,67	0,79	0,96	1,15	1,28	1,28
60	1,18	1,05	0,9	0,73	0,61	0,57	0,61	0,73	0,92	1,12	1,26	1,26
65	1,14	1,01	0,85	0,67	0,55	0,5	0,54	0,67	0,86	1,08	1,22	1,23
70	1,1	0,97	0,79	0,61	0,48	0,42	0,47	0,6	0,81	1,03	1,18	1,19
75	1,06	0,91	0,73	0,54	0,4	0,35	0,39	0,53	0,74	0,97	1,14	1,15
80	1	0,86	0,66	0,47	0,33	0,27	0,32	0,46	0,67	0,91	1,08	1,1
85	0,94	0,79	0,59	0,39	0,25	0,19	0,24	0,38	0,6	0,84	1,02	1,04
90	0,88	0,72	0,52	0,32	0,17	0,11	0,16	0,31	0,53	0,77	0,95	0,98

Figura 10. Tabla para establecer el factor de corrección de inclinación, K.

La energía solar mensual incidente,  $E_{mes,i}$ , se obtiene sin más que multiplicando la irradiación diaria de cada mes por el número de días:

$$E_{mes,i} = G_{dm}(\beta) * N_{días,mes}$$

El resultado de las operaciones se muestra a continuación. Véase Tabla 22:

MES	G <sub>hdm</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /día)	Factor K	G <sub>dm</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /día)	E <sub>mes,i</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /mes)
enero	3,338	1,20	4,000	124,00
febrero	4,130	1,10	4,543	127,20
marzo	5,589	1,08	6,036	187,12
abril	6,224	1,00	6,224	186,72
mayo	7,164	0,95	6,806	188,66
junio	7,517	0,93	6,991	209,73
julio	7,853	0,95	7,460	231,26

<b>agosto</b>	7,064	1,01	7,135	221,18
<b>septiembre</b>	5,590	1,09	6,093	182,79
<b>octubre</b>	4,406	1,19	5,243	162,53
<b>noviembre</b>	3,316	1,25	4,145	124,35
<b>diciembre</b>	2,752	1,24	3,412	105,77
<b>ANUAL</b>	<b>64,943</b>	<b>13,99</b>	<b>68,088</b>	<b>2051,31</b>

Tabla 22. Valores diarios de radiación solar y energía solar mensual incidente.

En la tabla anterior se obtiene la radiación solar en el plano de los captadores solares de la instalación de ACS. Dicho valores se obtienen debido a la inclinación de 25° y una orientación de 28°.

#### 2.18.7.6 Energía Solar útil

Otro factor a tener en cuenta son las horas solares útiles en el que la instalación está bajo la incidencia solar.

Este dato lo proporciona el Instituto Tecnológico de Canarias, cuyo documento Excel se encuentra en el Anexo *Cálculo de instalación solar térmica*. La siguiente tabla muestra las horas de Sol totales de cielo despejado, expresadas en horas/día. Véase Tabla 23:

<b>MES</b>	<b>Horas sol útil</b>
<b>Enero</b>	9,8
<b>Febrero</b>	10,6
<b>Marzo</b>	11,4
<b>Abril</b>	12,3

<b>Mayo</b>	12,6
<b>Junio</b>	13,2
<b>Julio</b>	12,7
<b>Agosto</b>	12,3
<b>Septiembre</b>	11,6
<b>Octubre</b>	10,6
<b>Noviembre</b>	10,0
<b>Diciembre</b>	9,7
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>11,4</b>

Tabla 23. Horas de sol útil, según el ITC.

Con estos datos se puede calcular la irradiancia media que presenta la instalación de ACS. Véase Tabla 24:

<b>MES</b>	<b>Ghdm (kWh/m<sup>2</sup>/día)</b>	<b>Factor K</b>	<b>Gdm (kWh/m<sup>2</sup>/día)</b>	<b>Horas sol útil (horas/día)</b>	<b>Irridancia media (W/m<sup>2</sup>)</b>
<b>enero</b>	3,338	1,20	4,000	9,8	408,16
<b>febrero</b>	4,130	1,10	4,543	10,6	428,58
<b>marzo</b>	5,589	1,08	6,036	11,4	529,47
<b>abril</b>	6,224	1,00	6,224	12,3	506,02
<b>mayo</b>	7,164	0,95	6,806	12,6	540,16
<b>junio</b>	7,517	0,93	6,991	13,2	529,62
<b>julio</b>	7,853	0,95	7,460	12,7	587,40

<b>agosto</b>	7,064	1,01	7,135	12,3	580,08
<b>septiembre</b>	5,590	1,09	6,093	11,6	525,26
<b>octubre</b>	4,406	1,19	5,243	10,6	494,62
<b>noviembre</b>	3,316	1,25	4,145	10,0	414,5
<b>diciembre</b>	2,752	1,24	3,412	9,7	351,75
<b>ANUAL</b>	<b>64,943</b>	<b>13,99</b>	<b>68,088</b>	<b>11,4</b>	

Tabla 24. Irradiancia media mensual destinada para ACS

### 2.18.7.7 Rendimiento del captador

Las placas solares no son capaces de aprovechar la totalidad de la energía sobre ellos, esto se debe al rendimiento. Para conocer el rendimiento se deben conocer las características del captador y las pérdidas de calor en los elementos que forman el circuito.

Siendo más específicos, del total de radiación que incide sobre el captador, una parte se pierde por reflexión y absorción en el vidrio de la cubierta y el resto es captado. La energía captada produce un calentamiento y por tanto una parte de esta energía se transfiere hacia el ambiente en forma de radiación.

La proporción de radiación aprovechada por el captador respecto la radiación aprovechable queda definida por el rendimiento del captador. El rendimiento no es un valor fijo, ya que depende de factores que varían durante su funcionamiento, como la temperatura media del captador, la temperatura ambiente y la intensidad de radiación solar.

Sin embargo, lo que interesa saber es qué rendimiento se podrá obtener de la instalación de paneles solares, independientemente de cuál se use. Por tanto, el rendimiento estacional dependerá del grado de inclinación (25°) y se calcula de la siguiente manera:

$$\eta = \frac{DNI}{H_{opt}}$$

Donde:

$$\eta = \frac{4240}{5790} \cdot 100 = 73,33\%$$

Dichos valores han sido recogidos de la Tabla 20, en el apartado 2.17.8 *Cálculo de la demanda energética*.

#### **2.18.7.8 Estimación de coste mínimo de inversión**

Una vez realizado el estudio del diseño de la instalación térmica, desde el punto de vista estructural, se puede establecer un coste mínimo de inversión.

Según el precio unitario de cada captador que es de 788€ y el número de paneles que son 9 supone un coste mínimo de inversión:

$$CI = \text{PVP del panel} \cdot \text{Número de Paneles}$$

$$CI = 788 \cdot 9 = 7092 \text{ €}$$

Siendo:

- CI: coste mínimo por inversión.

#### **2.17.7.9. Estimación de coste mínimo de operación y mantenimiento**

El coste de mínimo invertido solo se basa en el valor de los captadores, pero para construir una instalación completa se deben de tener en cuenta los costos de operación y de mantenimiento. Esto supone como mínimo un 10% del valor calor calculado anteriormente:

$$COM = CI + 10\% \cdot CI$$

$$COM = 7092 + 10\% \cdot 7092 = 7801,2 \text{ €}$$

Siendo:

- COM: coste de operación y mantenimiento.

## **2.19 INSTALACIÓN DE BICICLETAS ESTÁTICAS PARA AUTOABASTECIMIENTO O CONECTADAS A RED.**

### **2.19.1 Objetivo**

Se trata de una instalación compuesta por bicicletas estáticas equipadas con el material necesario para que mediante el pedaleo se produzca una corriente continua pudiéndose usar para diversos fines.

### **2.19.2 Determinación de las condiciones de la instalación.**

Como se muestra con más detalle, en la Memoria Descriptiva, la situación de las bicicletas se ubicarán en la clase habilitada para diferentes eventos. De modo resumen estas son condiciones que dictaminan los cálculos:

- Se dispondrán de 11 bicicletas adaptadas.
- Las sesiones de cada clase de Spinning será de 1 hora de duración.
- Se ha diseñado un horario con 7 sesiones diarias.
- Apertura de 26 días al mes.

### **2.19.3 Cálculo de contribución energética.**

Un socio del gimnasio es capaz de generar, montado en una bicicleta estática Upcycle Eco-Charger y dependiendo de la cadencia de pedaleo, unos 150 W de manera continua. Si como bien se dijo anteriormente, se disponen de 11 bicicletas para la clase de spinning, por lo que la generación será de:

$$\text{Energía generada} = 11 \text{ bicicletas} \cdot 150 \text{ W} = 1,65 \frac{\text{kWh}}{\text{sesión}}$$

Como durante cada día se ha programado para que se impartan 7 sesiones, la energía generada diaria será:

$$\text{Energía generada, diaria} = 1650 \cdot 7 = 11,55 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$



Si el complejo abre 26 días al mes, la generación mensual será de:

$$\text{Energía generada, mensual} = 11,55 \cdot 26 = 303,3 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

#### 2.19.4 Almacenamiento de la energía generada en baterías.

El cálculo necesario para el dimensionado de las baterías capaces de almacenar la energía generada por la clase de Spinning, se establece de la siguiente manera.

La potencia total generada por las 11 bicicletas durante las 7 sesiones diarias es de 11,55 kWh. Este valor es en el supuesto de que durante las todas las clases el aforo está lleno, pero esto casi siempre no es así. Es decir, que durante algunas sesiones pueden ir 5 ó 6 personas y en otras las 11.

Por ello, se debe contar con un factor o coeficiente de utilización de las bicicletas de 50% como media.

$$\text{Potencia generada, real} = 11,55 \text{ kWh} \cdot 0,5 = 5,775 \text{ kWh}$$

Se utilizarán baterías que trabajen a 24V en continua, por lo que la intensidad con la que se almacenarán será de **232,3 A**

#### Elección del equipo cargador.

Haciendo uso del catálogo de Mastervolt, se ha seleccionado el modelo de baterías de Ión de Litio, MLI Ultra 24/5000. Las características más importantes se muestran a continuación, véase Tabla 25:

<b>Modelo</b>	MLI Uultra 24/5000
<b>Voltaje nom. de la batería</b>	26,5 V

<b>Gama de capacidad de la batería</b>	180 Ah
<b>Potencia nom.de la batería</b>	5000 Wh

Tabla 25. Características de la batería MLI Uultra 24/5000.

En conclusión, con dos baterías se cubriría el almacenamiento de la energía producida, e incluso si el coeficiente de utilización aumenta se puede seguir almacenando.

### **2.19.5 Inyección a red**

En la construcción de la instalación de las bicicletas estáticas se ha sopesado el hecho que si sobra energía y ya no es capaz de almacenarse se inyecte a la red. Por este motivo, se ha llevado a cabo todo el cableado y canalizaciones, además de colocar un contador trifásico en la centralización de contadores para dicho uso.

Debido a la problemática que existe por la legislación actual, que impone un canon por la venta de electricidad, no se utiliza esta aplicación hasta que cambien las leyes pertinentes.

Nombre de archivo: memoria justificativa  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:30:00  
Cambio número: 6  
Guardado el: 04/09/2014 21:19:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 6 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:01:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 75  
Número de palabras: 14.227 (aprox.)  
Número de caracteres: 78.250 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

### **3.- Estudio Básico de Seguridad y Salud.**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 4  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:54:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:55:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 1 minuto  
Impreso el: 04/09/2014 22:01:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 41 (aprox.)  
Número de caracteres: 226 (aprox.)

### 3.- ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Introducción.
2. Objeto del estudio básico de seguridad y salud.
3. Datos del proyecto de obra.
4. Normativa de seguridad y salud aplicable.
5. Identificación y valoración de riesgos.
6. Planificación de la acción preventiva.
  - 6.1. Medidas preventivas.
  - 6.2. Equipos de protección individual.
  - 6.3. Botiquín.
7. Coordinador en materia de seguridad y salud.
8. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
9. Presupuesto de seguridad y salud.
10. Libro de incidencias.
11. Obligaciones de los trabajadores.
12. Obligaciones y derechos del empresario.

## 1. Introducción

En cumplimiento de la normativa descrita en el Artículo 4 Apartado 2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y salud, al tratarse de una obra que no cumple con ninguno de los supuestos que se exponen en el Art 4 ap.1.

## 2. Objeto del estudio básico de seguridad y salud

En el presente documento se precisan las normas de seguridad y salud que son aplicables a la obra. Se procede a la identificación de riesgos laborales que deben ser evitados, indicando posteriormente las medidas técnicas necesarias para ello. Los riesgos laborales que no puedan eliminarse precisarán de una serie de medidas preventivas con el objetivo de controlarlos y reducirlos

Además se contemplan las previsiones y las informaciones útiles necesarias para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores. Cumpliendo así lo dispuesto en el artículo 6 ap.3 del Real Decreto 1627/97.

## 3. Datos del proyecto de obra

Su descripción se encuentra detallada en la memoria de dicho Trabajo Fin de Grado.

- **Tipo de obra:** Complejo deportivo.
- **Alcance de la obra:** Instalaciones de Energías Renovables necesarias para el desarrollo del a actividad.
- **Situación:** Candelaria, Santa Cruz de Tenerife.
- **Promotor:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial, Universidad de la Laguna.
- **Proyectista:** Gabriel José Domínguez Betancourt.
- **Presupuesto:**

#### 4. Normativa de seguridad y salud aplicable.

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27 de 31 enero.
- Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE núm. 148 de 21 de junio de 2001.
- Real Decreto 486/97 de 14 de Abril (B.O.E. nº97 de 23/4/1.997) sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización y Seguridad y Salud de los lugares de Trabajo.
- Real Decreto 485/97 de 14 de Abril (B.O.E. nº97 de 23/4/1.997) sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización y Seguridad y Salud en el Trabajo.
- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE núm. 188 de 7 de agosto
- REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. BOE núm. 274 de 13 noviembre
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas. BOE núm. 297 de 11 de diciembre.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el real decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. BOE núm. 33 de 8 de febrero



## 5. Identificación y valoración de riesgos

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra, a los trabajadores de una sección o zona de la obra y a los de un puesto de trabajo determinado.

Además se han contemplado los riesgos derivados de la actividad deportiva en el gimnasio, estableciendo medidas preventivas para reducirlos.

En la identificación de los riesgos se ha utilizado la lista de " Riesgos de accidente y enfermedad profesional ", basada en la clasificación oficial de formas de accidente y en el cuadro de enfermedades profesionales de la Seguridad Social.

Para la evaluación de los riesgos se utiliza el concepto " Grado de Riesgo" obtenido de la valoración conjunta de la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de las consecuencias del mismo.

Se han establecido cinco niveles de grado de riesgo de las diferentes combinaciones de la probabilidad y severidad, las cuales se indican en la tabla siguiente:

<b>GRADO DE RIESGO</b>		<b>SEVERIDAD</b>		
<b>Probabilidad</b>	Alta	Alta	Media	Baja
	Media	<i>Muy Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Moderado</i>

	Baja	Alto	Moderado	Bajo
		Moderado	Bajo	Muy Bajo

La probabilidad valora la frecuencia con la que se prevé que ocurrirá el accidente o enfermedad, mientras que la severidad se valora en base a las más probables consecuencias de accidente o enfermedad profesional.

Los niveles bajo, medio y alto de severidad pueden asemejarse a la clasificación A, B y C de los peligros, muy utilizada en las inspecciones generales:

- Peligro Clase A: condición o práctica capaz de causar incapacidad permanente, pérdida de la vida y/o una pérdida material muy grave.
- Peligro Clase B: condición o práctica capaz de causar incapacidades transitorias y/o pérdida material grave.
- Peligro Clase C: condición o práctica capaz de causar lesiones leves no incapacitantes, y/o una pérdida material leve.

Los niveles de probabilidad con la que puede ocurrir el daño son:

- Alta: Cuando la frecuencia posible estimada del daño es elevada.
- Media: Cuando la frecuencia posible estimada es ocasional.
- Baja: Cuando la ocurrencia es rara. Se estima que puede suceder el daño pero es difícil que ocurra.

En la siguiente tabla se exponen los riesgos considerados tanto en el transcurso de las obras de instalación como en el desarrollo de la actividad de producción de la carpintería. Atendiendo a los criterios anteriormente expuestos se ha realizado una evaluación de cada riesgo como resultado de una combinación de la probabilidad y la severidad, véase Tabla 1:

Riesgo	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	NP	A	M	B	
01.- Caídas de personas a distinto nivel		X			X			Alto

02.- Caídas de personas al mismo nivel	X				X		Alto
03.- Caídas de objetos en manipulación	X					X	Moderado
04.- Caídas de objetos desprendidos		X			X		Alto
05.- Pisadas sobre objetos		X				X	Bajo
06.- Choque contra objetos inmóviles		X				X	Bajo
07.- Choque contra objetos móviles			X		X		Bajo
08.- Golpes por objetos y herramientas	X					X	Moderado
09.- Proyección de fragmentos o partículas	X				X		Alto
10.- Atrapamiento por o entre objetos			X		X		Moderado
11.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.			X		X		Moderado
12.- Sobreesfuerzos	X				X		Alto
13.- Exposición a temperaturas ambientales extremas			X		X		Moderado
14.- Contactos térmicos		X			X		Moderado
15.- Exposición a contactos eléctricos		X			X		Alto
16.- Exposición a sustancias nocivas			X		X		Bajo
17.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X		X		Bajo
18.- Explosiones			X		X		Moderado

Tabla 1. Tabla de evaluación de riesgos en función de la probabilidad y severidad.

### **Leyenda:**

A: alto

B: bajo

M: moderado

NP: no tiene probabilidad

## **6. Planificación de la acción preventiva**

### **6.1. Medidas preventivas**

Una vez realizada la identificación de los riesgos que acontecen derivados de las obras y actividades del presente proyecto, y evaluados dichos riesgos en función de la probabilidad y severidad se procede a planificar acciones de prevención que permitan reducir el foco de emisión de los riesgos o en su defecto proteger la integridad física del trabajador expuesto a dicho riesgo. Véase Tabla 2:

Riesgo	Medida Preventiva
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Andamios, escalerillas y arnés de seguridad
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Limpieza y orden en el espacio de trabajo
03.- Caídas de objetos en manipulación	Casco de protección
04.- Caídas de objetos desprendidos	Casco de protección
05.- Pisadas sobre objetos	Limpieza y orden en el espacio de trabajo
06.- Choque contra objetos inmóviles	E.P.I.'s
07.- Choque contra objetos móviles	Sujeción de los mismos
08.- Golpes por objetos y herramientas	Casco y mono de seguridad
09.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas de seguridad
10.- Atrapamiento por o entre objetos	Sujeción de las máquinas
11.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.	Fijar las máquinas
12.- Sobreesfuerzos	Descansos en caso de malestar.
13.- Exposición a temperaturas ambientales extremas	Ventilación adecuada
14.- Contactos térmicos	Aislar los focos de emisión
15.- Exposición a contactos eléctricos	Aislar elementos activos de tensión
16.- Exposición a sustancias nocivas	Gafas de seguridad y mono de protección
17.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	Gafas de seguridad y mono de protección
18.- Explosiones	Conjunto de E.P.I.S.

Tabla 2. Evaluación del riesgo frente a las medidas preventivas

## 6.2.

### **6.3. Equipos de protección individual**

Se dispondrán de un conjunto de equipos de protección individual para los trabajadores que realicen las operaciones de mantenimiento o cualquier otro trabajo en gimnasio. Será obligatorio llevarlos puestos siempre que se realice un trabajo de carpintería. El suministro de los diferentes E.P.I.S. correrá a cargo del empresario en cumplimiento de sus obligaciones en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

Cada empleado tendrá a su disposición el conjunto de epis considerado para la protección en los distintos procesos. Será responsabilidad de cada uno el correcto uso y mantenimiento de los distintos equipos de protección individual. Así mismo cada empleado deberá realizar comprobaciones periódicas del buen estado de los equipos, comunicándole al empresario cualquier tipo de desperfecto que disminuya su acción protectora, para que este proceda a su inmediata sustitución por otro nuevo.

Debido a las características del trabajo a realizar se han incluido en la partida presupuestaria un conjunto de E.P.I.S. que son los siguientes:

- Gafas de montura integral.
- Casco de protección resistente al calor radiante.
- Mono de trabajo.
- Tapones.
- Cascos de protección auditiva.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad.

### **6.4. Botiquín**

Se dispondrá en todo momento de un botiquín en el centro de trabajo con los elementos necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente, que dando a cargo de él una persona capacitada.

Cuando se requiera el uso del botiquín, se deberá realizar una anotación en el libro de incidencias con el suceso acontecido.

## 7. Coordinador en materia de seguridad y salud

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
  - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
  - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el contratista aplique de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra

## 8. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Se procede a describir los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra, los cuales aparecen recogidos en el artículo 10 del R.D 1627

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

## **9. Presupuesto de seguridad y salud**

Ante la ausencia de una normativa que regule el gasto que se debe realizar para aplicar el presente estudio de seguridad y salud se ha optado por reservar una partida del presupuesto asignándole un presupuesto total de 1397,85 euros en la partida de Seguridad y Salud. Siguiendo así las recomendaciones en materia de medición y presupuesto para Seguridad y Salud que establecen entre el 1% y el 2% del PEM.

## **10. Libro de incidencias**

Se dispondrá de un libro de incidencias según lo dispuesto por el artículo 13 del real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- El Colegio profesional de Ingenieros Técnicos Industriales de Tenerife.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y desarrollo de la actividad que se ejerce en el complejo deportivo. A dicho libro tendrán acceso el coordinador en materia de seguridad y salud del gimnasio, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud, deberá notificarla al contratista y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto a que se refiere el artículo siguiente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

## **11. Obligaciones de los trabajadores**

- Cooperar con el empresario en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir las medidas de prevención adoptadas en el presente documento.
- Aprovechar la formación del funcionamiento de máquinas y herramientas.
- Usar adecuadamente las máquinas, las herramientas, los útiles e instrumentos necesarios para el desempeño de su trabajo.
- Utilizar adecuadamente los equipos de protección colectiva e individual.
- Informar sobre cualquier situación de riesgo.

## **12. Obligaciones y derechos del empresario**

A continuación se muestra una tabla con las principales obligaciones del empresario en materia preventiva:



- Implantación de la prevención de riesgos laborales en la empresa: Establecer en el trabajo que se ejerce tanto en el interior como el exterior del gimnasio una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. Además de realizar una acción permanente de seguimiento de la acción preventiva.
- Planificar la prevención.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Suministrar los Equipos de protección individual (EPI'S) designados en el presenta estudio.
- Información a los trabajadores: El empresario debe adoptar todas las medidas para que los trabajadores reciban toda la información relativa a prevención de riesgos laborales.
- Consulta y participación de los trabajadores: El empresario debe tomar en cuenta las diferentes propuestas realizadas por los trabajadores pues son los que se ven expuestos a diario a los riesgos derivados de los procesos de mantenimiento o instalación de maquinarias del gimnasio.
- Formación de los trabajadores: El empresario debe garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación como cada vez que se produzcan cambios en las tareas, se introduzcan nuevas tecnologías, etc.
- Protección de emergencia: Es obligatorio analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores.
- Vigilancia de la Salud: Se debe garantizar a los trabajadores un servicio de vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos del trabajo.
- Protección de los trabajadores especialmente sensibles: Se garantizará la protección de los trabajadores que por sus características sean especialmente sensibles a los riesgos del trabajo.

Además, de las enunciadas obligaciones en materia preventiva, que asume el empresario con el fin de garantizar la seguridad y salud en su centro de trabajo. El empresario tiene derechos frente a los en materia preventiva, tales como:

- Exigir a sus trabajadores el cumplimiento de las medidas de prevención establecidas.
- Exigir a sus trabajadores el uso correcto de medios y equipos de protección.
- Exigir a sus trabajadores el uso correcto de máquinas, herramientas y materiales.

- Exigir a sus trabajadores el empleo correcto de los dispositivos y elementos de seguridad.
- Exigir a sus trabajadores la transmisión de información inmediata sobre situaciones de riesgo.
- Exigir a sus trabajadores su cooperación para garantizar condiciones laborales seguras, como por ejemplo, recibir la información y formación en materia preventiva facilitada por el empresario, colaborar en la verificación de su estado de salud en los casos que la ley establece como obligatorios para los trabajadores etc.

Nombre de archivo: estudio basico seguridad y salud  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:34:00  
Cambio número: 4  
Guardado el: 04/09/2014 21:19:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 6 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:01:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 13  
Número de palabras: 3.182 (aprox.)  
Número de caracteres: 17.507 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

#### **4.- Pliego de Condiciones.**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 5  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:55:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:55:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:01:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 38 (aprox.)  
Número de caracteres: 215 (aprox.)

### 3.- ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

#### 1. Disposiciones generales.

- 1.1. Objeto del pliego de condiciones
- 1.2. Descripción de la obra
- 1.3. Disposiciones aplicables
- 1.4. Contradicciones y omisiones en los documentos
- 1.5. Confrontación de planos y medidas
- 1.6. Condiciones facultativas complementarias
- 1.7. Sistema de contratación
- 1.8. Condiciones generales del contratista
- 1.9. Modificaciones en el diseño
- 1.10. Modificación en los materiales

#### 2. Características y calidad de los materiales empleados en la instalación eléctrica.

- 2.1. Conductores eléctricos y de protección
- 2.2. Identificación de conductores.
- 2.3. Tubos y canalizaciones protectoras.
- 2.4. Cajas de empalme y derivaciones.
- 2.5. Aparatos de mando y maniobra.
- 2.6. Elementos de protección.
- 2.7. Circuito de puesta a tierra.
- 2.8. Luminarias.
- 2.9. Lámparas.
- 2.10. Balastos
- 2.11. Condensadores
- 2.12. Cebadores.
- 2.13. Pequeño material y varios.

#### 3. Normas de ejecución de las instalaciones.

- 3.1. Condiciones generales de ejecución.
- 3.2. Canalizaciones

- 3.3. Montaje de la puesta a tierra de protección.
- 3.4. Instalación de las lámparas.
- 3.5. Señalización.
- 4. Planificación de los trabajos.**
- 5. Replanteos.**
- 6. Dirección e inspección de las obras.**
- 7. Representación del contratista.**
- 8. Medios y métodos de construcción.**
- 9. Iniciación y seguimiento de las obras.**
- 10. Construcciones y medios auxiliares.**
  - 10.1. Energía eléctrica.
  - 10.2. Medidas de protección, limpieza y señalización de las obras.
  - 10.3. Maquinaria y equipo.
  - 10.4 Instalaciones sanitarias provisionales.
  - 10.5 Retirada de medios auxiliares.
- 11. Recepción del material.**
- 12. Ejecución y plazo de ejecución de las obras.**
- 13. Precios unitarios y su revisión.**
- 14. Pago de las obras.**
- 15. Pruebas, ensayos y verificaciones reglamentarias.**
- 16. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**
- 17. Revisiones periódicas y libro de mantenimiento.**
- 18. Certificados y documentación.**
- 19. Libro de órdenes.**
- 20. Otras consideraciones.**

## **1. Disposiciones Generales**

### **1.1. Objeto del Pliego de Condiciones**

El Pliego de Condiciones que se va a desarrollar a continuación tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnicas, facultativas, económicas y legales que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de la instalación eléctrica que se proyecta.

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, salvo que sean modificadas de forma expresa por el Ingeniero Director de la Obra.

Así mismo, fijará las atribuciones y obligaciones que tendrán las diferentes partes implicadas en su ejecución (Propiedad, Dirección de Obra y Contratista de las Obras), y posibles diferencias entre ellas.

Por tanto, el ámbito de aplicación se extiende a todas las obras a ejecutar y que integran el presente Trabajo Fin de Grado de "Proyecto de instalaciones de energías renovables en un gimnasio" situada en la Avenida de los Menceyes, en el municipio de Candelaria, y aquellas otras obras que estime conveniente la dirección facultativa durante la ejecución de la misma.

### **1.2. Descripción de la Obra**

Dicha instalación eléctrica en baja tensión consta de las siguientes obras a ejecutar:

- Instalación de las canalizaciones de la acometida, línea general de alimentación, derivación individual, y circuitos interiores y exteriores en los trayectos y zonas señaladas en los planos.
- Instalación de las arquetas de registro de la acometida, colocación de una Caja General de Protección, un Cuadro General de Mando y Protección y dos Subcuadros, en la cuarto de Instalaciones eléctricas y en la cancha de pádel, tal y como se señala sobre los planos.
- Introducción de los conductores en sus correspondientes tubos de protección, así como derivaciones, teniendo en cuenta el receptor que alimenta y el circuito al que pertenece; características que refleja el esquema unifilar.



- Conexión de los receptores y tomas a cada circuito incluidos los diferenciales y magnetotérmicos que respectivamente protegen cada circuito. Acoplamiento de diferenciales y magnetotérmicos en cuadro y subcuadros según lo dispuesto en plano y esquema unifilar.
- Colocación de fusible y equipo de medida de la Caja General de Protección para posterior conexión a la red.

El diseño y dimensiones de las diferentes partes de la instalación, así como los materiales a emplear se ajustarán a lo que se detalla en los documentos de Planos y Presupuestos y Mediciones. El Ingeniero-Director podrá introducir las modificaciones que estime oportunas durante la ejecución.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Éstos 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 Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

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.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en 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.

### 1.3. Disposiciones Aplicables

**ORDEN del 6 de Julio de 1984** (BOE del 1 de Agosto de 1984), por el que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

**ORDEN de 18 de Octubre de 1984** (BOE de 25 de Octubre de 1984), complementaria a la anterior.

**RESOLUCIÓN de 18 de enero de 1988** del Ministerio de Industria y Energía, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico (BOE 19-2-1988)

**LEY 21/1992, de 16 de julio**, de Industria.

**REAL DECRETO 2366/1994 de 9 de Diciembre** sobre producción de energía eléctrica para las instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables. (BOE de 31 de Diciembre de 1994).

**LEY 31/1995, de 8 de noviembre** de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales e instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

**REAL DECRETO 2200/1995, de 28 de diciembre** («BOE» de 6 de febrero de 1996) por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.

**DECRETO 26/1996, de 9 de febrero**, de la Consejería de Industria y Comercio del Gobierno de Canarias por el que se simplifican los procedimientos administrativos aplicables a las instalaciones eléctricas (BOC Num. 28 de lunes 04 de marzo de 1996).

**REAL DECRETO 773/1997, de 30 de Mayo**, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

**REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de Julio**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

**REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre**, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

**LEY 54/1997, de 27 de noviembre**, del Sector Eléctrico.

**LEY 11/1997, de 2 de diciembre**, de regulación del Sector Eléctrico Canario.

**REAL DECRETO 2818/1998, de 23 de diciembre**, sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.

**REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE 27- 12-2000).

**REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.

**REAL DECRETO 841/2002, de 2 de agosto**, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

**REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto de 2002**, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

**REAL DECRETO 1433/2002 de 27 de diciembre**, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.

**LEY 51/2002, de 27 de diciembre, de reforma de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre,** Reguladora de las Haciendas Locales, por la que se habilita a los Ayuntamientos para establecer bonificaciones en el Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras, a favor de las construcciones, instalaciones u obras que contribuyan o se refieran al uso de la energía solar, a los planes de fomento de la inversión privada en infraestructuras, a las viviendas de protección oficial y a las condiciones de acceso y habitabilidad de los discapacitados.

**REAL DECRETO LEY 2/2003, de 25 de abril,** de medidas de reforma económica. Capítulo II – Artículo 13 sobre “Fomento de las Energías Renovables” y Artículo 14 “Fomento del aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía proveniente del sol para autoconsumo”.

**REAL DECRETO 436/2004, de 12 de marzo,** por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. (B.O.E Num. 75 de 27 de marzo de 2004).

**ORDEN de 13 de octubre de 2004,** por la que se aprueban las normas particulares para las instalaciones de enlace de la empresa Endesa Distribución Eléctrica, S.L., en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

**REAL DECRETO 208/2005, de 25 de febrero,** sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

**REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo,** por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

**DECRETO 161/2006, 8 noviembre,** por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

**CORRECCIÓN de errores del Decreto 161/2006, de 8 de noviembre,** por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito

de la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC num.- /018 de-miércoles 24 de Enero de 2007).

**REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero**, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción (si procede).

**ORDEN de 25 de mayo de 2007** (B.O.C. número 121, de 18 de junio de 2007), por la que se regula el procedimiento telemático para la puesta en servicio de instalaciones eléctricas de baja tensión.

**REAL DECRETO 661/2007, de 26 de mayo**, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial por una nueva regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

**Normas de la Compañía Suministradora / Distribuidora de energía eléctrica.**

**Ordenanzas Municipales** del lugar donde se ubique la instalación.

**Norma UNE 20451:1997** "Requisitos generales para envolventes de accesorios para instalaciones eléctricas fijas de usos domésticos y análogos."

**Norma UNE 20460-5-52/1M: 1999**, "Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Elección e instalación de materiales eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones".

**Norma UNE 20460-5-523:2004**, "Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de los materiales eléctricos. Sección 523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables".

**Norma UNE 211002:2004**, "Cables de tensión asignada hasta 450/750 V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas".

**Norma UNE 21123:2004**, "Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV".

**Norma UNE-EN 50085-1:1997** "Sistemas para canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para cables en instalaciones eléctricas.

Parte 1: Requisitos generales"

**Norma UNE-EN 50086-1:1995** "Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales".

**Norma UNE-EN 50174-2 de 2000:** "Tecnología de la información. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y planificación de la instalación en el interior de edificios

**Colección de Norma UNE del REBT y Normas UNE** declaradas de obligado Cumplimiento.

**Otras normas UNE / EN / ISO / ANSI / DIN** de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista. Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. Asimismo se recomienda la aplicación de los siguientes documentos:

**PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010** del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio-IDAE-Agosto 2005.

**Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones de Baja Temperatura** – Documento del IDAE. Año 2009.

**Guía Técnica** para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.

**Guía Técnica** de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

#### **1.4. Contradicciones y Omisiones en los Documentos**

Lo mencionado en este Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, tendrá que ser realizado como si figurase en ambos documentos. Así mismo, cualquier cuestión que no apareciese en alguno de los documentos, pero sí en otro, deberá entenderse como si figurase en todos. Si la omisión fuese en el Cuadro de Precios, antes de su ejecución se deberá proceder a fijar el precio de la citada unidad tal y como se indica en otros apartados del presente Pliego.

En el caso de contradicción entre los documentos, prevalecerá lo establecido en el Pliego de Condiciones, salvo criterio contrario del Director de Obra. Las posibles omisiones en los Planos, Pliego de Condiciones, o las posibles prescripciones erróneas en los detalles precisos para llevar a cabo el presente Proyecto, o en la normativa local que no figuren pero deban ser aplicadas o ejecutadas, no solo no eximen al Contratista a su ejecución, sino que además le obliga a la puesta en conocimiento del Director de Obra, el cual decidirá sobre la conveniencia o no de su realización, viéndose obligado el Contratista en caso necesario a su ejecución.

#### **1.5. Confrontación de Planos y Medidas**

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, los Planos y demás Documentos facilitados por la Dirección de Obra, informando a continuación a la Propiedad de las posibles diferencias en los mismos.

En caso de contradicción entre los Planos y los Estados de Mediciones serán de aplicación las cotas marcadas en los Planos, primando para ello los Planos de mayor escala sobre los de escala inferior en caso de discrepancias en cotas entre ellos.

### **1.6. Condiciones Facultativas Complementarias**

Además de las condiciones especificadas en el presente proyecto, se vigilarán en todo momento el cumplimiento de las Normas y Reglamentos citados en la Memoria Descriptiva.

También, serán también de aplicación cuantas Normas, Reglamentos, Instrucciones o Pliegos Oficiales o cualquier otra disposición que estuviese vigente en el momento de la ejecución de los trabajos, guarde relación con los mismos o con los necesarios para la realización de las instalaciones y obras complementarias que sean precisas realizar, incluso aunque su redacción o entrada en vigor fuera posterior a la redacción del presente Proyecto o al inicio de las obras, si la citada Disposición tuviese carácter retroactivo.

### **1.7. Sistema de Contratación**

El Propietario, de mutuo acuerdo con el Ingeniero-Director, y en consonancia con lo especificado en el Pliego de Condiciones particulares de contrato, podrá elegir entre:

- Adjudicar a un solo Contratista.
- Adjudicar a varios Contratistas obras parciales específicas.

En el caso de que ocurriera lo segundo, los Contratistas deberán coordinar sus trabajos según las órdenes del Ingeniero-Director. Si no ocurriera así, a criterio de éste, la Propiedad se reserva el derecho de suspender todos los pagos hasta que se cumplan dichas órdenes de coordinación. El Contratista indemnizará y será responsable de los perjuicios causados a la Administración debidos a cualquier reclamación o litigios por daños, así como por los costes y los gastos a los que queda sujeta, sufra o incurra por no atender prontamente a las órdenes dadas por el Ingeniero encargado.

En el caso de que un Contratista avise al Ingeniero-Director de que otro Contratista no está coordinando sus trabajos como es debido, el encargado deberá investigarles prontamente. Si encuentra que esto es cierto deberá dar al otro las directrices necesarias para corregir la situación.



En el caso de que un Contratista experimente algún daño por acto u omisión de otro Contratista que haya contratado para la realización de otros trabajos en la zona, así como por cualquier acto y omisión de cualquier subcontratista, el perjudicado no tendrá derecho a indemnización por virtud de provisión similar a la que se expone a continuación.

Si cualquier otro Contratista contratado por la Propiedad fuere perjudicado por acto u omisión del Contratista de este proyecto o uno de sus subcontratistas, éste reembolsará y liberará de responsabilidad a la Propiedad por todas estas reclamaciones.

### **1.8. Condiciones Generales del Contratista**

El Contratista deberá estar, tanto si es persona física como sociedad jurídicamente formada, dado de alta como tal de acuerdo con las leyes vigentes al efecto. Deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda del 28 de Marzo de 1968, en el Grupo, Subgrupo y Categoría que corresponde al presente proyecto a ejecutar y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares de Contrata.

Así mismo deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 sobre "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no se modifique en el presente Pliego. La Contrata, como tal empresa, estará al día en el cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que se dicten en lo sucesivo.

El Ingeniero-Director de obra podrá exigir al Contratista, en cualquier momento, que le presente los documentos acreditativos de haber formalizado toda la Reglamentación al respecto, Seguridad Social, etc., en la forma legalmente establecida.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no pertenezca a su empresa, salvo personal de Subcontratas de instalaciones especificadas en el apartado correspondiente.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones de Seguridad en el Trabajo que especifica la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y cuantas normas, reglamentos, etc., fueran de pertinente aplicación. Por tanto, el personal estará obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad

exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, cuerdas de seguridad, etc. Así mismo, deberá proveer cuanto fuese necesario para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen. Cursará pólizas de seguros que protejan suficientemente a él y a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno y otro pudieran incurrir para con el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

El Ingeniero-Director de obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

En resumen, el Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que las leyes le exijan y quedando obligado al estricto cumplimiento de todas las obligaciones que legalmente estén establecidas.

### **1.9. Modificaciones en el Diseño**

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el “enterado”, que figurará al pie de todas las órdenes o avisos que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las Obras como el Ingeniero Director.

### **1.10. Modificación en los Materiales**

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente Proyecto y realizará los trabajos, de acuerdo con el mismo. Y en todo caso según las indicaciones de la Dirección

Facultativa. Por ello y hasta tanto en cuanto tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero Director aún cuando éste no le haya llamado la atención sobre el particular o hayan sido abonadas las certificaciones parciales correspondientes.

Como consecuencia que se desprende de lo anterior, cuando el Ingeniero Director advierta vicios o defectos en las Obras, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalización éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean desmontadas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas del Contratista.

Cuando los materiales y/o los equipos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen debidamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los sustituya, corriendo éste con los gastos que esto ocasione.

## **2. Características y Calidad de los Materiales Empleados en la Instalación Eléctrica**

### **2.1. Conductores eléctricos y de protección**

Los conductores tendrán las características que se indican en los documentos del Proyecto.

No se admite la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente Proyecto. De no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores la sustitución por otro habrá de ser autorizada por el Ingeniero Director.

El cobre y el aluminio utilizado en la fabricación de cables o realización de conexiones de cualquier tipo o clase, cumplirá las especificaciones contenidas en la Norma UNE 21.011 y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Será cobre comercial puro, de calidad y resistencia mecánica uniforme y libre de todo defecto mecánico. Los conductores estarán formados por un solo hilo o bien por varios hilos

trenzados helicoidalmente en una cuerda redonda. El número de hilos dependerá de la sección y lo fijará el fabricante.

Sobre el alma conductora se dispondrá el aislamiento de material plástico, adecuado para la tensión nominal de servicio, especificada en cada caso por el apartado correspondiente de las Memorias Descriptiva y Justificativa y en el anexo de Cálculo de circuitos y en los Esquemas Unifilares, que podrá admitir una temperatura de servicio de 70° C. La cubierta será de material plástico y rodeará al cable para protegerlo de los agentes exteriores.

Los conductores destinados a fuerza motriz del interior, estarán constituidos por agrupaciones polares, cuyo conjunto se enfunda en un recubrimiento con nivel de aislamiento de 750 V. Los destinados a alumbrado de interiores serán idénticos a los definidos para fuerza motriz, y los destinados a alumbrado exterior y mando y control serán unipolares y con un nivel de aislamiento de 1000 V.

Los conductores de protección tendrán las mismas características que los conductores activos, mientras que los conductores de la red de tierra serán de cobre electrolítico desnudo.

## **2.2. Identificación de conductores.**

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutros y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

## **2.3. Tubos y canalizaciones protectoras.**

Estarán fabricados de un material resistente a la corrosión y a los ácidos, y al mismo tiempo no propagador de llama.

Las canalizaciones rígidas deberán soportar una carga mecánica mínima de rotura exterior de 250 kg. Sólo podrán ser sustituidos por tubos metálicos magnéticos por indicación expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Las canalizaciones flexibles tendrán como mínimo una resistencia al aplastamiento de 50 kg y soportarán la prueba de curvatura de 90° sin deformarse su diámetro interior. No se permitirá ninguna unión en todo su recorrido.

#### **2.4. Cajas de empalme y derivaciones.**

Todos los cambios de direcciones en tubos rígidos y empalmes de conductores y otros en tubos de cualquier clase en instalaciones interiores, se llevarán a cabo por medio de cajas de derivación o registro que serán de plástico con protección antipolvo y estancas para circuitos exteriores. Sólo podrán sustituirse por cajas metálicas estancas u otras cuando lo autorice por escrito el Ingeniero-Director.

#### **2.5. Aparatos de mando y maniobra.**

Como cuadro de mando y protección se emplearán los descritos en la Memoria y en el Presupuesto y estarán construidos con materiales adecuados no inflamables.

#### **2.6. Elementos de protección.**

Todos los aparatos de maniobra, protección y medida serán procedentes de firmas de reconocida solvencia, no debiendo ser instalados sin haber sido reconocidos previamente por la Dirección Facultativa, quien podrá rechazarlos, si a su juicio no reúnen las debidas condiciones de calidad y sin que el Contratista tenga por ello derecho a indemnización alguna.

##### **- Interruptores automáticos**

Los interruptores serán del tipo y denominación y tendrán las características que se fijan en la Memoria Justificativa y en el Esquema Unifilar del TFG, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

En cualquier caso, queda terminantemente prohibida la sustitución de alguna de las protecciones señaladas en los esquemas eléctricos y documentos del proyecto, salvo autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director, por no existir un tipo determinado en el mercado.

Los interruptores han de cumplir, al menos, la siguiente condición; deberán ser de corte omnipolar los dispositivos siguientes:

- Los situados en el origen de la instalación.
- Los destinados a circuitos polifásicos en que el conductor neutro o compensador no esté colocado directamente a tierra.
- Los destinados a aparatos de utilización cuya potencia sea superior a 1000 vatios.
- Los situados en circuitos que alimenten a instalaciones de tubos de descarga en Alta Tensión.

Los destinados a circuitos que alimenten lámparas de arco o auto transformadores. Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos por las normas UNE para este tipo de material.

#### - **Fusibles**

Los fusibles cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Los fusibles se ajustarán a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material por las normas UNE correspondientes.

Los zócalos serán de material aislante resistente a la humedad y de resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por las temperaturas a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas.

Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección de metal en caso de fusión y eviten que las partes en tensión puedan ser accesibles en servicio normal.

### **2.7. Circuito de puesta a tierra.**

Estará formado por un circuito cuyas características y la forma y lugar de su instalación seguirán estrictamente lo descrito en la Memoria Descriptiva y Justificativa y demás documentos del TFG cumpliendo siempre las prescripciones establecidas en la instrucción ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### **2.8. Luminarias.**

Serán de los tipos señalados en las Memorias o los documentos anexados. En cualquier caso serán adecuadas a la potencia de las lámparas a instalar en ellas.

Las lámparas de descarga tendrán el alojamiento necesario para la reactancia, condensador, cebadores, y los accesorios necesarios para su fijación.

Tendrán curvas fotométricas, longitudinales y transversales simétricas respecto a un eje vertical, salvo indicación expresa en sentido contrario en alguno de los documentos del Proyecto o del Ingeniero-Director.

### **2.9. Lámparas.**

Todas las lámparas llevarán grabadas claramente las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Potencia nominal en vatios.
- Condiciones de encendido y color aparente.

**2.10. Balastos.**

Cumplirán la norma UNE 20.152 y llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Modelo.
- Esquema de conexión con todas las indicaciones para la utilización correcta de los bornes o conductores del exterior del balasto.
- Tensión, frecuencia y corriente nominal de alimentación.
- Potencia nominal.
- Factor de potencia.

**2.11. Condensadores.**

Estarán constituidos por recipientes herméticos y arrollamientos de dos hojas de aluminio aisladas entre sí por capas de papel impregnado en aceite o parafina y conexiones en paralelo entre arrollamientos.

Deberán elevar el factor de potencia hasta un mínimo de 0,85. Llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Capacidad.
- Tensión de alimentación.
- Tipo de corriente para la que está previsto.
- Temperatura máxima de funcionamiento.

**2.12. Cebadores.**

Estarán constituidos por recipientes y contactores a base de dos láminas bimetálicas. Incluirán condensador para eliminación de interferencias de radiodifusión de capacidad comprendida entre 0,005 y 0,02 microfaradios.



Llevarán grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca de origen.
- Tipo de referencia al catálogo del fabricante.
- Indicará el circuito y el tipo de lámpara o lámparas para la que es utilizable.

### **2.13. Pequeño material y varios.**

Todo el pequeño material a emplear en las instalaciones será de características adecuadas al fin que debe cumplir, de buena calidad y preferiblemente de marca y tipo de acreditada solvencia, reservándose la Dirección Facultativa la facultad de fijar los modelos o marcas que juzgue más convenientes.

En ningún caso los empalmes o conexiones significarán la introducción en el circuito de una resistencia eléctrica superior a la que ofrezca un metro del conductor que se usa.

### **3. Normas de ejecución de las instalaciones.**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Particulares y la reglamentación vigente.

#### **3.1. Condiciones generales de ejecución.**

La ejecución de la instalación eléctrica se ajustará a lo especificado por los Reglamentos Electrotécnicos y a lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Particulares.

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose el Contratista a sustituirlas a su cargo. Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra. Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes y demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados de aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50 V, mediante transformador de seguridad. Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

### **3.2. Canalizaciones**

Los cables se colocarán dentro de tubos rígidos o flexibles, según se indica en las Memorias, planos y mediciones y presupuesto.

En caso de proximidad de canalizaciones con otras no eléctricas se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas caloríficas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas de la clase A, señalados en la instrucción MI-BT-021, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que puedan presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:

- La elevación de la temperatura, debido a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
- La condensación.
- La inundación por avería en una conducción de líquidos, en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación de éstas.
- La corrosión por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de forma accesible, de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plan de instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales. Para la ejecución de las canalizaciones, bajo tubos protectores se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones generales:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación. Los tubos protectores se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- En los tubos rígidos las uniones entre los distintos tramos serán roscadas o embutidas, de forma que no puedan separarse y se mantenga el grado de estanquidad adecuado.
- En los tubos flexibles no se permitirá ninguna unión en todo su recorrido.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la Tabla VI de la Instrucción MIE BT 019.

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiéndose para ello registros. Estos, en tramos rectos, no estarán separados entre sí más de 15 metros.
- El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.
- Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación.
- Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es el de tornillo de aprieto, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.
- Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica. Cuando los tubos se coloque en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
  - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 metros para tubos rígidos y de 0,60 metros para tubos flexibles. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
  - Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100. Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro
- Las tapas de registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

### **3.3. Montaje de la puesta a tierra de protección.**

El cable conductor estará en contacto con el terreno, y a una profundidad no menor de 80 cm. a partir de la última solera transitable. Sus uniones se harán mediante soldadura aluminotérmica.

La estructura metálica de la solera de hormigón se soldará, mediante un cable conductor, a la conducción enterrada, en puntos situados por encima de la solera. El hincado de la pica se efectuará con golpes cortos y no muy fuertes, de manera que se garantice una penetración sin roturas.

En caso de que existan tomas de tierras independientes se mantendrán entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, de sus derivaciones y de los conductores de protección será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánicos.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse ni masa ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos.

Las conexiones a masa y a elementos metálicos se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

Las conexiones de los conductores del circuito de puesta a tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectuarán con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como el estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios y sin humedad y se protegerán con envolventes o pastas, si se estimase conveniente, para evitar que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

La placa de toma de tierra ha de colocarse en un sitio de fácil acceso y con una señalización bien visible que permita una fácil inspección y con las debidas disposiciones para el riego, etc.

Se prohíbe la colocación cerca de tuberías metálicas, armaduras importantes, estructura metálica, etc., que puedan ser afectadas por fenómenos de corrosión o conducir descargas eléctricas.

Se conectarán a tierra las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como son:

- Los chasis y bastidores metálicos de los aparatos que utilicen energía eléctrica.
- Envolvente metálica de los conjuntos de armarios metálicos.
- Vallas y cercas metálicas.
- Blindajes metálicos de los tubos, bandejas y cables, si existen.
- Carcasas de la maquinaria.

### **3.4. Instalación de las lámparas.**

Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas, utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Para los conductores instalados en el interior de candelabros, arañas, etc. Se utilizarán cables flexibles de tensión nominal no inferior a 250V. Su sección será, en general, igual o superior a  $0,75 \text{ mm}^2$ , autorizándose una tensión mínima de  $0,5 \text{ mm}^2$  cuando por ser muy reducido el diámetro de los conductos en los que deben alojarse los conductores, no pueda disponerse en estos otros de mayor sección.

### **3.5. Señalización.**

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

## **4. Planificación de los trabajos**

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se le notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero Director de la Instalación, un Programa de Trabajo en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El Contratista iniciará las Obras dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el Contrato. En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en la memoria descriptiva del presente Proyecto.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, dentro de las siguientes veinticuatro horas desde el comienzo de los mismos.

El citado Programa de Trabajo, una vez aprobado por el Ingeniero Director de la Obra, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos. La falta de cumplimiento de dicho Programa y de sus plazos parciales por causas imputables a la Contrata, darán lugar a la aplicación de la sanción que establece el Decreto 1714/1962 de 12 de Julio.

La Propiedad, de acuerdo con el Ingeniero-Director, podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se hayan previsto en el proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación.

También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obras marcadas en el presupuesto. Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista, siempre que, a los precios de contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más de un veinticinco por ciento (25%), tanto por exceso como por defecto. En este caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ningún género por supuestos perjuicios que pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución. Dicho Programa de Trabajo contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obras o instalaciones que integran el proyecto de acuerdo con la descripción y medición de las partidas presentadas en la oferta.



- Determinación de los medios necesarios. Incluirá una relación de personal y maquinaria, con sus rendimientos medios, que el Contratista se propone emplear en la ejecución de las obras.
- Estimación, en días naturales, de los plazos parciales para la ejecución de las diversas clases de obras.
- Valoración mensual de la obra programada sobre la base de los precios unitarios de adjudicación.

Siempre y cuando sea conveniente, el Programa de Trabajo deberá ser revisado por el Contratista en el modo y momento ordenado por el Ingeniero-Director y si lo aprueba éste, el Contratista se adaptará estrictamente al plan revisado.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de la obra sea objeto de dicha revisión, si antes no ha sido justificada plenamente la necesidad de tal ampliación.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa del proyecto para uso específico de la obra, siendo responsable para la buena conservación de los originales, los cuales serán devueltos al Director de obra después de su utilización.

El Contratista, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Ingeniero-Director de obra, por duplicado, el expediente completo de los trabajos realmente ejecutados. Cualquier corrección, omisión, adición o variación en relación con el proyecto, no se hará sin el visto bueno, por escrito, del Ingeniero-Director. No se considerarán como mejoras del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas, por escrito, por el Ingeniero-Director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

## **5. Replanteos**

El Director de Obra facilitará al Contratista las referencias materiales necesarias para el replanteo de las obras en las que deberá basarse el Proyecto.

Por la Dirección de Obra se efectuará la comprobación del replanteo de las mismas, o de los replanteos parciales necesarios, debiendo presenciar dichas operaciones el Contratista, el cual se hará cargo de los hitos, marcas, señales, estacas o referencias que se dejen en el terreno, estando obligado a su mantenimiento y conservación durante todo el período de ejecución de las obras. En el caso en que fuese preciso eliminar alguna de las referencias por verse afectada por las obras, el Director de Obra previamente deberá establecer una nueva referencia que la sustituya.

Del resultado de las operaciones de replanteo se levantará Acta por triplicado, que firmarán el Ingeniero Director de Obra y el Contratista, quedando la misma unida al contrato.

El Contratista deberá exponer todas las dudas referentes al replanteo, sin que las mismas le eximan de firmar el Acta, aunque sí podrán hacerse constar en la misma. Una vez firmada el Acta correspondiente, será el responsable de la correcta ejecución de las obras.

## **6. Dirección e Inspección de las Obras**

Las órdenes del Director de Obra deberán ser aceptadas por el Contratista como emanadas directamente de la Propiedad, pudiendo éste exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, existiendo un Libro de Órdenes a tal fin en el que se recojan todas ellas.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la Dirección de Obra, crea oportuno efectuar el Contratista, deberá formularse por escrito en el mismo Libro de Órdenes, dentro de un plazo de quince (15) días a partir de la fecha en que se dio la orden.

El Director de Obra decidirá la interpretación de los Planos y Pliegos de Condiciones, y será el único autorizado para modificarlos.

El Director de Obra podrá vigilar todos los trabajos y los materiales que se empleen, pudiendo rechazar los que considere que no reúnen las características necesarias.

El Director de Obra, o su representante tendrá libre acceso a todas las partes de la misma, y el Contratista les prestará toda la información y ayuda necesaria para llevar a cabo una inspección adecuada. Así mismo tendrá libre acceso a los talleres e instalaciones del Contratista en los cuales se ejecuten trabajos para las obras, aunque estén fuera del recinto de

las mismas, pudiendo en los mismos ordenar las instrucciones oportunas, como si estuvieran dentro de las obras.

El Contratista comunicará con antelación mínima de ocho (8) días los materiales que tenga intención utilizar, pudiendo el Director de Obra mandar efectuar los ensayos que estime necesarios antes de aprobar su utilización. Se podrá ordenar la demolición y sustitución, a expensas del Contratista, de toda la obra ejecutada o todos los materiales usados sin la supervisión del Director de Obra o su representante.

### **7. Representación del Contratista**

Una vez adjudicada la obra, el Contratista designará una persona que asuma la Dirección de los Trabajos que se ejecuten, y que actúe como representante suyo ante la Propiedad a todos los efectos que se requieran.

Si por cualquier motivo tuviese que ausentarse de la obra, siempre existirá en la misma una persona del Contratista con las suficientes atribuciones para recibir y hacer ejecutar las órdenes que pueda dar en cualquier momento la Dirección de la obra.

La Propiedad podrá exigir al Contratista la presencia a pie de obra de un Técnico con la titulación suficiente con arreglo a las obras a realizar.

### **8. Medios y Métodos de Construcción**

A menos que se indique expresamente en los Planos y Documentos contractuales, los medios y métodos de construcción serán los elegidos por el Contratista, si bien el Ingeniero Director de la Obra se reservará el rechazar aquellos medios o métodos propuestos por el Contratista que:

- Constituyan o puedan causar un daño para el trabajo, personas o bienes.
- No permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el Contrato.

Dicha aprobación del Ingeniero Director de Obra, o silencio en su caso, no eximirá al Contratista de la obligación a cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el Contrato, ni de los daños que puedan ocasionarse.

## **9. Iniciación y Seguimiento de las Obras**

La fecha que conste en el Acta de Replanteo, al efecto firmada entre el Director de Obra y el Contratista, será fijada como plazo de ejecución de las obras.

El Contratista proseguirá la obra con la mayor diligencia, empleando aquellos medios y métodos de construcción que aseguren su terminación no más tarde de la fecha establecida al efecto.

## **10. Construcciones y Medios Auxiliares**

### **10.1. Energía eléctrica.**

El suministro de energía eléctrica es por cuenta del Contratista, quien deberá establecer la línea o líneas de suministro en alta tensión, subestaciones y red de baja. La Propiedad podrá tomar energía eléctrica de esta línea hasta un límite del diez por ciento (10%) de la potencia instantánea transportada. El precio de facturación de esta energía se especificará de común acuerdo entre el Contratista y el Ingeniero-Director.

### **10.2. Medidas de protección, limpieza y señalización de las obras.**

El Contratista quedará obligado a señalar, a su costa, las obras objeto de contrato, con arreglo a las instrucciones y modelos que reciba del Ingeniero encargado.

Así mismo estará obligado a mantener en todo momento la obra en un estado de accesibilidad y limpieza, de forma que su incidencia en el entorno, tanto desde el punto de vista de seguridad como estética, sea la menor posible.

Prestará especial atención a la debida señalización de todos aquellos obstáculos que puedan ocasionar un peligro, tanto dentro como fuera de la obra, vigilando continuamente el perfecto estado de conservación de todas estas señalizaciones.

El Contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el período de construcción, y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, explosivos, etc., cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

El Contratista tomará a sus expensas, las medidas oportunas para que no se interrumpa el tráfico en las vías rodadas existentes, siendo por cuenta del Contratista tanto la ejecución de vías provisionales, si son necesarias para desviar el tráfico por ocuparse las existentes, así como la señalización de las mismas.

### **10.3. Maquinaria y equipo.**

El Contratista queda obligado, por su cuenta, a disponer de toda la maquinaria y equipos necesarios para la perfecta ejecución de las obras. El Ingeniero-Director podrá rechazar cualquier máquina o elemento que juzgue inadecuado y podrá exigir los que razonablemente considere necesarios.

La maquinaria y restantes medios quedarán afectos a la obra y en ningún caso el Contratista podrá retirarlos sin autorización expresa del Ingeniero encargado. El Contratista aumentará los medios o instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que el Ingeniero-Director lo estime necesario para el desarrollo de las obras en el plazo ofrecido. Estos aumentos no podrán ser retirados sin la autorización expresa del Ingeniero encargado.

Se levantará acta en la que consten los medios auxiliares y técnicos que queden afectos a la obra. La aceptación del plan y relación de medios propuestos por el Contratista no implica exención alguna de responsabilidades para el mismo caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

#### **10.4 Instalaciones sanitarias provisionales.**

El Contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionales adaptadas en número y características a las exigidas por las autoridades locales, para ser utilizadas por los obreros y empleados en la obra en la forma y lugares debidamente aprobados por el Ingeniero Director de la Obra. A la terminación de la obra se retirarán estas instalaciones, procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas.

#### **10.5 Retirada de medios auxiliares.**

A la terminación de las obras y dentro del plazo que señale el Ingeniero-Director, el Contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc., y procederá a la limpieza general de la obra, incluso de las construcciones auxiliares. Si no se procediese así, el Propietario, previo aviso y en un plazo de treinta días (30) a partir de éste, ordenará retirarlos por cuenta del Contratista.

### **11. Recepción del Material**

El Ingeniero-Director de obra, en función del Programa de Trabajo de obra y de acuerdo con el Contratista, otorgará a su debido tiempo el visto bueno para el acopio de material, siendo por cuenta del Contratista la vigilancia y conservación de los mismos.

En general, los materiales han de cumplir todas las características que legalmente estén definidas por normas, reglamentos, etc., y en particular tendrán, como mínimo, las características especificadas en los distintos documentos y en el Pliego de Condiciones de Índice Técnica del proyecto, no pudiéndose cambiar sin el visto bueno, por escrito, del Ingeniero-Director. Además el Contratista estará obligado a suministrar cuantos certificados homologados de los materiales solicite el encargado.

### **12. Ejecución y Plazo de Ejecución de las Obras**

Las obras, como se ha mencionado repetidas veces, se ejecutarán conforme a lo definido en los documentos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones Particulares de contratación.

En el contrato se especificarán los plazos parciales y totales que se han de cumplir de forma improrrogable y, en caso contrario, el Contratista aceptará las indemnizaciones que las leyes permitan, empezándose a contar a partir de la fecha de replanteo. No obstante, el Ingeniero-Director podrá aceptar modificaciones de aquéllos si así resulta por cambios determinados o porque el Contratista solicite una demora de plazo, la cual se le otorgará si es debida a:

- Actos u omisiones de la Propiedad.
- Actos u omisiones de otros Contratistas de otras obras que afecten a la realización de este proyecto.

Para tener opción a una prórroga del plazo, el Contratista deberá comunicar, por escrito, al Ingeniero-Director, de cualquier circunstancia que pueda afectar al plazo, indicando a qué parte de la obra y en qué sentido le afecta.

En todo caso corresponde al Contratista la responsabilidad de la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas.

### **13. Precios Unitarios y su Revisión**

Se establece como valores alzados de cada unidad de obra a ejecutar los que, como precios unitarios, fueron presentados en el documento de Estado de Mediciones y Presupuesto, y además todos aquellos que, aún no especificándose, se incluyen en la del precio según la prescripción de este Pliego y la práctica habitual de la construcción, y que por supuesto, han sido previamente aceptados por el Ingeniero-Director de mayor acuerdo con la Propiedad.

En el caso de que haya que ejecutarse obras no previstas en el proyecto, se establecerán, de acuerdo entre la Propiedad y el Contratista, los precios contradictorios que han de regir para dichas unidades de obra, levantándose relaciones en las que figuren los precios unitarios descompuestos en sus elementos en la misma forma que se hizo para los precios que sirvieron de base al proyecto, indicando además las relaciones de las partes de obra en que son de aplicación dichos precios.

Por ello el Contratista debe notificar, por escrito, al Propietario, de cuando se produce una alteración de precios que aumente los contratos. Entonces ambas partes convendrán el nuevo

precio unitario antes de comenzar o continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, haya subido, especificándose y acordando previamente la fecha a partir de la cual se aplicará el precio elevado, para la cual se tendrá, cuando así proceda, el acopio de materiales en obra en el caso de que estuviesen abonados por el Propietario total o parcialmente. Si el Propietario, o el Ingeniero-Director en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales, transportes, etc., tiene la facultad de proponer precios inferiores a los pedidos por el Contratista y éste la obligación de aceptarlos, en cuyo caso se tendrá en cuenta para la revisión de los precios de los materiales adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario, o el Ingeniero-Director en su representación, solicite del Contratista la revisión de precios por haber bajado los de los jornales, materiales, transportes, etc., se convendrá entre las dos partes la baja a realizar en equidad con la experimentada por los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

#### **14. Pago de las Obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones parciales contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hayan ejecutado en el plazo a que se refieran.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar determinados por ambas partes en un plazo máximo de quince (15) días. El Director de obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte aprobación ni recepción de las obras ejecutadas comprendidas en dichas certificaciones.

Cuando a juicio del Ingeniero-Director de obra no haya peligro de que desaparezcan o deterioren los materiales acopiados reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Ingeniero



encargado, que lo reflejará en el acta de recepción de obra, señalando en plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

## **15. Pruebas, ensayos y verificaciones reglamentarias.**

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, el Ingeniero Director procederá, en presencia de los Representantes del Contratista a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

### **15.1. Reconocimiento de las obras**

Previamente al reconocimiento de las obras, el Contratista habrá retirado todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, etc., hasta dejarlas completamente limpias y despejadas.

En este reconocimiento se comprobará que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que corresponden exactamente a las muestras que tenga en su poder, si las hubiera y, finalmente comprobará que no sufren deterioro alguno ni en su aspecto ni en su funcionamiento.

Análogamente se comprobará que la realización de las instalaciones eléctricas ha sido llevada a cabo y terminadas, rematadas correcta y completamente. En particular, se resalta la comprobación y la verificación de los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros colocados.
- Tipo, tensión nominal, intensidad nominal, características y funcionamiento de los aparatos de maniobra y protección.

Todos los cables de baja tensión así como todos los puntos de luz y los de enchufe serán probados durante 24 horas, de acuerdo con lo que la Dirección Facultativa estime conveniente.

Si los calentamientos producidos en las cajas de derivación, empalmes, terminales, fueran excesivos, a juicio del Ingeniero-Director, se rechazará el material correspondiente, que será sustituido por otro nuevo por cuenta del Contratista.

### **15.2. Pruebas y ensayos**

Después de efectuado el reconocimiento, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación:

- Caída de tensión: con todos los puntos de consumo de cada cuadro ya conectado, se medirá la tensión en la acometida y en los extremos de los diversos circuitos. La caída de tensión en cada circuito no será superior al 3% si se trata de alumbrado y el 5% si se trata de fuerza, de la tensión existente en el orden de la instalación.
- Medida de aislamiento de la instalación: el ensayo de aislamiento se realizará para cada uno de los conductores activos en relación con el neutro puesto a tierra, o entre conductores activos aislados. La medida de aislamiento se efectuará según lo indicado en el artículo 28 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Protecciones contra sobretensiones y cortocircuitos: se comprobará que la intensidad nominal de los diversos interruptores automáticos sea igual o inferior al valor de la intensidad máxima del servicio del conductor protegido.
- Empalmes: se comprobará que las conexiones de los conductores son seguras y que los contactos no se calientan normalmente.
- Equilibrio entre fases: se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.
- Identificación de las fases: se comprobará que en el cuadro de mando y en todos aquellos en que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro serán fácilmente identificables por el color.
- Medidas de iluminación: la medida de iluminación media y del coeficiente de uniformidad constituye el índice práctico fundamental de calidad de la instalación de alumbrado; por ello será totalmente inadmisibles recibirla sin haber comprobado previamente que la iluminación alcanza los niveles previstos y la uniformidad exigible.

- La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificado pasados 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación se indicarán en un plano, el cual se incluirá como anexo al Acta de Recepción Provisional.
- Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, verificando, el Ingeniero Director, que están dentro de los límites admitidos.

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras, se realizará nuevamente un reconocimiento de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido sobre la conservación y reparación de las obras.

## **16. Condiciones de Uso, Mantenimiento y Seguridad**

La ejecución de las canalizaciones, efectuada bajo tubos protectores, se realizará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo los registros que se consideran convenientes. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

La unión de conductores, empalmes, derivaciones, etc., no se puede hacer por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse utilizando siempre bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; pudiendo utilizarse bridas de conexión.

Las uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme. No se permitirá más de tres conductores en los bornes de conexión. La conexión de los interruptores se realizará sobre el conductor de fase. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos. Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive.

Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por distinta fase debe de estar separadas por lo menos 1,5 m.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

Todas las bases de toma de corriente del local llevarán un contacto de toma de tierra. Los circuitos eléctricos llevarán una protección contra sobre-intensidades bien por medio de un interruptor automático o cortocircuito fusible, que se instalarán siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho.

### **16.1 Aislamiento.**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1000 \times U$  ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmio.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione, en vacío, una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y como mínimo 250 V.

### **17. Revisiones Periódicas y Libro de Mantenimiento**

Las instalaciones eléctricas en locales de Pública Concurrencia deberán ser revisadas por instalador eléctrico autorizado con la frecuencia indicada en la Orden 22 de Octubre de 1996 de la Dirección General de Industria, siendo como mínimo el período de revisión en locales de Pública Concurrencia de un año y en locales Sanitarios cada seis meses.

Se deberá cumplir en la revisión periódica con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y todo lo indicado en dicha Orden. Al finalizar se realizará un Boletín de reconocimiento de la instalación.

La instalación eléctrica en industrias con locales de riesgo especial (baja temperatura, húmedo, mojado, con riesgo de incendio y explosión, ambiente corrosivo, etc.) deberá ser revisada, como mínimo, una vez al año por instalador eléctrico facultativo, extendiéndose Boletín indicando las deficiencias encontradas si las hubiese y, una vez subsanadas dichas deficiencias, un Boletín de revisión periódica donde se indique la conformidad de las instalaciones con el REBT y la ITC que le fuese de aplicación para cada tipo de instalación.

### **18. Certificados y Documentación**

Todos los materiales empleados en la instalación deberán de ir acompañados de sus correspondientes certificados de homologación y de toda su documentación, estando siempre disponible para presentársela al Director de Obra cuando la solicite.

### **19. Libro de Órdenes**

En la casilla, oficina o local de la obra, tendrá el Instalador el Libro de Ordenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la instalación. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio para el contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

### **20. Otras Consideraciones**

#### Normas para las recepciones provisionales

Treinta días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la Obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista. Del resultado del reconocimiento se levantará un acta por triplicado, firmada por los asistentes legales.

Si las Obras se hubieran ejecutado con sujeción a lo contratado, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía establecido en seis meses. En caso contrario, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero Director habrá de dar al Contratista, para remediar en un plazo razonable que le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las Obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata, con pérdida de fianza, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las Obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las Obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

#### Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las Obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza, reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de Obra o por defecto en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

#### Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las Obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de Obras.

Servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las Obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa.

### Recepción definitiva de las obras

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la Obra, quedando relevado el Contratista a partir de este momento de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción definitivamente recibida.

De la recepción definitiva, se levantará un acta por triplicado por la Propiedad, el Ingeniero Director y el Contratista. Una vez recibidas definitivamente las Obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

### Plazos de garantía

El plazo de garantía de las Obras, es de seis meses, y su conservación durante el mismo correrá a cargo del Contratista.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las Obras, y si procede su recepción definitiva.

Nombre de archivo: pliego de condiciones  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:35:00  
Cambio número: 3  
Guardado el: 04/09/2014 21:24:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 8 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:01:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 42  
Número de palabras: 11.915 (aprox.)  
Número de caracteres: 65.536 (aprox.)





**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

**5.- Planos.**

TÍTULO:

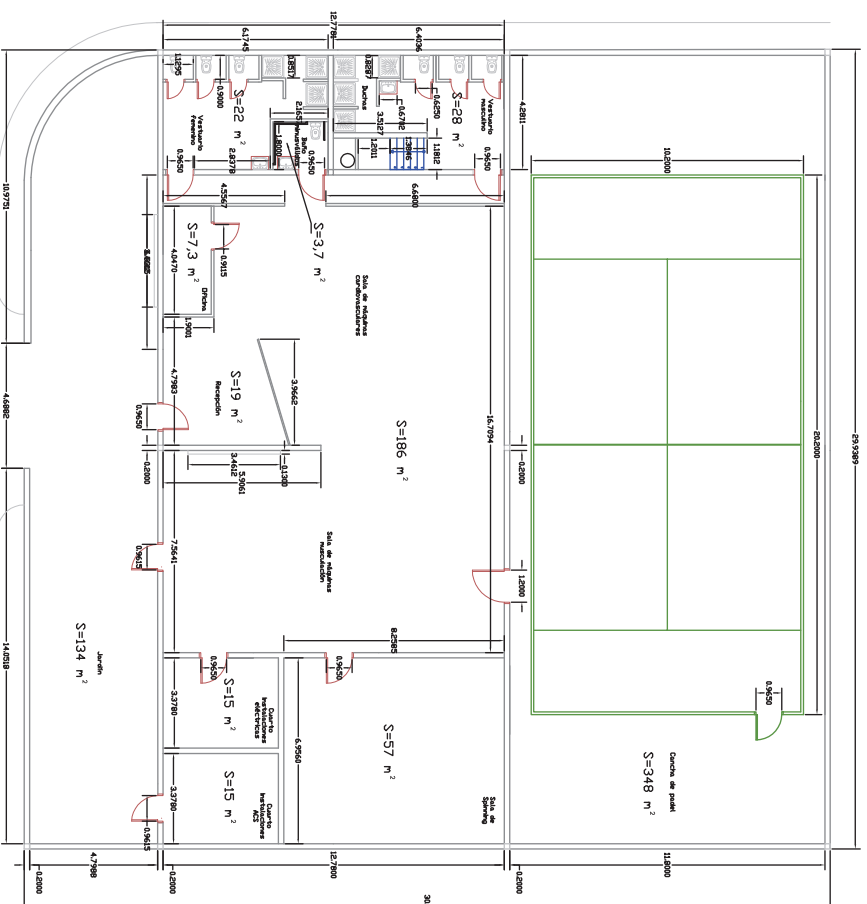
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:


Gabriel José Domínguez Betancourt.

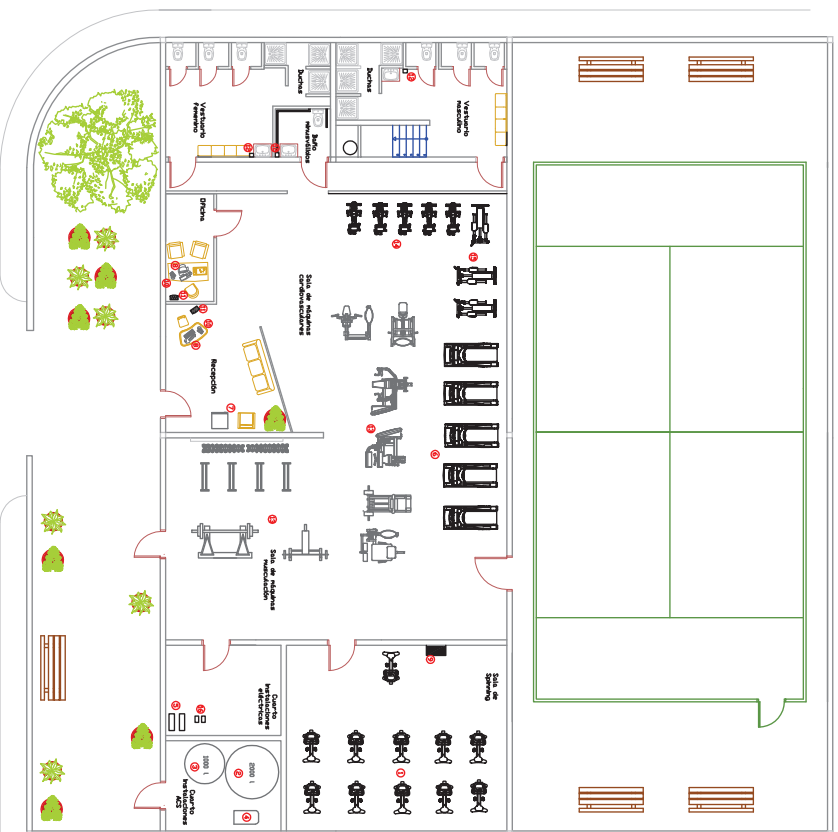
Nombre de archivo: 6  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:56:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:56:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:02:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 36 (aprox.)  
Número de caracteres: 202 (aprox.)






**PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO**

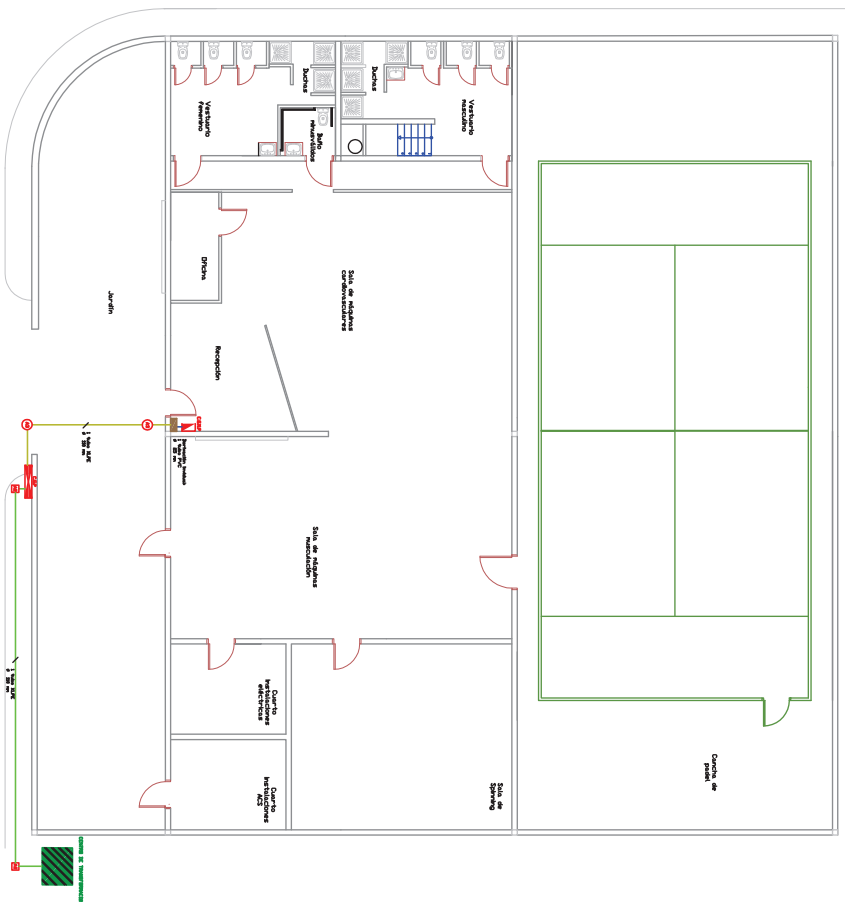
PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO		Fecha	Autor
Dibujado	08-2014	08-2014	Gabriel Diguez Betancourt
Comprobado	08-2014	08-2014	Gabriel Diguez Betancourt
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	UNE-EN-DIN	
ESCALA:		 <b>ULL</b> Universidad de La Laguna	
1:75		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna	
Plano de planta de distribución de zonas		Nº Plano: 2	



- Legenda: Distribución del equipamiento y dependencias**
- 1 Baterías, Utopia Eco-Charger
  - 2 Depósito para ACS de 2000 litros
  - 3 Depósito para ACS de 1000 litros
  - 4 Bomba de agua
  - 5 Baterías
  - 6 Oficina de correo
  - 7 Mueble
  - 8 Ordenador
  - 9 Equipo de médico
  - 10 Teléfono
  - 11 Impresora
  - 12 Secador
  - 13 Máquina para masajeado
  - 14 Bicicleta estática
  - 15 Epilator
  - 16 Computador de baterías

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO**

Fecha		Autor		 <b>ESQUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</b>
08-2014		Gabriel Diguez Betancourt		
Id. s. normas		UNE-EN-DIN		<b>Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática</b> Universidad de La Laguna
Escala:				Nº Plano: 3
1:75		Plano de planta de distribución del equipamiento		



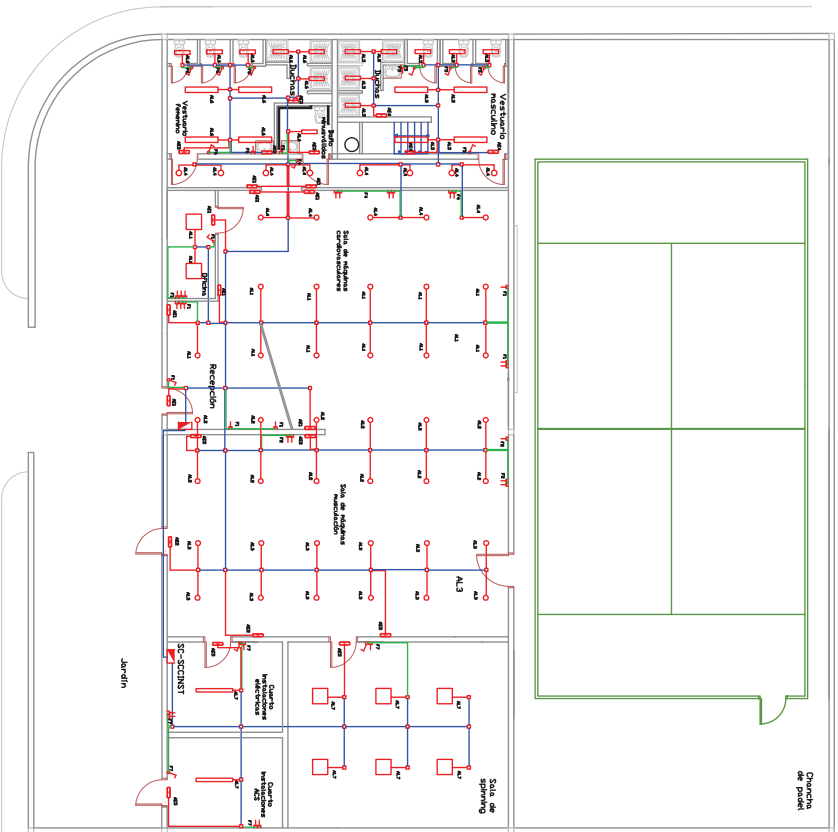
Leyenda: Instalación de Eólica	
	Cable de transformación
	Caja General de Protección
	Centralización de conductores
	Cableo General
	Armario tipo A-2 con tipo y freno A-2 en serie
	Armario tipo A-3 con tipo y freno B-2 en serie
	Acumulada 3x50 mm <sup>2</sup> x 125 mm <sup>2</sup>
	Línea General de Alimentación 3x25 mm <sup>2</sup> x 1416 mm <sup>2</sup>
	Distribución Individual 3x10 mm <sup>2</sup> x 1410 mm <sup>2</sup>

## PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO	
Fecha	Autor
08-2014	Gabriel Diguez Betancourt
08-2014	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN
ESCALA:	
1:75	
Plano de planta de elementos de enlace	
Nº Plano: 4	

**ULL**  
 Universidad de La Laguna

ESQUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL  
 Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática  
 Universidad de La Laguna

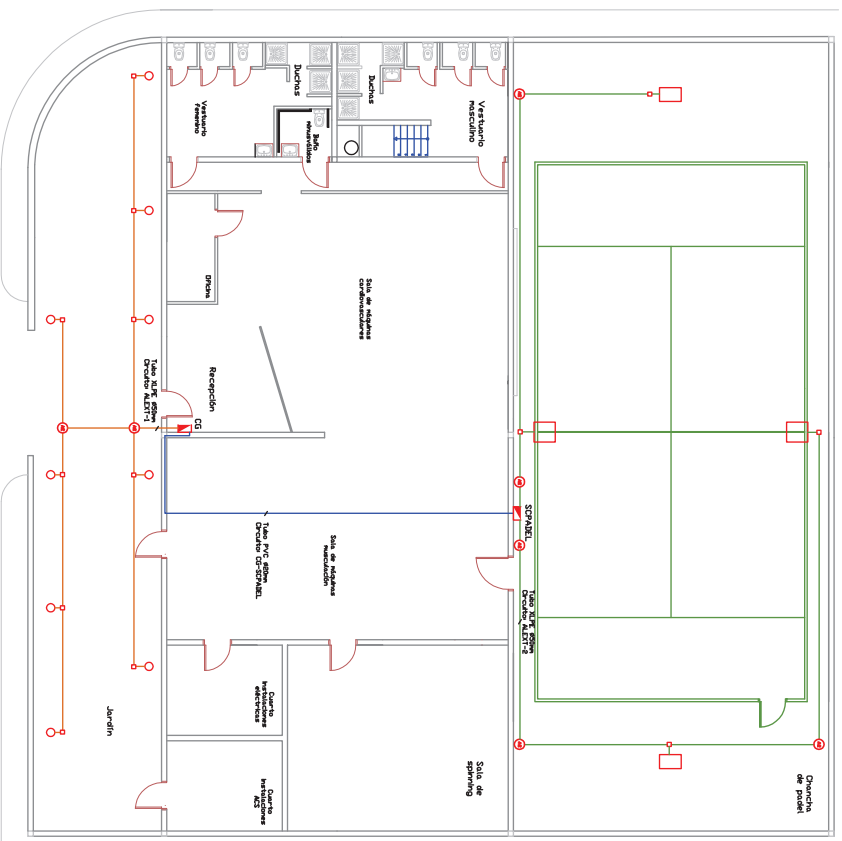


**Leyenda: Condicionales de circuitos de fuerza y de alumbrado interior**

○	Luminaire Philips DM1258 LED255/340 PSR MH
○	Luminaire Philips DM4058 DM1110/830
□	Luminaire Philips SKL348 LED98/340 AC-MLO
□	Luminaire Philips BS340 LED2/340 PSB W211/25 ML0
□	Luminaire Philips AM900 LED75/330 PSB D30
□	Luminaire Philips 335 TL5 HFPP
□	Luminaire de emergencia EMP
□	Cuadro General
☑	Subcuento General en Cuadro de instalaciones Electricas
⚡	Toma de corriente
⚡	Interruptor
○	Caja de registro
—	Condicionales de alumbrado y fuerza
—	Circuitos de alumbrado: AL-1, AL-2, AL-3, AL-4, AL-5, AL-6 y AL7
—	Circuitos de fuerza: F-1, F-2, F-3, F-4, F-5, F-6, F-7

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGIAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO**

<p><b>ULL</b> UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA</p> <p>ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna</p>		<p>Fecha: 08-2014</p> <p>Autor: Gabriel Diguez Betancourt</p>
<p>Dibujado: 08-2014</p> <p>Comprobado: 08-2014</p> <p>Id. s. normas: UNE-EN-DIN</p>	<p>Fecha: 08-2014</p> <p>Autor: Gabriel Diguez Betancourt</p>	<p>ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna</p>
<p>ESCALA: 1:75</p>	<p>Plano de planta de canalizaciones de alumbrado interior</p>	<p>Nº Plano: 5</p>

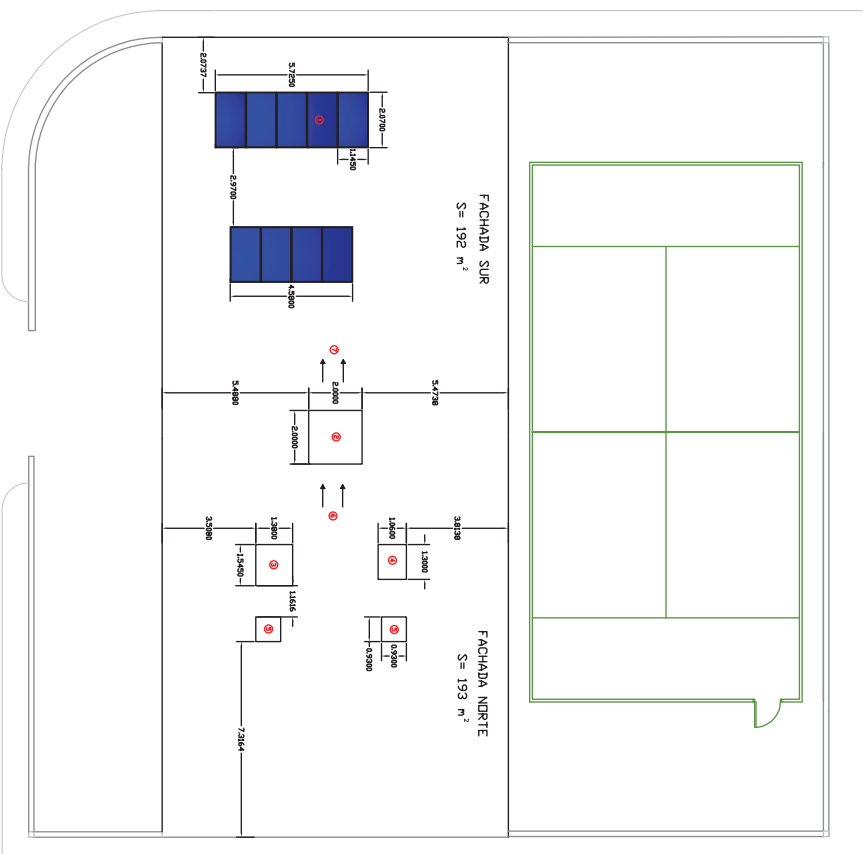


Leyenda: Canalizaciones de alumbrado exterior	
	Luminaria Philips MWP507 SON T890W K NBS S1
	Luminaria Philips HWP501 SON T830W NB
	Luminaria Philips BSS100 T25 LED35 25/40 DMW
	Quadro General
	Salvacoque General en Cambio de Fase
	Apoyado tipo A-2 con tapa y marco B-2 en exterior
	Apoyado algado 4mm con tapa y marco para radiación exterior
	Canalización enterrada bajo tubo 650mm
	Canalización enterrada bajo tubo 650mm
	Canalización bajo tubo empotrado o panel 650mm

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO			
Dibujado	Fecha	Autor	
Comprobado	08-2014	Gabriel Diguez Betancourt	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	ULL	
ESCALA: 1:75		UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	
Plano de planta de canalizaciones de alumbrado exterior		ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL	
		Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática	
		Universidad de La Laguna	
		Nº Plano: 6	

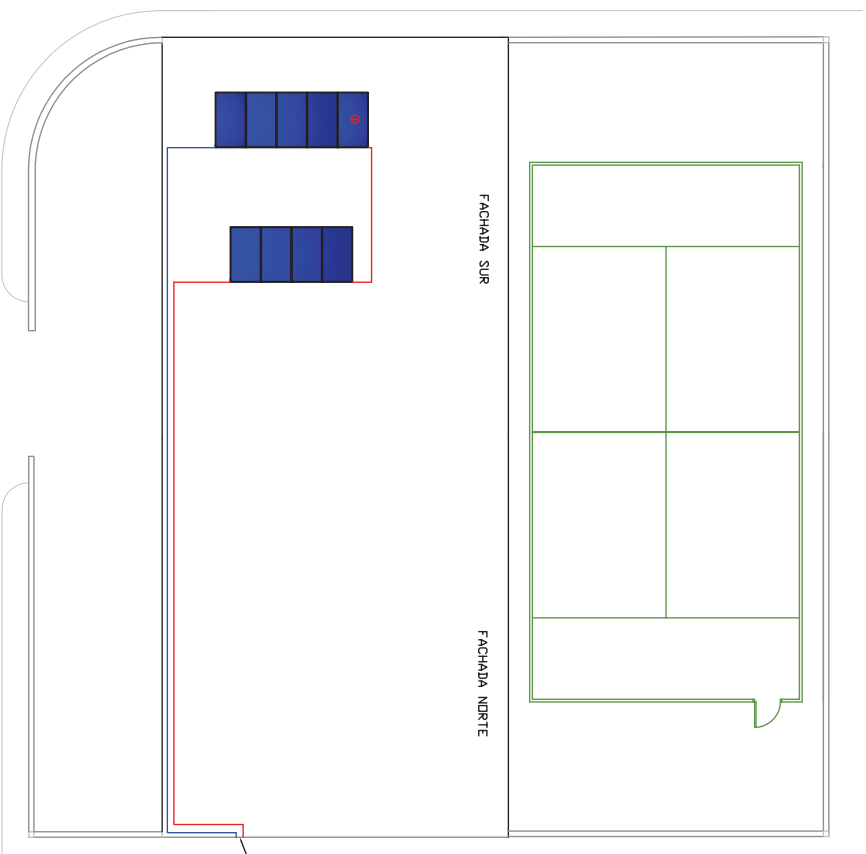






Leyenda: Equipos sobre cubierta	
	Panels solares, Excellence FC-1 S
	Cubierta del sistema de ventilación
	Equipo controlador, WTC-SC20
	Equipo controlador, WTC-SC20
	Torneo de refrigeración
	Entrada del aire
	Salida del aire

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO			
Dibujado	08-2014	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	08-2014	Gabriel Diguez Betancourt	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	1:75		
Plano de planta de equipos sobre cubierta			Nº Plano: 8

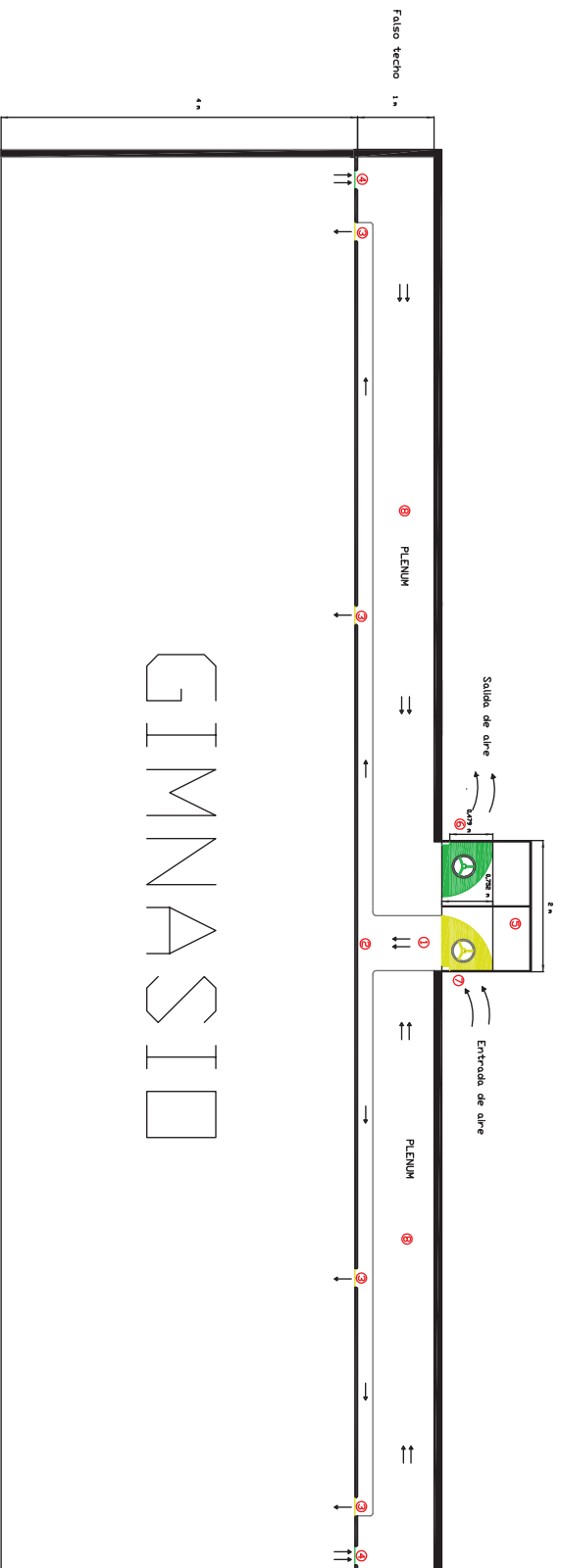


A caja de registro en la pared del cuarto de instalaciones ACS. Conexión paralelo con recombinación

Leyenda: Indicación plicas sobre técnicas	
⊕	Poca solar, Exchambre RTR-1 S
— (blue)	Tubería de ACS: agua frío
— (red)	Tubería de ACS: agua caliente

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO**

<b>Dibujado</b> Comprobado	08-2014 08-2014	<b>Autor</b> Gabriel Diguez Belancourt	 <b>ULL</b> Universidad de La Laguna	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna
<b>Id. s. normas</b>	UNE-EN-DIN			
<b>ESCALA:</b> 1:75	<b>Plano de planta de la instalación de agua caliente sanitaria</b>			Nº Plano: 9



Legenda: Esquema del funcionamiento del sistema de ventilación

1	Condado principal de impulsión de aire	
2	Definición en T	
3	Rejilla impulsión	
4	Rejilla retorno	
5	Caja envolvente del sistema de ventilación	
6	Ventilador centrifugo extractor de retorno CBP-18/18 RE	
7	Ventilador centrifugo extractor de impulsión CBP-18/18 RE	
8	Exposición de aire por el PLENUM	

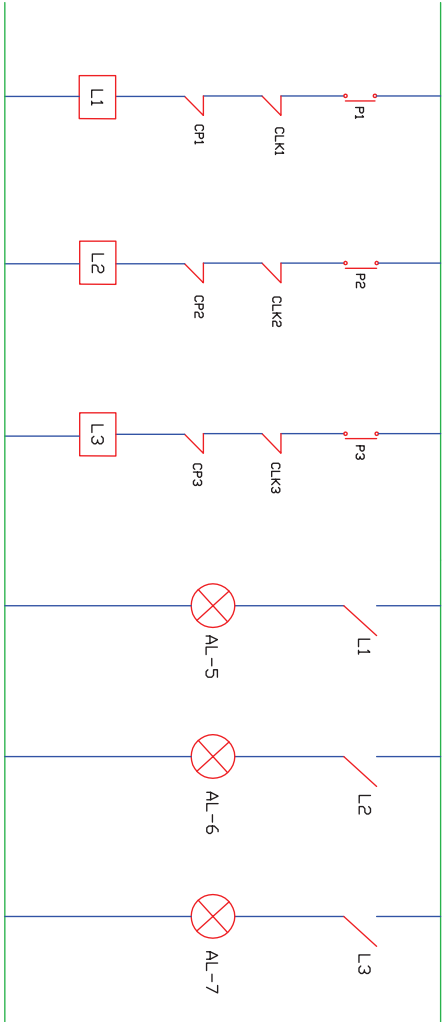
GIMNASIO

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO

Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna
08-2014	Gabriel Diguez Betancourt		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		


ESCALA: SIN  
Sección del esquema de funcionamiento del sistema de ventilación

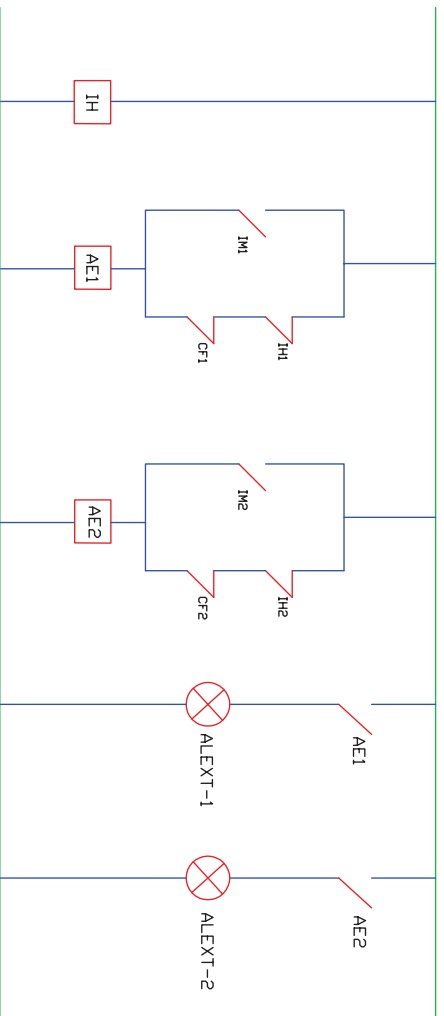
Nº Plano: 10



Leyenda: Esquema de control del alumbrado interior	
P1, P2, P3:	Contacto NC libre de potencial
CLK1, CLK2, CLK3:	Temporizador
CP1, CP2, CP3:	Captador de presencia
L1, L2, L3:	Contacto activación de alumbrado
AL-5, AL-6, AL-7:	Circuito de alumbrado desactivado

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO

Fecha		Autor		 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Ind. y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	08-2014	Gabriel Diguez Betancourt		
Comprobado	08-2014	UNE-EN-DIV		
Id. s. normas				
ESCALA:		Esquema de control de funcionamiento del alumbrado interior		Nº Plano: 11
SIN				



Leyenda: Esquema de control del alumbrado exterior	
IH:	Interruptor horario
CF:	Célula fotocelear
AE1:	Contacto activación alumbrado exterior
AE2:	Contacto activación alumbrado exterior
IM1, IM2:	Contacto NA libre de potencial
IH1, IH2:	Contacto NC libre de potencial
CF1, CF2:	Contacto NC libre de potencial
ALEXT-1, ALEXT-2:	Circuito de alumbrado desactivado

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UN GIMNASIO		Fecha	Autor	ULL	
Dibujado	08-2014	08-2014	Gabriel Diguez Betancourt	Universidad de La Laguna	ESQUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL
Comprobado	08-2014	08-2014	UNE-EN-DIN		
Id. s. normas					Universidad de La Laguna
ESCALA:		Esquema de control de funcionamiento del alumbrado exterior		Nº Plano: 12	
S/N					





**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

## **6.- Mediciones y Presupuesto.**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.



Nombre de archivo: 7  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:57:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:57:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:03:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 39 (aprox.)  
Número de caracteres: 217 (aprox.)

## 1. **INSTALACIONES DE ENLACE**

Ud	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal.
m	<b>ACOMETIDA</b>  Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación hasta C.G.P., enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x50) mm <sup>2</sup> +1x25 mm <sup>2</sup> Al XZ1 0,6/1 kV. Formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de material especial cero halógenos, tipo Flamex DMO1, de Ø 110 mm. Totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.	15	74,23€	
Ud	Arqueta registro tipo A-3, para conexionado de electricidad en exteriores, medidas interiores con tapa y marco de hierro fundido normalizada A3. Totalmente ejecutada y acabada según normas de la compañía suministradora Unelco-Endesa.	2	189,49€	378,98€
Ud	<b>CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN</b>  Equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 9.	1	289,05€	289,05€

M	<b>LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN</b>	5,4	124,24€	670,90€
	Enterrada bajo acera formada por conductores de cobre 3(1x25)+1x16 mm <sup>2</sup> . con aislamiento tipo RZ1-K 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado con cubierta de mezcla especial cero halógenos, AFUMEX Z1.			
ud	Módulo de interruptor de corte en carga para una intensidad máxima de 250 A., homologado por la compañía suministradora.	1	133,23€	133,23€
ud	Módulo para los dos contadores trifásicos digitales homologados por la compañía suministradora Unelco-Endesa.	1	73,13€	73,13€
ud	<b>CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.</b>	1	850,42€	850,42€
	En armario de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 250 A, un módulo de embarrado general, un módulo de fusibles de seguridad, dos módulo de contadores trifásicos, módulo de servicios generales con seccionamiento, módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y un módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.			
m	<b>DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b>	0,2	80,45€	16,09€
	Formada por una línea con conductores de cobre del tipo			

ESO5Z1/H0721-K, con tensión nominal 450/750V. Dispone de sección 3(1x10)+1x10, en canalización enterrada bajo tubo de PVC flexible clase 5, cero halógenos de Ø25mm.

**TOTAL PARTIDA: 3525,25 €**

**Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTOS VENTICINCO EUROS con VENTICINCO CÉNTIMOS**

## 2. **INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

Ud	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
Ud	<b>CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN</b>  Caja general sobre pared IP30, e índice IK07, según ITC-BT-17. Completamente instalada y conexionada.	1	349€	349€
Ud	Interruptores magnetotérmico. Trifásico (IVpolos, 150A, 380V)	2	63,20€	126,4€
Ud	Interruptor magnetotérmico. Trifásico (IVpolos,40A, 380V)	1	42,50€	42,50€
Ud	Interruptores magnetotérmico. Trifásico (IVpolos, 63A, 380V)	1	51,16€	142,92€
Ud	Interruptores magnetotérmico. Trifásico (IVpolos, 16A, 380V)	4	35,73€	142,92€
Ud	Interruptores magnetotérmico. Monofásico (II polos, 32A, 220V)	5	9,82€	49,10€

Ud	Interruptores magnetotérmico. Monofásico. (II polos, 16A, 220V)	10	7,81€	78,10€
Ud	Interruptores magnetotérmico. Monofásico. (II polos, 16A, 220V)	10	7,81€	78,10€
Ud	Interruptor diferencial 4x25A sensib 300 Ma	1	9,86€	9,86€
Ud	Interruptor diferencial 2x40A sensib 30 mA	3	29,00€	87€
Ud	Interruptor diferencial 2x25A sensib 30 mA	9	12,78€	115,02€
Ud	Interruptor diferencial 2x40A sensib 30 mA	3	16,78€	50,34€
<b>SUBCUADROS</b>				
ud	Caja Subcuadro sobre pared. IP30, IK07. Según ITC-BT-17. Completamente colocado, instalado y conexionado. Un cuadro para el Cuarto de Instalaciones Eléctricas (SCCINST) y otro para la Cancha de Padel (SCPADEL).	2	129,65€	259,3€
ud	Interruptores magnetotérmico. Trifásico. (IV polos, 16A, 380V)	3	35,73€	107,19€
ud	Interruptores magnetotérmico.	1	7,81€	7,81€

	Monofásico. (II polos, 16A, 220V)				
ud	Interruptores magnetotérmico. Monofásico. (II polos, 10A, 220V)	2	7,81€	15,62€	
ud	Interruptores magnetotérmico. Trifásico. (IV polos, 63A, 380V)	1	12,76€	12,76€	
ud	Interruptor diferencial 2x40A sensib 30 mA.	1	15,20€	15,20€	
ud	Interruptor diferencial 2x25A sensib 30 mA.	1	9,71€	9,71€	
ud	Interruptor diferencial 4x25A sensib 30 mA.	1	9,71€	9,71€	

## 2.1 INSTALACIÓN INTERIOR

### 2.1.1 Iluminación interior:

Ud	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
ud	Luminaria Philips DN125B LED20S/840 PSR WH	40	99,99€	3999,6€
ud	Luminaria Philips CR434B LED88/840 AC-MLO	8	1530,32	12242,56€
ud	Luminaria Philips 4MX900 LED57S/830 L1200 PDS DA30	2	879,50	1759€
ud	Luminaria Philips	14	250,15€	250,15€

## 332TL5 HFPP

Ud	Luminaria BCS640 LED24/840 PSD W21L125 MLO-PC	8	582,00€	4656,00€
Ud	Luminaria Philips DN450B DLM1100/830	8	232,00€	1856,00€
Ud	Luminaria de emergencia no permanente, de superficie, marca ETAP, K134/6P Difusor.	9	91,31€	821,79€
Ud	Luminaria de emergencia no permanente, de superficie, marca ETAP, K234/6P Single-Sided foil.	14	91,31€	1278,34€
Ud	Interruptor unipolar de luz sencillo de 10A 230V.	6	12,83€	76,98€
Ud	Conmutador unipolar de luz sencillo de 16A 230V.	1	9,27€	9,27€
Ud	Pulsadores de luz sencillo de 10A 230V.	6	8,89€	53,34€
M	Cableado tipo H0Z71-K 3G con sección 1,5 mm <sup>2</sup> Ø12 mm de cobre PVC	152,2	0,71€	108,06€

**2.1.2 Fuerza interior:**

Ud	Toma de corriente sencilla tipo Schucko, con base bipolar y toma de tierra lateral 16A 230V.	16	12,83€	205,28€
Ud	Cable H0Z71-K 3G 6	16,6	2,21€	36,69€



mm<sup>2</sup> Ø20 mm cobre.

Ud	Cable H0Z71-K 3G 2,5 mm <sup>2</sup> Ø16 mm cobre.	108	0,81€	87,48€
----	---	-----	-------	--------

## 2.2 INSTALACIÓN EXTERIOR

### 2.2.1 Iluminación exterior:

Ud	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
Ud	Luminaria Philips MVP507 SON-TP600W K WB SI	2	818	1636
ud	Luminaria Philips HNF901 SON T250W NB	2	93€	186€
ud	Luminaria Philips BDS100 T25 LED43 2S/740 DRW	9	783€	7101€
m	Cable para alumbrado exterior formada por conductores de cobre de 6 mm <sup>2</sup> de Ø20 con aislamiento tipo RV-K 0,6/1 kV, mezcla de polietileno reticulado.	27	2,32€	62,64€

**TOTAL PARTIDA: 37956,74 €**

**Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

**3. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

U Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
u Toma de tierra independiente con pica de d acero cobrizado de D=15 mm. y 2 m de longitud, con arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro. Incluyendo registro de comprobación y puente de prueba.	3	145,34€	436,02€
m Conductor de cobre desnudo de 35mm <sup>2</sup> de sección para unión de electrodos de puesta a tierra.	6	0,25€	1,5€

**TOTAL PARTIDA: 437,52 €**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y SIETE con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

#### 4. **INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN**

U d	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
u d	Equipo ventilador centrífugo extractor de retorno de aire (sin motor)	1	400,78€	400,78€
u d	Equipo ventilador centrífugo extractor de impulsión de aire (sin motor)	1	400,78€	400,78€
u d	Motor encajado en el extractor para realizar el trabajo de impulsión o retorno del aire	2	89,99€	179,98€
u d	Caja envolvente protectora del extractores del sistema de ventilación,	1	78,00€	78,00€
m	Cable, para suministro de corriente de los motores de impulsión y de retorno, formado por conductores de cobre de 2,5 mm <sup>2</sup> de Ø16 con aislamiento tipo H07ZZ1-K 450/750 V, mezcla de especial termoplástica, cero halógenos.	25	0,81€	20,25€
m	Conducto principal de impulsión tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior.	11,34	16,45€	186,54€
m	Conducto de impulsión sobre la sala de máquinas cardiovasculares y musculación, tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior. Montaje sobre	12,54	16,45€	206,28€

	falso techo			
m	Conducto de impulsión sobre la sala habilitada para las clases de spinning, tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior. Montaje sobre falso techo	1,21	16,45€	19,90€
m	Conducto de impulsión sobre el vestuario masculino, tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior. Montaje sobre falso techo	1,23	16,45€	20,23€
m	Conducto de impulsión sobre el baño para minusválidos y vestuario femenino, tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior. Montaje sobre falso techo	1,2	16,45€	19,74€
	Conducto de impulsión sobre el cuarto de instalaciones eléctricas y de ACS, tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior. Montaje sobre falso techo	1,35	16,45€	22,21€

---

m	Conducto de impulsión sobre la oficina, tipo Climaver A2 de panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras con aluminio reforzado, y con el canto macho rebordeado por el revestimiento interior. Montaje sobre falso techo.	0,75	16,45€	12,34€
---	---	------	--------	--------

---

**TOTAL PARTIDA: 1567,03 €**

**Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con TRES CÉNTIMOS.**

## 5. **INSTALACIÓN DE ACS**

l Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
<p>u Captador solar plano de alto rendimiento, d con tratamiento altamente selectivo (PVD), para montaje en vertical. Circuito hidráulico en doble serpentín. Permite conexión en paralelo hasta 10 captadores. Uniones metálicas flexibles, de muy fácil conexión y gran durabilidad. Aislamiento de lana mineral de 55 mm. de espesor. Carcasa de una sola pieza, realizada en fibra de vidrio.</p> <p>Superficie apertura: 2,426 m<sup>2</sup>. Dimensiones totales: 1.175 x 2.170 x 87 mm. Absorbedor, lámina completa de Cu/Al. Soldadura en Omega para una mejor transferencia del calor. La unidad de obra se entiende totalmente instalada, conexionada y probada.</p>	9	788€	7092€
<p>u Juego de soportes para el soporte de los d paneles solares con una inclinación de 25° realizado en aluminio de 3 mm, modelo JSF 05 marca constante solar. Unidad totalmente instalada con mano de obra incluida.</p>	1	958,38€	958,38€
<p>u Caja de accesorios para la conexión entre d la batería en paralelo entre los colectores FKT-2.</p>	8	32,94€	263,52€
<p>m Canalización exterior, para el agua d caliente sanitaria en tubería de cobre de Ø25mm. La mano de obra e instalación, conexión y albañilería están totalmente incluidas.</p>	30	24,09€	722,70€

u	Acumulador de energía de agua caliente sanitaria de 1000 litro se capacidad, modelo DS 1000 de GROUP ATLANTIC, con 5 años de garantía. Instalación del acumulador y conexionado en paralelo con las tuberías de ACS, ya vienen incluidos.	1	3359,00€	3359,00€
U	Acumulador de energía de agua caliente sanitaria de 1000 litro se capacidad, modelo DS 1000 de GROUP ATLANTIC, con 5 años de garantía. Instalación del acumulador y conexionado en paralelo con las tuberías de ACS, ya vienen incluidos.	1	4362,00€	4362,00€
U	Grupo de bombeo para el control hidráulico del circuito primario	1	987€	987€
M	La canalización para la alimentación de la unidad de bombeo de agua destinada a ACS, se hará con un cobre tipo H07Z1-K con asilamiento 750V y sección de $3(1 \times 2,5) \text{ mm}^2 + 1 \times 2,5 \text{ mm}^2$ con $\varnothing 20 \text{ mm}$ . Con tubo PVC corrugado.	8	0,97€	7,76€

**TOTAL PARTIDA: 17751,66€**

**Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE MIL Y SETECIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

## 6. **INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN**

U	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
u	Equipo para climatización por absorción de calor, modelo WFC-20 de Yazaki	1	98823,53€	98823,53€
u	Torre de refrigeración modelo TVC 017, libre de corrosión, baja silueta (fácil canalizable), concentrado en un bloque único. Montaje ubicado sobre cubierta.	1	4700,00€	4700,00€
u	Válvula presostática.	1	65€	65€
m	Canalización sobre cubierta para la alimentación de los equipos de absorción y torres de refrigeración del sistema de climatización. Tubo de cobre tipo H07Z1-K con asilamiento 750V y sección de $3(1 \times 2,5) \text{ mm}^2 + 1 \times 2,5 \text{ mm}^2$ con $\varnothing 20 \text{ mm}$ . Con tubo PVC corrugado. La mano de obra e instalación, conexión y albañilería están totalmente incluidos	26	0,91€	23,66€

**TOTAL PARTIDA: 103612,19 €**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de **CIENTO TRES MIL SEISCIENTOS DOCE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS.**



## 7. **INSTALACIÓN DE BICICLETAS ESTÁTICAS**

Ud	Descripción	Nº Uds	Precio Unitario	Subtotal
ud	Bicicletas de spinning, Upcycle Eco-Charger	11	1142,09€	11562,99€
ud	Sistema de almacenamiento de energía generada por medio de baterías, modelo MLI Ultra 24/5000 de Mastervolt.	2	4.399,00€	8798,00€
ud	Cargador de baterías ChargeMaster, modelo 24/30-3, garantiza una carga rápida y completa de sus baterías independientemente de su ubicación.	2	760,00€	1520,00€
ud	Kit de bricolaje. Forma por un inversor, un monitor y un generador en el caso de que el montaje se requiera. Montaje listo para usar.	11	640,00€	7040,00€
m	Circuito de enlace entre el CGMP con el SCCINT con una canalización con sección $3(1 \times 2,5) \text{ mm}^2 + 1 \times 2,5 \text{ mm}^2$ de $\varnothing 20 \text{ mm}$ . Con tubo PVC corrugado Totalmente montada e instalada.	9,5	0,91€	8,65€

**TOTAL PARTIDA: 28929,64 €**

**Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VENTIOCHO MIL NOVECIENTOS VEINTINUEVE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.**

**8. SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº Uds</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Subtotal</b>
ud	Casco de seguridad CE, homologado, CE s/normativa vigente.	15	2,88€	43,20€
ud	Par de botas aislantes para electricista, hasta 5000 V tensión.	10	36,63€	366,30€
ud	Bota lona y cerraje, con puntera y plantilla metálicas incorporada, (par) homologada CE s/normativa vigente.	10,00	25,13€	251,30€
ud	Guantes de cuero forrado, dorso de algodón rayado (par).CE s/normativa vigente.	10,00	3,25€	32,5€
ud	Guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión de hasta 10000 V. Homologado.	10,00	3,75€	37,5€
ud	Cinturón portaherramientas CE s/normativa vigente.	10,00	25,97€	259,7€
ud	Traje anti agua chaqueta y pantalón PVC, amarillo/verde, CE, s/normativa vigente.	10,00	6,30€	63€
ud	Gafa anti-partículas, de policarbonato, homologada CE s/normativa vigente.	10,00	10,68€	106,8€
ud	Gafa de soldador sencilla, Futura tono 5, homologada CE, s/normativa vigente.	10,00	13,45€	13,45€
ud	Tapones protectores auditivos con	15,00	1,58€	23,7€

cordón, (par) homologados CE  
s/normativa vigente.

ud	Arnés completo con cuerda regulable y mosquetones, homologado CE s/normativa vigente	10,00	30,04€	300,4€
----	--	-------	--------	--------

**TOTAL PARTIDA: 1397,85€**

**Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

**RESUMEN DE PRESUPUESTO***Proyecto de instalaciones de energías renovables en un gimnasio*

<b>RESUMEN</b>	<b>EUROS</b>
1. Instalaciones de enlace	3525,25 €
2. Instalación eléctrica	37956,74 €
3. Instalación de puesta a tierra	437, 52 €
4. Instalación de ventilación	1567,03 €
5. Instalación de ACS	17751,66 €
6. Instalación de Climatización	103612,19 €
7. Instalación de Bicicletas estáticas	28929,64 €
8. Seguridad y salud	1397,85 €
<hr/>	
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>195177,90 €</b>
13% Gastos generales	25373,13 €
6% Beneficio industrial	11710,67 €
<hr/>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>23.2261,70 €</b>
<hr/>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>232.261,70 €</b>

**Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y DOS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UNO con SETENTA CÉNTIMOS.**

Nombre de archivo: presupuesto  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título: Memoria Descriptiva  
Asunto:  
Autor: Gabri  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:45:00  
Cambio número: 3  
Guardado el: 04/09/2014 21:43:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 17 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:04:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 19  
Número de palabras: 2.517 (aprox.)  
Número de caracteres: 13.847 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

## **7.- Resumen.**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 8  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:57:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:57:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:04:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 36 (aprox.)  
Número de caracteres: 203 (aprox.)

## 7.- RESUMEN (ABSTRACT)

El fin del proyecto consiste en realizar el diseño y los cálculos de la instalación eléctrica de un gimnasio y dotándolo de sistemas de generación de energías renovables como pueden ser: sistema de ventilación, equipos de climatización, placas solares térmicas y bicicletas estáticas para spinning. Con ello, se logra un gran aporte energético para la alimentación de los sistemas o equipos del complejo deportivo, y en caso de que se creyera conveniente, poder venderla a la compañía suministradora. El proyecto se basará fundamentalmente en el estudio y justificación de cada uno de los elementos de las instalaciones incluidas en el recinto deportivo, así como la integración de las mismas.

El cálculo de la instalación eléctrica se basará en estudiar los componentes para poder suministrar al gimnasio de la energía eléctrica necesaria para que haga frente a la demanda del público, tanto para interiores como exteriores, garantizando el buen funcionamiento del sistema. Siempre apoyándose según la normativa vigente, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La instalación de ventilación y climatización, será objeto de cálculo del proyecto. Sus funcionamientos aunque se analizan de manera independiente, están fuertemente ligados. El sistema implantado es el método de enfriamiento gratuito por aire exterior, comúnmente conocido como “Free-Cooling”, siendo sin duda el líder del ahorro energético. Las instalaciones se han diseñado de acuerdo con las instrucciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y Código Técnico de la Edificación.

La instalación solar térmica se establecerá mediante una serie de cálculos para estimar la cantidad energética que demandará la instalación de agua caliente sanitaria (ACS) durante el año. Además de realizar un estudio energético que verifique la viabilidad la instalación.

La instalación de bicicletas estáticas de spinning, se ha implantado siguiendo los pasos de la iniciativa estadounidense, *The Green Microgym*. Su funcionamiento se basa en generar corriente continua, pudiéndose utilizar de diferentes formas: almacenamiento en baterías para autoconsumo o inyección a la red.



Por último se dispondrá, además de los apartados de Pliego de Condiciones y un Estudio de Seguridad y Salud, un cálculo de Mediciones y Presupuestos que supervise el coste total de la instalación deportiva.

## 7.- RESUMEN (ABTRACT)

El fin del proyecto consiste en realizar el diseño y los cálculos de la instalación eléctrica de un gimnasio y dotándolo de sistemas de generación de energías renovables como pueden ser: sistema de ventilación, equipos de climatización, placas solares térmicas y bicicletas estáticas para spinning. Con ello, se logra un gran aporte energético para la alimentación de los sistemas o equipos del complejo deportivo, y en caso de que se creyera conveniente, poder venderla a la compañía suministradora. El proyecto se basará fundamentalmente en el estudio y justificación de cada uno de los elementos de las instalaciones incluidas en el recinto deportivo, así como la integración de las mismas.

El cálculo de la instalación eléctrica se basará en estudiar los componentes para poder suministrar al gimnasio de la energía eléctrica necesaria para que haga frente a la demanda del público, tanto para interiores como exteriores, garantizando el buen funcionamiento del sistema. Siempre apoyándose según la normativa vigente, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La instalación de ventilación y climatización, será objeto de cálculo del proyecto. Sus funcionamientos aunque se analizan de manera independiente, están fuertemente ligados. El sistema implantado es el método de enfriamiento gratuito por aire exterior, comúnmente conocido como “Free-Cooling”, siendo sin duda el líder del ahorro energético. Las instalaciones se han diseñado de acuerdo con las instrucciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y Código Técnico de la Edificación.

La instalación solar térmica se establecerá mediante una serie de cálculos para estimar la cantidad energética que demandará la instalación de agua caliente sanitaria (ACS) durante el año. Además de realizar un estudio energético que verifique la viabilidad la instalación.

La instalación de bicicletas estáticas de spinning, se ha implantado siguiendo los pasos de la iniciativa estadounidense, *The Green Microgym*. Su funcionamiento se basa en generar corriente continua, pudiéndose utilizar de diferentes formas: almacenamiento en baterías para autoconsumo o inyección a la red.

Por último se dispondrá, además de los apartados de Pliego de Condiciones y un Estudio de Seguridad y Salud, un cálculo de Mediciones y Presupuestos que supervise el coste total de la instalación deportiva.



Nombre de archivo: resumen  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:42:00  
Cambio número: 4  
Guardado el: 04/09/2014 21:45:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 2 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:04:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 5  
Número de palabras: 735 (aprox.)  
Número de caracteres: 4.047 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

## **8.- Conclusión**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 9  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:58:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:58:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:04:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 37 (aprox.)  
Número de caracteres: 204 (aprox.)

## 8.- CONCLUSION (CONCLUSION)

Proyectar una instalación deportiva es una actividad arriesgada debido que la competencia que se produce en el sector es bastante elevada. Las características distintivas que plantea el Proyecto es la aplicación de energías renovables capaces de producir la energía necesaria para abastecer, en la medida de lo posible, el consumo del gimnasio.

Con los problemas de cambio climático, a la orden del día, el complejo deportivo Deporpasión es una edificación concienciada y respetuosa con el medio ambiente, y ha instalado una serie equipos que aprovechan la fuerza de la naturaleza para generar energía con un coste mínimo de potencia: equipo de ventilación y climatización y paneles solares térmicos. También, se ha desarrollado una instalación de bicicletas estáticas de spinning con el fin de aprovechar el movimiento mecánico del pedaleo proveniente de una fuente inagotable de energía, el ser humano.

En la elaboración del proyecto, se ha querido utilizar el mayor número de elementos que proporcionen un ahorro energético. Para ello, además de los materiales, se ha hecho uso de técnicas de control para el encendido y apagado de los circuitos de alumbrado de las zonas ocupadas ocasionalmente.

El empleo de energías renovables que se suministra en el gimnasio supone una gran inversión inicial, sin embargo en un periodo de tiempo a medio plazo se podrán percibir los beneficios obtenidos y, se amortizará el capital invertido inicialmente.

Como aspecto concluyente desde un punto de vista más personal, esta iniciativa hace partícipe al abonado, y además de hacer un ejercicio físico, puede contribuir con el desarrollo sostenible utilizando su cuerpo como medio de generación de energía.



## 8.- CONCLUSION (CONCLUSION)

Projecting a sports facility is a risky business because the competition that occurs in the sector is quite high. But this project, attending the problems of climate change and the need to save energy, introduces innovation elements as the application of renewable energy capable of producing the energy required for the Gym operation.

Deporación, is as sports business that develops in an environmentally friendly building and has installed sports equipment that take advantage of nature to generate energy with minimal power cost: ventilation and air conditioning equipment and solar thermal panels. Also, it has installed spinning bikes in order to take advantage of the mechanical motion of pedaling produced by the person, the simplest source of mechanical energy.

In developing the project, we have tried to use as many elements that provide energy savings. To do this, in addition to materials, has made use of control techniques for the on-off lighting circuits of occasionally occupied areas.

The use of renewable energy in the gym is a big initial investment, but in a period of time in the medium term, it could return in profits and capital initially invested will be repaid.

From a more personal point of view, this initiative engages the user, and in addition to do physical exercise, can contribute to sustainable development by using its body to generate energy.

Nombre de archivo: conclusion  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:43:00  
Cambio número: 5  
Guardado el: 04/09/2014 22:03:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 5 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:04:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 2  
Número de palabras: 483 (aprox.)  
Número de caracteres: 2.660 (aprox.)



**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.**

TITULACIÓN:

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

## **9.- Bibliografía**

TÍTULO:

PROYECTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍAS  
RENOVABLES EN UN GIMNASIO.

AUTOR:

Gabriel José Domínguez Betancourt.

Nombre de archivo: 10  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 21:58:00  
Cambio número: 2  
Guardado el: 04/09/2014 21:58:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:05:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 37 (aprox.)  
Número de caracteres: 206 (aprox.)

## 9.- BIBLIOGRAFIA

Abancens, D. G. (2011). *Código técnico de la edificación*. DAPP Publicaciones Jurídica.

Alonso, A. P., Fránquiz, J. I. J., Mayoral, J. R., Rodríguez, N. A., Dominguez, P. I. G., & Suárez, J. C. Q. Irradiación Solar en las Islas Canarias.

Antón, M. L. (2002). *RBT 2002: comentarios al nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*. Profepro.

Carrión, D., & Ortiz, L. Generación distribuida a partir de bicicletas estáticas y sistemas híbridos.

Corominas, F. P. Refrigeración Solar.

de cables de Baja Tensión, C. (2005). Prysmian. *Cables & Systems*.

de Energía, D. B. A. (2013). Sección HE4—Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. *Código Técnico de la Edificación (CTE)*.

de España, G., & Anónima, S. (2003). Ministerio de Fomento. *Puertos del Estado. Madrid*.

del Estado, B. O. (2003). Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. *Nº, 171, 28005*.

España Ministerio de la Presidencia. (2008). *Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios: RITE*. Editorial Paraninfo.

Gómez-Romero, P. (2010). La Re-evolución de la energía.

Nandwani, S. (2005). Energía solar. Conceptos básicos y su utilización. *Universidad Nacional, Heredia (Costa Rica). Jun*.

Tensión, R. E. P. B. (2002). Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 A BT 51. *Real Decreto, 842*.

Térmica, E. S. (2002). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. *PET-REV*.

Nombre de archivo: bibliografia  
Directorio: C:\Users\Anii\Desktop\carpeta guille  
Plantilla: C:\Users\Anii\AppData\Roaming\Microsoft\Plantillas\Normal.  
dotm  
Título:  
Asunto:  
Autor: Usuario  
Palabras clave:  
Comentarios:  
Fecha de creación: 04/09/2014 20:44:00  
Cambio número: 3  
Guardado el: 04/09/2014 21:50:00  
Guardado por: Usuario  
Tiempo de edición: 0 minutos  
Impreso el: 04/09/2014 22:05:00  
Última impresión completa  
Número de páginas: 1  
Número de palabras: 230 (aprox.)  
Número de caracteres: 1.265 (aprox.)