



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Memoria descriptiva

INSTALACIONES ESPECÍFICAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN POLIDEPORTIVO

PFC1 presentado para optar al título de Ingeniero
Técnico Industrial especialidad ELECTRICIDAD
por **Francisco Pérez Sánchez**

Barcelona, 16 de Junio de 2010

Tutor proyecto: Juan Antonio Ramírez
Departamento Oficina Técnica
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

SUMARIO

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	2
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD QUE SE VA A DESARROLLAR.....	2
2.2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	2
2.3. ESTRUCTURA ORGÁNICA.....	3
2.4. DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO.....	4
2.5. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFÍCIE.....	5
2.6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL COMPLEJO DEPORTIVO	6
2.6.1. <i>Campos de fútbol</i>	6
2.6.2. <i>Edificio de servicios</i>	6
3. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	9
3.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS	9
3.2. ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO	9
4. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA ACS	11
4.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS	11
4.2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS	11
4.2.1. <i>Cálculo de la demanda</i>	11
4.2.2. <i>Contribución solar mínima</i>	12
4.3. ESTUDIO DE LA INSTALACION	13
4.3.1. <i>Dimensionado de la instalación</i>	13
5. INSTALACIÓN DE AGUA	16
5.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS	16
5.2. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA	16
5.2.1. <i>Dimensionado de la instalación de agua fría</i>	19
5.3. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE ACS.....	20

5.3.1.	<i>Dimensionado de la instalación de ACS.</i>	21
5.4.	ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO	22
5.4.1.	<i>Dimensionado de la instalación de riego</i>	22
5.5.	ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS	25
5.5.1.	<i>Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales.</i>	25
5.5.2.	<i>Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales.</i>	26
6.	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	28
6.1.	RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS	28
6.2.	ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	28
6.2.1.	<i>Cálculo de la instalación de iluminación</i>	29
7.	INSTALACIÓN DE GAS NATURAL	39
7.1.	RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS	39
7.2.	ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE GAS NATURAL	39
7.2.1.	<i>Características del gas</i>	40
7.2.2.	<i>Pérdida de presión admisible</i>	41
7.2.3.	<i>Consumo de gas</i>	41
7.2.4.	<i>Distribución de tuberías</i>	43
7.2.5.	<i>Velocidad del gas</i>	45
7.3.	TIPO DE APARATO	45
8.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	46
8.1.	RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS	46
8.2.	DESCRIPCIÓN Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	46
8.2.1.	<i>Suministro de energía eléctrica</i>	46
8.2.2.	<i>Caja general de protección y medida</i>	48
8.2.3.	<i>Derivación individual</i>	49
8.2.4.	<i>Puesta a tierra</i>	51
8.2.5.	<i>Grupo electrógeno</i>	52
8.2.6.	<i>Canalizaciones y cableado</i>	52

9.	ANEXOS.....	54
9.1.	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO (GANTT).....	54
10.	SUMARIO PLANOS	57

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente informe es realizar las instalaciones específicas del complejo deportivo que consta de un campo de fútbol grande, un campo de fútbol siete y el edificio correspondiente de vestidores, bar, oficinas y demás servicios.

El informe constará del estudio y planteamiento de las siguientes instalaciones:

- Instalación contra incendios.

- Instalación de sistema de energía solar para ACS.

- Instalación de agua.

- Instalación de iluminación.

- Instalación de gas natural.

- Instalación eléctrica.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD QUE SE VA A DESARROLLAR

El programa funcional es de un equipamiento deportivo formado por dos campos de fútbol de diferentes dimensiones, con sus respectivas gradas y espacios anexos y un edificio de servicios. Este edificio, situado entre los dos campos, aloja los espacios necesarios y complementarios para la organización y la práctica deportiva, mediante el cual se garantiza el correcto funcionamiento de todo el conjunto.

El conjunto del complejo deportivo está concebido para la práctica adecuada de los deportes correspondientes, siendo éstos principalmente el fútbol y el rugby. Estos dos deportes son llevados a la práctica mediante dos instituciones independientes que son las que hacen uso y gestión habitual de las instalaciones.

2.2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El complejo deportivo está situado al noreste del núcleo urbano de Viladecans, población costanera de la comarca del Baix Llobregat localizada a unos 15 km al sur de Barcelona, en el interior del parque de la Torre Roja, en una zona de equipamientos deportivos y escolares, que se extiende paralelamente a la Avinguda de la Torre Roja.

El acceso principal a todo el recinto se produce desde la Avinguda Torre Roja, por la zona del edificio de servicios, posibilitando desde este punto, el acceso a las gradas de los dos campos y la entrada al edificio, además de dos accesos secundarios en cada uno de los extremos de la Avinguda Torre Roja.

El acceso para los vehículos se produce por la entrada principal y por una zona desde la calle Pompeu Fabra.

2.3. ESTRUCTURA ORGÁNICA

En este apartado se describe la estructura orgánica, es decir, el número de personas y su posición dentro de los clubes que hacen uso frecuente de las instalaciones, que son la U.D.Sector Montserratina y el Rugby Viladecans.

- U. D. Sector Montserratina:

Entidad dedicada a la enseñanza y la práctica del fútbol que cuenta con 19 equipos, formados por niños de categoría promesas desde los 4 años hasta el primer equipo de categoría amateur pasando por todo el conjunto de categorías intermedias, además de un equipo femenino. Cada uno de los equipos cuenta con un mínimo de 10 integrantes, y con un máximo de 23.

La dirección y coordinación del club es llevada a cabo por un equipo formado por 10 personas, a parte del los entrenadores de cada uno de los equipos.

El club ocupa las instalaciones de lunes a viernes de 17.30 (hora de inicio del primer entrenamiento) a 22.30 (hora de finalización del último entrenamiento, además de los sábados y domingos, durante la disputa de los distintos partidos.

- Rugby Viladecans:

Entidad dedicada a la práctica del rugby que cuenta con un solo equipo de categoría amateur, formado por 21 integrantes.

El club ocupa las instalaciones miércoles y viernes de 20.30 a 22.30 y los sábados por la tarde.

2.4. DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO

La forma del solar donde está ubicado el complejo es similar a un trapecio, de 200m de largo y 120m de ancho el lado noroeste y 50m el lado sureste, con una superficie aproximada de 15.365m².

Se pueden distinguir dos zonas separadas por un desnivel de unos 3m; la primera formada por el campo de fútbol grande situada por debajo de la rasante de la calle, y la segunda zona formada por el campo de fútbol siete situada a ras de calle.

La ordenación del complejo deportivo está planteada aprovechando la dimensión longitudinal del solar y su desnivel de 3m i las necesidades específicas para cada uno de sus elementos. De esta manera, se sitúan en sentido sureste/noroeste i linealmente, los tres elementos del complejo. El campo grande, en la zona más ancha, se sitúa paralelo a la Avinguda de la Torre Roja. A continuación, el edificio de servicios, orientado al sureste y con dos plantas de altura. La planta semisubterránea está destinada principalmente a vestuarios y conectada con el campo de fútbol grande, y la planta baja con acceso principal al recinto y formada por la recepción, el bar, una zona de

despachos y de servicios, conectada directamente con el campo de fútbol siete, ubicado como último de los tres elementos principales del complejo.

2.5. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFÍCIE

1	Campo fútbol grande	1	6.615,00	6.615,00
2	Campo fútbol siete	1	2.079,00	2.079,00
Superficie campos de fútbol				8.694,00
3	Vestíbulo y recepción	1	51,65	51,65
4	Bar y almacén	1	127,85	127,85
5	Servicios públicos	1	63,30	63,30
6	Oficinas	3	30,00	90,00
7	Porche	1	184,48	184,48
Superficie útil planta baja				332,80
Superficie construida planta baja				587,20
8	Vestuarios equipos	8	41,82	334,56
9	Vestuarios árbitros	3	8,00	24,00
10	Enfermería	1	9,75	9,75
11	Almacén material	1	46,00	46,00
12	Almacén entidades	3	15,25	45,75
13	Lavandería	1	15,20	15,20
14	Instalaciones	1	129,80	129,80
Superficie útil planta semisubterránea				605,06
Superficie construida planta semisubterránea				924,43
Superficie total construida				1.511,63
Superficie total (construida + campos de fútbol)				10.205,63

Tabla 1. Superficies complejo deportivo. Todas las cantidades en m².

2.6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL COMPLEJO DEPORTIVO

2.6.1. Campos de fútbol

- El campo de fútbol grande tiene unas dimensiones de 105x63m de césped artificial con riego automático, habilitado para la práctica tanto de fútbol como de rugby.
- El campo de fútbol siete tiene unas dimensiones de 63x33m de césped artificial y riego automático, habilitado para la práctica de fútbol de categorías inferiores.

2.6.2. Edificio de servicios

El acceso al edificio se produce por la planta baja. Los distintos espacios de esta planta se distribuyen linealmente. De esta manera encontramos los distintos espacios:

- Recepción y vestíbulo: en primer lugar la recepción y detrás suyo el vestíbulo, con una superficie de 51,65m². Desde el vestíbulo se puede acceder a la planta semisubterránea mediante una escalera.
- Bar: con una superficie de 127,85m², contiene una zona de mesas, la barra y una pequeña terraza exterior, situada en el porche, además de la cocina y su respectivo almacén.
- Servicios públicos: con una superficie de 63,30m², dispone de servicios masculinos, servicios femeninos y servicios adaptados para minusválidos.

- Oficinas: con una superficie total de 90m^2 , está formada por tres oficinas distintas, una utilizada para la entidad de fútbol, otra para la entidad de rugby, y la última usada como sala de reuniones.

Para acceder a la planta semisubterránea además de la ya comentada escalera interior existe una rampa exterior situada en la parte trasera de edificio. En esta planta se encuentran los siguientes espacios:

- Vestuarios equipos: con una superficie total de $334,56\text{m}^2$, distribuida en ocho vestuarios independientes, los cuales están equipados con lavabo independiente y el espacio está distribuido en dos zonas, una zona de duchas y otra zona con el mobiliario para poder asearse.
- Vestuarios árbitros: con una superficie total de 24m^2 , distribuida en tres vestuarios independientes, equipados con lavabo y ducha.
- Enfermería: con una superficie de $9,75\text{m}^2$, con lavabo y ducha independiente, contiene el mobiliario y material adecuado para atender a los deportistas.
- Almacén entidades: con una superficie de $45,75\text{m}^2$, distribuida en tres almacenes independientes, utilizados para almacenar el material necesario por las entidades en la práctica de los deportes.

- Almacén de material: con una superficie de 46 m^2 , es utilizado como almacén complementario en caso de necesidad para las entidades y como almacén de material de mantenimiento.
- Lavandería: con una superficie de $15,20 \text{ m}^2$, se encuentran las lavadoras, secadoras y demás mobiliario para las tareas de limpieza y guardado de equipaciones.
- Instalaciones: con una superficie de $129,80 \text{ m}^2$, son los espacios destinados y reservados a las instalaciones de los equipos de acumulación y generación de ACS, así como el grupo electrógeno. Son espacios de paso restringido.

3. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

3.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB). Real Decreto nº 314/2004.
 - Documento Básico DB-SI. Seguridad en caso de incendio.
- Normas UNE que sean de aplicación.

3.2. ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO

El proyecto para garantizar el requisito básico de “Seguridad en caso de incendio” y proteger los ocupantes del edificio de servicios de los riesgos originados por un incendio, cumplirá con los procedimientos del Documento Básico SI, siendo estos:

- SI 1 Propagación interior: En esta sección se especificará la compartimentación en sectores de incendio, si hay locales o zonas de riesgo especial y espacios ocultos dentro del edificio de servicios, y la reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.
- SI 2 Propagación exterior: En esta sección se especificará el tipo de fachadas y cubiertas del edificio de servicio.

- SI 3 Evacuación de ocupantes: Se especificará los cálculos de ocupación, el número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación, dimensionado de los medios de evacuación y señalización de los medios de evacuación.
- SI 4 Detección, control y extinción del incendio: Se especificarán el tipo de instalaciones que garantice una protección contra incendios y sus respectivas señalizaciones.
- SI 5 Intervención de los bomberos: Se especificará las condiciones de aproximación y el entorno del edificio.
- SI 6 Resistencia al fuego de la estructura: En esta última sección se especificará la resistencia al fuego de la estructura y de los elementos estructurales.

4. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA ACS

4.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB). Real Decreto nº 314/2004.
 - Documento Básico DB HE. Ahorro de Energía (HE 4).
- RD 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Fichas técnicas sobre campos polideportivos de la Generalitat de Catalunya.
- Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Viladecans.
- Normas UNE que sean de aplicación.

4.2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

4.2.1. Cálculo de la demanda

Para valorar la demanda se tomarán valores unitarios de la tabla 3.1. del DB HE 4, para una temperatura de referencia de 60°C. De esta manera, escogiendo como criterio de demanda vestuarios/duchas colectivas para el cual se calcula un consumo medio de 15 litros de ACS/día por usuario y teniendo en cuenta que se considera un número máximo

de usuarios de 500 personas al cabo del día (datos facilitados por el ayuntamiento de Viladecans), podemos considerar un consumo total de:

Consumo total: $500 \cdot 15 = 7500$ litros de ACS/día

4.2.2. Contribución solar mínima

La contribución solar mínima es la fracción entre los valores anuales de energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. Ésta tiene el carácter de mínima pudiendo ser ampliada voluntariamente.

A partir de la tabla 2.1 del DB HE 4 definimos la contribución solar mínima en %, en función de la zona climática (Viladecans corresponde a una zona climática II según Fig. 3.1. del DB HE 4) y de la demanda de ACS, para una temperatura de referencia de 60°C, suponiendo como fuente de apoyo el gas natural, corresponde a un 45%.

Si tenemos en cuenta los documentos emitidos por la Generealitat de Catalunya respecto a campos polideportivos y la ordenanza municipal del Ayuntamiento de Viladecans, la contribución solar mínima exigida es del **60 %**.

De este modo habrá que dimensionar la instalación para el valor mínimo más desfavorable, siendo éste un **60%**.

4.3. ESTUDIO DE LA INSTALACION

4.3.1. Dimensionado de la instalación

➤ Criterios

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

- a) Optimice el ahorro energético global de la instalación.
- b) Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- c) Garantice un uso seguro de la instalación.

De este modo se establecerá un método de cálculo, especificando en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar, incluyendo las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anual
- d) El rendimiento medio anual.

➤ Elementos constitutivos

Estará constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación.

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

- a) Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- b) Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- c) Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- d) Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

e) Sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.

f) Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que 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 al previsto.

5. INSTALACIÓN DE AGUA

5.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB). Real Decreto nº 314/2004.
 - Documento Básico DB HS. Salubridad (HS 4 y HS 5).
 - Documento Básico DB HE. Ahorro de Energía (HE 4).
- RD 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas de la compañía suministradora de agua.

5.2. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

Para realizar la instalación de fontanería de agua fría se deben tener en cuenta los factores siguientes:

- La situación de la acometida y de los locales en que irán alojados los equipos de medición, presión y almacenamiento.

- Los planos del edificio que definen la situación y número de los puntos de consumo.
- Los valores de caudal, presión, continuidad y potabilidad del agua suministrada por la red de abastecimiento, según los datos facilitados por la compañía suministradora.

➤ Coeficiente de simultaneidad

El consumo de agua en el edificio varía según el volumen de usuarios en los distintos momentos del día.

Para obtener el consumo en cada tramo de la instalación se ha de multiplicar el gasto total posible por un coeficiente K menor que la unidad, denominado coeficiente de simultaneidad. Una vez hemos obtenido el valor máximo del consumo punta se puede fijar los diámetros necesarios para las canalizaciones.

Este coeficiente depende del tipo de edificio y del número de aparatos instalados.

Para n = número de aparatos se obtiene:

$$K = \frac{1}{\sqrt{(n-1)}} \quad (1)$$

➤ Pérdidas de carga

Según el teorema de Bernoulli en los líquidos perfectos se verifica que:

$$\text{Carga total} = H = Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \cdot g} = \text{constante.} \quad (2)$$

Ya que los líquidos no son perfectos, la carga H no se mantiene constante, sino que una parte se emplea en vencer las resistencias que se oponen al movimiento del líquido (rozamientos).

Estas resistencias pueden ser:

- Continúas (debido a las paredes del tubo)
- Aisladas (empalmes, curvas, codos, llaves y otros accidentes)

Para el caso de las pérdidas de carga continua se emplean unos ábacos que relacionan la velocidad, diámetro, gasto o caudal y pérdida de carga por milímetro de tuberías.

En el caso de las pérdidas de carga aisladas, tienen un valor, cada una de ellas, que dependerá del tipo de obstáculo, del diámetro del tubo y de la velocidad del agua. Son valores variables que dependen del estado del mecanismo.

➤ Criterio de dimensionado

Prefijando la velocidad máxima tolerable i conociendo el caudal máximo en cada tramo, se podrá determinar la sección que sea idónea, entre las normalizadas, y mediante el ábaco que relaciona carga (Q), sección (S), velocidad (V) i pérdidas de carga (J), se corregirá la velocidad a su valor exacto i se conocerá el valor de las pérdidas de carga J.

Con esto podrá determinarse la resistencia total para el tramo más desfavorable, y conociendo la presión inicial, se verá si en el punto de servicio más desfavorable llega el agua con una presión aceptable según el uso, aunque es recomendable que ésta presión sea mayor a 5 m.c.a (0.5 kg/cm^2), que recibe el nombre de presión residual.

Si esto no se cumple habrá que aumentarse los diámetros de aquellos puntos más conflictivos, para reducir las pérdidas de carga.

5.2.1. Dimensionado de la instalación de agua fría

Este estudio comprenderá el cálculo del caudal de la misma, cálculo del dimensionado de los conductos (cobre) y las pérdidas de carga debidas a los conductos, a las derivaciones, a las llaves de paso, a los contadores y otros mecanismos.

➤ Datos de partida

El suministro de agua se tomará de la red de aguas públicas, la cual alimentará los lavabos, vestuarios, el circuito de producción de ACS, y la red de riego de los campos de fútbol. Dicho suministro garantiza una presión de 40 m.c.a. (4 kg/cm^2).

Se considerará una velocidad máxima que se permitirá por los conductos, que será de 1.5 m/s.

Toda la instalación será de cobre aislado.

➤ Consumo de la instalación

La instalación debe suministrar agua a los distintos puntos de servicio, los cuales se detallan a continuación:

Planta Baja		
Tipo de punto de servicio	Nº de unidades	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (l/s)
Lavamanos	7	0,05
Inodoros con fluxor	12	1,25
Urinaros	4	0,15
Grifo limpieza/ Mantenimiento	1	0,15
Fregadero	2	0,20
Planta Semisubterránea		
Tipo de punto de servicio	Nº de unidades	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (l/s)
Lavamanos	20	0,05
Inodoros con fluxor	12	1,25
Duchas	52	0,20
Grifo limpieza/ mantenimiento	8	0,15
Conjunto Captador- Acumulador solar + Caldera de apoyo	-	A dimensionar

Tabla 2. Puntos de servicio.

La distribución de los distintos aparatos que forman la instalación de agua fría se puede ver en el plano nº 4.1, correspondiente al esquema de tramos de agua fría.

5.3. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE ACS

Para la distribución y diseño de la instalación de ACS se aplicaran condiciones de diseño y cálculo análogas a la de la red de agua fría.

5.3.1. Dimensionado de la instalación de ACS.

➤ Datos de partida

El suministro de la red de aguas públicas garantiza una presión de 40 m.c.a. (4 kg/cm^2). Pero se debe tener en cuenta que no llega la presión en su totalidad ya que se producen pérdidas en el tramo hasta los equipos de energía para el calentamiento del agua.

Se considerará una velocidad máxima que se permitirá por los conductos, que será de 1.5 m/s.

➤ Consumo de la instalación

La instalación debe suministrar agua a los distintos puntos de servicio, los cuales se detallan a continuación:

Planta Baja		
Tipo de punto de servicio	Nº de unidades	Caudal instantáneo mínimo de ACS (l/s)
Fregadero	2	0,10
Planta Semisubterránea		
Tipo de punto de servicio	Nº de unidades	Caudal instantáneo mínimo de ACS (l/s)
Duchas	52	0,10

Tabla 3. Puntos de servicio.

La distribución de los distintos aparatos que forman la instalación de ACS se puede ver en el plano nº 4.2, correspondiente al esquema de tramos de ACS.

➤ Equipos de energía.

Para dar cobertura de suministro de ACS se dispondrá tal y como exige el CTE de una instalación de energía solar térmica, a partir de la cual se obtendrá una cobertura mínima media de un 60 % del consumo total de ACS (Capítulo 4 de este documento).

Como equipo de energía complementario se dispondrá de un equipo convencional de energía a formado por una caldera gas natural, la cual entrará en funcionamiento siempre que la aportación de energía solar no sea suficiente para dar suministro de ACS. De este modo el equipo auxiliar formado por la caldera estará dimensionado de tal manera que sea capaz de dar el servicio exigido en el peor de los casos, que no será otro que el caudal máximo de la instalación de ACS, suponiendo nulo el aporte de energía de la instalación solar, debido a que se pueden dar períodos en los que la contribución solar puede ser mínima.

5.4. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO

Para la distribución y diseño de la instalación de riego se aplicaran condiciones de diseño y cálculo análogas a la de la red de agua fría.

5.4.1. Dimensionado de la instalación de riego

La instalación de riego estará dimensionada para abastecer de este servicio los dos campos de fútbol.

El riego estará condicionado a que por un lado sea 100% efectivo; es decir que su aporte de agua sea lo mas uniforme posible en cada metro cuadrado de superficie regable, y por otro a que todos sus elementos, sean los menos posibles (dentro de unas recomendaciones), pasen inadvertidos y no interfieran en nada al juego que se desarrolla en su entorno.

La red de riego estará diseñada con el objetivo de aprovechar el agua pluvial, canalizada y almacenada adecuadamente, y posteriormente bombeada mediante un grupo a presión hacia los distintos conductos que formaran la instalación y finalmente hasta las bocas de riego.

De este modo se partirá como posible solución, de un depósito para el almacenamiento del agua pluvial filtrada y acondicionada adecuadamente, recogida mediante las canalizaciones oportunas pertenecientes a la red de evacuación de aguas pluviales, con una capacidad tal en función de la superficie a regar y de la pluviometría del lugar. El agua almacenada en el depósito, para hacerla llegar hasta las bocas de riego, será impulsada mediante un grupo de bombeo con la presión adecuada, en función del sistema de riego.

Así mismo, para garantizar el riego en todo momento se dispondrá de suministro de agua procedente de la red, ya que se puede dar el caso en que el la cantidad de agua almacenada en el depósito no sea suficiente, siendo en el peor de los casos que el depósito esté vacío. En este caso, también será necesaria la instalación de un grupo de presión en el ramal correspondiente ya que la presión de la toma de red es insuficiente.

Intensidad pluviométrica del lugar de 110 mm/h a partir de la tabla B.1 del apéndice B del DB HS5 del CTE.

➤ Campo de futbol grande

La superficie total a regar corresponde a la superficie del terreno de juego siendo ésta de 6615 m².

Se estudiará una instalación de riego formada por 6 cañones perimetrales de gran alcance garantizando un riego uniforme de toda la superficie, con características principales:

- Alcance: de 50,5 m a 51,5 m.
- Caudal: de 44,5 m³/h \cong 12,36 l/s a 58,5 m³/h \cong 16,25 l/s.
- Presión: de 5,5 a 7 bares.

➤ Campo de futbol 7

La superficie total a regar corresponde a la superficie del terreno de juego siendo ésta de 2079 m²

Se estudiará una instalación formada por 6 aspersores perimetrales y dos centrales garantizando un riego uniforme de toda la superficie, con características:

- Alcance: de 11,9 m a 21,7 m.

- Caudal: de $0,86 \text{ m}^3/\text{h} \cong 0,23 \text{ l/s}$ a $5,04 \text{ m}^3/\text{h} \cong 1,4 \text{ l/s}$.

- Presión: de 3,5 a 6,2 bares.

La distribución de los cañones y aspersores que garantiza el riego óptimo del campo de futbol 11 y del campo de futbol 7 se puede ver en el plano nº 4.3 y nº 4.4, respectivamente.

5.5. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS

Se dimensionará de tal manera que los elementos y tuberías de la red de evacuación tengan el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten una circulación de la evacuación de los residuos de forma natural y por gravedad, ser autolimpiables, y evitarse la retención de aguas en su interior.

Se dimensionará de forma separada la red de evacuación de aguas residuales respecto de la de aguas pluviales.

5.5.1. Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales.

Estará compuesta por los siguientes elementos en función del tipo de aparato y la pendiente mínima, que en ningún caso será inferior al 1%:

- Ramal de desagüe de cada aparato. Antes de la conexión al aparato, se acostumbra a intercalar un sifón para asegurar el cierre hidráulico contra los malos olores.
- Colectores de aparatos. Son canalizaciones de recorrido horizontal a las que desembocan los ramales de cada aparato.
- Canalizaciones verticales o bajantes.
- Colectores principales. Son canalizaciones de recorrido horizontal que conducen al albañal.

5.5.2. Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales.

Estará compuesta por los siguientes elementos en función de la intensidad pluviométrica que se obtiene de la tabla B.1 del apéndice B del DB HS 5, siendo ésta de 110 mm/h.

- Evacuación aguas pluviales del edificio.
- Número de sumideros en función de la superficie proyectada horizontalmente.
- Canalones semicirculares.
- Bajantes de aguas pluviales.
- Colector horizontal de aguas pluviales.

- Evacuación aguas pluviales de los campos de futbol.
 - Número de sumideros en función de la superficie proyectada horizontalmente.
 - Canaleta semicircular cubierta con rejilla de acero galvanizado.
 - Colector horizontal de aguas pluviales.

Toda ellos orientado con el fin de obtener una red de evacuación de aguas capaz de canalizar el agua recogida hacia el depósito de almacenamiento, para el posterior aprovechamiento de ésta como agua de riego.

6. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

6.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB). Real Decreto nº 314/2006.
 - Documento Básico DB-SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
 - Documento Básico DB-HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- Normas UNE que sean de aplicación.

6.2. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Para la instalación de iluminación, antes de realizar el estudio, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Intensidad luminosa uniforme.
- Conseguir el nivel de iluminación adecuado con la más baja potencia disponible.
- Utilización de luz natural siempre que sea posible.

La intensidad lumínica utilizada en los cálculos según norma UNE 12464.1: Norma Europea sobre la iluminación para interiores y norma UNE 12193: Iluminación de instalaciones deportivas.

La encendida se realiza desde los interruptores de zona. La alimentación se ha distribuido por zonas, equivalentes a las encendidas.

6.2.1. Cálculo de la instalación de iluminación

Para el cálculo de las instalaciones de iluminación del complejo deportivo, se utilizará el programa DIALUX 4.7. Este programa permite calcular la cantidad de focos, lámparas o fluorescentes necesarios para la iluminación de cada una de las zonas del complejo, situando las luminarias a una distancia adecuada según las normas. El programa también permite visualizar la parte del complejo en la que se trabaja, con una vista en 3D o también en planta para poder tener una idea aproximada de la cantidad de luz que se tendrá en la realidad.

Se realizará el estudio de la iluminación interior, de la iluminación exterior situada en el porche, de la iluminación de los dos campos de fútbol y de la iluminación de emergencia.

En la siguiente tabla se puede ver los lux normalizados para cada zona del complejo deportivo:

Zonas	Lux normalizados
Campo fútbol grande	200
Campo fútbol siete	200
Planta Baja	
Vestíbulo	300
Recepción	300
Bar	300
Cocina	500
Almacén	100
Pasillo servicios	100
Servicios públicos	200
Oficinas	300
Porche	
Planta semisubterránea	
Pasillos	100
Vestuarios equipos	200
Vestuarios árbitros	200
Enfermería	500
Almacén material	100
Almacén entidades	100
Lavandería	300
Instalaciones	200

Tabla 4. Lux medios para cada zona.

El consumo eficiente y el uso racional de la energía son instrumentos claves para la reducción de los costes energéticos en los sectores económicos y, por lo tanto, de la mejora de la competitividad del mismo. La eficiencia energética también es instrumento de primer orden para preservar la calidad medioambiental y contribuir al desarrollo sostenible. Por todo esto, tal y como estipulan las normas se intentará repartir las luminarias de manera que dé una eficiencia energética lo más reducida posible.

Para la instalación de la iluminación interior del edificio de servicios, a continuación se define el color de los techos, paredes y suelo de las zonas del edificio de servicios:

Suelo: Color gris oscuro Grado reflexión de 77%

Pared: Color gris claro Grado reflexión de 48%

Techo: Color blanco Grado Reflexión de 27%

Para los vestuarios de grupo, los de árbitros y la enfermería, los colores serán:

Suelo: Color blanco Grado reflexión de 77%

Pared: Color blanco Grado reflexión de 77%

Techo: Color blanco Grado Reflexión de 77%

Se ha realizado el estudio de la instalación de iluminación mediante el programa DIALUX 4.7, teniendo dos propuestas distintas. En las dos propuestas se ha tenido en cuenta el cálculo de la eficiencia energética, mediante la siguiente fórmula:

$$VEE = \frac{\text{Potencia instalada} \times 100}{\text{Superficie (m}^2\text{)} \times \text{lux medios}} \quad (3)$$

El resultado se expresa en W/m^2 por cada 100 lux.

➤ Propuesta 1

En esta primera propuesta se tiene en cuenta los valores máximos de eficiencia energética nombrando a las partes del complejo deportivo zonas de representación. En estas zonas el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. Todo el edificio de servicios está definido como zonas comunes, teniendo un valor límite de eficiencia energética de 10.

La tabla resultante es la siguiente:

Zonas	Tipo Luminaria	Lux medio (lux)	Lux mínimo (lux)	Lux máximo (lux)	Uniformidad	n° luminarias	Potencia consumida (W)	n° instalaciones	Potencia total (W)	VEE (W/ m ²)
Campo fútbol grande	Philips MVP507 1xMHN-LA2000W/400V/956 NB/60	242	124	381	0,510	20	42.460	1	4.2460	
Campo fútbol siete	Philips MVP507 1xMHN-LA2000W/400V/956 NB/60	297	150	540	0,500	8	16.984	1	1.6984	
Planta Baja										
Vestíbulo	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	290	154	339	0,532	7	483	1	483	5,35
Recepción	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	337	172	432	0,510	3	258	1	258	5,49
Bar	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	337	198	377	0,587	23	1.587	1	1587	4,32
Cocina	HavellsSylvania 0051105 SYLPAC 625x625 PR 236 B2 NC y PC	510	319	625	0,626	2	172	1	172	4,18
Almacén	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	169	97	238	0,578	1	69	1	69	7,40
Pasillo servicios	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	197	119	262	0,605	3	207	1	207	6,46
Servicios masculinos	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	299	171	374	0,571	6	414	1	414	4,98
Servicios femeninos	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	263	126	341	0,481	5	345	1	345	5,27
Servicios minusválidos	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	206	154	251	0,749	1	69	1	69	8,87
Escalera	SSL LuxSpace BBS490 1xDLED-Compact/4000K	163	83	257	0,509	2	67	1	67	6,79
Oficina pequeña	HavellsSylvania 0051105 SYLPAC 625x625 PR 236 B2 NC y PC	357	197	483	0,553	2	172	3	516	4,37

Oficina grande	HavellsSylvania 0051107 SYLPAC 625x625 PR 318 B2 NC y PC	319	183	409	0,575	4	276	3	828	5,79
Porche	SSL LuxSpace BBS490 1xDLED-Compact/4000K	446	161	588	0,362	59	1.977	1	1.976,5	2,10
Planta semisubterránea										
Pasillo general	HavellsSylvania 0045806 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x28W	176	100	287	0,569	3	774	1	774	3,90
	HavellsSylvania 0045807 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x35W					2				
	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W					10				
Pasillo árbitros	HavellsSylvania 0045691 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 1x36W	166	91	219	0,547	3	129	1	129	5,18
Vestuarios árbitros	HavellsSylvania 0045806 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x28W	197	154	234	0,782	1	32	3	96	2,15
Enfermería	HavellsSylvania 0045694 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 2x58W	523	365	676	0,698	1	134	1	134	2,65
Almacén material	HavellsSylvania 0045691 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 1x36W	156	92	206	0,590	2	86	1	86	3,63
Almacén entidades	HavellsSylvania 0045691 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 1x36W	156	92	206	0,590	2	86	3	258	3,63
Lavandería	HavellsSylvania 0045694 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 2x58W	340	175	515	0,515	1	134	1	134	7,53
Instalaciones 1	HavellsSylvania 0045800 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 2x28W	231	97	362	0,418	4	256	1	256	2,43
Instalaciones 2	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	239	114	323	0,477	8	480	1	480	2,65
Instalaciones 3	HavellsSylvania 0045803 Sylproof Pro 2 Acrylic Diffuser T5 2x35W	215	100	343	0,462	4	312	1	312	3,08
Servicio vertuarios	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro	260	207	303	0,796	1	60	8	480	6,74

	2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W									
Lavabo vestuarios	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	206	135	274	0,655	1	60	8	480	5,21
Ducha vestuario grupo	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	265	168	383	0,636	1	60	8	480	2,26
Vestuario grupo	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	220	143	325	0,650	1	60	8	480	1,88
Totales						191			71.015	

Tabla 5. Propuesta 1.

➤ Propuesta 2

En esta propuesta se tiene en cuenta los valores máximos de eficiencia energética nombrando a las partes del complejo deportivo zonas de no representación. En estas zonas el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética. Todo el edificio de servicios está definido como zonas comunes, teniendo un valor límite de eficiencia energética de 4,5.

La tabla resultante es la siguiente:

Zonas	Tipo Luminaria	Lux medio (lux)	Lux mínimo (lux)	Lux máximo (lux)	Uniformidad	n° luminarias	Potencia consumida (W)	n° instalaciones	Potencia total (W)	VEE (W/m)
Campo fútbol grande	Philips MVP507 1xMHN-LA2000W/400V/956 NB/60	242	124	381	0,510	20	42.460	1	4.2460	
Campo fútbol siete	Philips MVP507 1xMHN-LA2000W/400V/956 NB/60	297	150	540	0,500	8	16.984	1	1.6984	
Planta Baja										
Vestíbulo	Philips TBS411 2xTL5-20W HFP C6	369	209	429	0,567	7	336	1	336	2,93
Recepción	Philips TBS411 2xTL5-20W HFP C6	374	188	469	0,502	4	192	1	192	3,68
Bar	Philips TBS411 2xTL5-20W HFP C6	331	165	439	0,500	18	864	1	864	2,39
Cocina	Philips TBS230 2xTL5-28W HFP C6	509	346	584	0,680	2	124	1	124	3,02
Almacén	Philips TBS411 2xTL5-13W HFP C6	161	86	230	0,531	1	31	1	31	3,49
Pasillo servicios	Philips TBS411 2xTL5-13W HFP C6	185	100	243	0,544	3	93	1	93	3,10
Servicios masculinos	Philips TBS411 2xTL5-13W HFP C6	259	142	315	0,547	6	186	1	186	2,58
Servicios femeninos	Philips TBS315 H1L 2xTL5-14W HFP C6	228	126	294	9,554	5	165	1	165	2,91
Servicios minusválidos	Philips TBS411 2xTL5-13W HFP C6	196	134	242	0,682	1	31	1	31	4,19
Escalera	SSL LuxSpace BBS490 1xDLED-Compact/4000K	163	83	257	0,509	2	67	1	67	3,67
Oficina pequeña	Philips TBS411 2xTL5-13W HFP C6	366	205	472	0,560	4	124	3	372	3,07
Oficina grande	Philips TBS411 2xTL5-13W HFP C6	420	217	559	0,517	4	192	3	576	3,06
Porche	SSL LuxSpace BBS490 1xDLED-Compact/4000K	446	161	588	0,362	59	1.977	1	1.976,5	2,10
Planta semisubterránea										
Pasillo general	HavellsSylvania 0045806 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x28W	176	100	287	0,569	3	774	1	774	3,90

	HavellsSylvania 0045807 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x35W					2				
	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W					10				
Pasillo árbitros	HavellsSylvania 0045806 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x28W	142	72	190	0,506	3	96	1	96	4,50
Vestuarios árbitros	HavellsSylvania 0045806 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x28W	197	154	234	0,782	1	32	3	96	2,15
Enfermería	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	547	421	605	0,769	1	120	1	120	2,27
Almacén material	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	134	81	179	0,607	2	64	1	64	3,14
Almacén entidades	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	134	81	179	0,607	2	64	3	192	3,14
Lavandería	HavellsSylvania 0045694 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 2x49W	301	152	457	0,506	1	58	1	58	3,69
Instalaciones 1	HavellsSylvania 0045800 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 2x28W	231	97	362	0,418	4	136	1	136	1,29
Instalaciones 2	HavellsSylvania 0045773 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T8 1x58W	234	132	310	0,566	8	236	1	236	1,33
Instalaciones 3	HavellsSylvania 0045803 Sylproof Pro 2 Acrylic Diffuser T5 2x35W	216	93	351	0,430	4	168	1	168	1,65
Servicio vertuarios	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	250	203	289	0,812	1	29,5	8	236	3,45
Lavabo vestuarios	HavellsSylvania 0045815 Sylproof Pro 2 Acrylic Diffuser T5 2x35W	262	170	348	0,651	1	42	8	336	2,86
Ducha vestuario grupo	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	265	168	383	0,636	1	60	8	480	2,26
Vestuario grupo	HavellsSylvania 0045808 Sylproof Pro 2 Polycarbonate Diffuser T5 1x54W	220	143	325	0,650	1	60	8	480	1,88
Totales						189			67.930	

Tabla 6. Propuesta 2.

7. INSTALACIÓN DE GAS NATURAL

7.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS

- Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 A ICG 11.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE).
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT.
- Reglamento de aparatos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-AP.
- Normas UNE que le sean de aplicación.

7.2. ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN DE GAS NATURAL

Para el dimensionado de la instalación receptora de gas natural se han de conocerse los factores siguientes:

- Características del gas.

- Pérdida de presión admisible.
- Consumos de gas.
- Distribución de tuberías.
- Velocidad del gas.

7.2.1. Características del gas

La empresa suministradora indicará el tipo de gas, su P.C.S., el índice de Wobbe, la densidad relativa, el grado de humedad y la presión disponible en el lugar de recepción (llave acometida).

El tipo de gas a instalar en el complejo deportivo es gas natural. Tiene las siguientes características:

- Caudal: 16 m³/h.
- Tipo de consumo: continuo.
- Presión de entrada: 4 bar/ 300 mca.

7.2.2. Pérdida de presión admisible

Sabiendo la presión de suministro del gas y la de la utilización de los aparatos, se puede determinar la pérdida de presión admisible a lo largo del trazado de tuberías.

La presión del gas natural es a baja presión, teniendo una pérdida de carga máxima admisibles de 15 mmca.

7.2.3. Consumo de gas

En la instalación receptora se debe inspeccionar todos los aparatos a gas y verificar el consumo de cada uno.

El consumo o caudal máximo viene determinado por los aparatos instalados. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C_i = A + B + \frac{C + D + \dots + N}{2} \quad (4)$$

Donde:

C_i = Consumo o caudal máximo.

A y B = Consumos máximos de los aparatos de mayor potencia.

C, D ... N = Consumo del resto de aparatos.

➤ Grado de gasificación

La potencia calorífica instantánea la instalación es directamente proporcional al caudal máximo de gas.

$$P_c = C_i \times P.C.S. \quad (5)$$

Donde:

P_c = Potencia calorífica instantánea (kcal/h).

C_i = Consumo o caudal máximo (m^3/h).

P.C.S. = Poder calorífico superior del gas ($kcal/m^3$).

El valor de la potencia calorífica determinará el grado de gasificación del complejo deportivo:

- Grado 1 = Hasta 30 kW (25.800 kcal/h).
- Grado 2 = De 30 kW hasta 70 kW (de 25.800 kcal/h hasta 60.200 kcal/h).
- Grado 3 = Más de 70 kW (60.200 kcal/h).

➤ Coeficiente de simultaneidad

En el complejo deportivo se debe aplicar un coeficiente de simultaneidad cuyo valor depende del número de aparatos y de si funcionan o no todos a la vez.

Para n = número de aparatos se obtiene:

$$K = \frac{1}{\sqrt{(n-1)}} \quad (6)$$

7.2.4. Distribución de tuberías

La distribución de las tuberías ha de ser siempre la más lógica, respetando la Reglamentación vigente. En el complejo deportivo se necesitan dos tramos de tuberías. El primero para la caldera y otra para el suministro a la cocina del bar.

➤ Longitud equivalente

No obstante, a efectos de cálculo de diámetro, se utilizará la Longitud Equivalente, es decir, la que resulta de añadir a la real un suplemento por el valor de la pérdida de carga que se produce en los accesorios del circuito (válvulas, codos, T's).

Se valora como pérdida en accesorios la que se producirá en un tramo de tubería de longitud igual al 20 % de la longitud real.

$$\text{Longitud equivalente} = 1,2 \times \text{longitud real} \quad (7)$$

➤ Cálculo del diámetro

Determinadas la densidad y el consumo (caudal) del gas que circula por la tubería, así como la pérdida de presión admisible y la longitud equivalente de tubo, podrá valorarse el diámetro que corresponde mediante fórmulas de Renouard. No obstante, en las tablas se ofrece el diámetro interior de las tuberías, determinado a partir de dichas fórmulas para baja y media presión. Se utiliza la siguiente fórmula de Renouard:

$$D = \sqrt[4.82]{\frac{23,2 \times d \times L \times C^{1.82}}{Pe - Ps}} \quad (8)$$

Donde:

D = Diámetro (mm).

d = Densidad relativa del gas respecto al aire.

L = Longitud equivalente de tubo (m).

C = Caudal de gas (m³/h).

Pe = Presión absoluta a la entrada del tubo (kg/cm²).

Ps = Presión absoluta a la salida del tubo (kg/cm²).

7.2.5. Velocidad del gas

La velocidad de circulación del gas por las tuberías de determinado diámetro se valora mediante la fórmula:

$$V = 374,4 \times \frac{C}{D^2 \times P_m} \quad (9)$$

Donde:

V = Velocidad del gas (m/seg).

C = Caudal de gas (m³/h).

D = Diámetro de la tubería (mm).

P_m = Presión absoluta media del gas en el interior de la tubería (kg/cm²).

7.3. TIPO DE APARATO

Los aparatos para los cuales se ha de garantizar el suministro de gas son:

- Caldera de gas: Como equipo de energía de apoyo a la energía solar térmica, para el suministro de ACS.

- Cocina.

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.1. RELACIÓN DE NORMAS Y REGLAMENTOS

- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT.
- Las guías de interpretación del Reglamento, emitidas por el Ministerio de Industria, Turismo i Comercio.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB). Real Decreto nº 314/2004.
 - Documento Básico DB SU.
- Normas particulares de FECSA-ENDESA
- Normas UNE que sean de aplicación.

8.2. DESCRIPCIÓN Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.2.1. Suministro de energía eléctrica

Para el suministro de energía al complejo deportivo se dispondrá de una acometida independiente cuyas características e instalación vienen determinadas por la empresa suministradora, y se dispondrá además de un grupo electrógeno para los circuitos de

emergencia, con el objetivo fundamental de garantizar la seguridad del servicio y la fiabilidad.

La tensión de suministro será trifásica con una tensión nominal de 400 / 230 V y una frecuencia de 50 Hz.

➤ Previsión de cargas

En la tabla mostrada a continuación se muestra el estudio de potencia consumida en todo el complejo deportivo:

Elementos	Potencia total (W)
Iluminación	67.930
Tomas de corriente	10.350
Cocina y horno	5.400
Lavadora	3.450
Lavavajillas y termo eléctrico	3.450
Aire acondicionado	5.750
Secadora	3.450
Conjunto acumulador, caldera de apoyo ACS	A dimensionar
Riego	A dimensionar
Puerta automatizada	2.300
Cargas adicionales	10.000
Σ Potencia	112.080

Tabla 7. Previsión de cargas.

Tras realizar el balance de potencia del complejo deportivo es de 112,080 kW, al cual se le aplica un coeficiente de simultaneidad de 0,9, teniendo una potencia total consumida de 100,872 kW.

➤ Criterio de diseño

La instalación eléctrica se dimensionará de la siguiente manera: atendiendo a un esquema de suministro para un único usuario, se partirá de la caja general de protección y medida mediante una derivación individual, no existe línea general de alimentación debido al tipo de esquema de suministro, hacia un cuadro general de distribución. De este cuadro general de distribución la instalación se subdividirá mediante subcuadros para las distintas zonas i servicios. En cada uno de estos cuadros de distribución se ubicarán los dispositivos de mando y protección que garanticen el control y la protección de la instalación y de las personas.

El esquema de principio de la instalación eléctrica se puede ver en el plano nº 5, correspondiente al esquema unifilar eléctrico.

8.2.2. Caja general de protección y medida

En la caja general de protección y medida se alojan los elementos de protección y de medida de la derivación individual.

Dentro de la caja se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación. Dispondrán también de un borne de conexión para el conductor neutro, que estará aislado o no, según el sistema de protección contra los contactos indirectos aprobado por la empresa distribuidora.

Se dispondrá de un contador trifásico, desde donde partirá la derivación individual general hacia el cuadro de distribución general, que repartirá las distintas líneas hacia los cuadros secundarios.

Para la elección de una caja de protección determinada se debe realizar el cálculo de la derivación individual a partir de la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (10)$$

8.2.3. Derivación individual

La derivación individual corresponde al tramo de la instalación que enlazará la caja general de protección y medida con el cuadro general de distribución, y del cuadro general de distribución a los distintos subcuadros.

➤ Circuitos interiores

De cada uno de los subcuadros de alimentación de las distintas zonas y servicios partirán las líneas interiores, las cuales alimentarán las distintas cargas, que serán iluminación y líneas de fuerza.

Se considerará una caída de tensión del 3% para líneas de iluminación y de un 5% para líneas de fuerza.

- Criterios de cálculo de secciones considerando:

- Potencia máxima admisible de la línea.
- Valor de caída de tensión máxima permisible.
- Factor de potencia ($\cos \varphi$).

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \text{ (monofásico)} \quad (11)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \text{ (trifásico)} \quad (12)$$

A. Según la tabla 1 modificada de la ITC-BT-19, sección por densidad de corriente.

B. Criterio de caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot e} \text{ (monofásico)} \quad (13)$$

$$S = \frac{1,73 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot e} \text{ (trifásico)} \quad (14)$$

Donde:

I= Intensidad definida por aparamenta.

L=Longitud de la línea.

γ =conductividad Cu

S=Sección en mm²

Cos φ = factor de potencia.

8.2.4. Puesta a tierra

La puesta a tierra se establece con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material empleado.

La puesta a tierra se dimensionará de forma que cualquier defecto no ocasione una tensión de contacto superior a 50 V, considerando que $R_{\text{máx}} \leq 37 \Omega$.

La instalación de la red de conexión a tierra comprende toda una unión metálica directa sin fusibles ni ningún tipo de protección, de sección suficiente, entre determinados elementos o parte de la instalación i un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificio i superficie cercana al terreno no existan diferencias de potenciales peligroso i que , al mismo tiempo, permita el paso aa tierra de las corrientes de descarga de origen atmosférico .

8.2.5. Grupo electrógeno

Tal y como ya se ha indicado, existirá un suministro de socorro constituido por un grupo electrógeno. Este se dimensionará para dar servicio a los circuitos considerados prioritarios del global de la instalación eléctrica.

De este modo, existirá una conmutación de potencia entre la red i el grupo electrógeno, de tal manera que en el caso de fallo del suministro de la red se conectaría el grupo de manera automática, i de esta manera también se producirá la parada automática del generador cuando se restablezca el suministro normal de red.

Existirá una puesta de tierra independiente para el grupo electrógeno.

8.2.6. Canalizaciones y cableado

La canalización de la instalación se realizará teniendo en cuenta aquellos sistemas que faciliten su ejecución garantizando los criterios de diseño, siendo estos sistemas canalización con bandeja y bajo tubo como los más adecuados.

Todos los conductores serán de cobre, y si no se dice lo contrario, serán conductores apropiados para soportar una tensión nominal mínima de aislamiento de 1000 V, con cubierta libre de halógenos y no propagadores de incendio.

Cada conductor tiene su función y se distinguen entre ellos por su color, siendo la relación a seguir la que se muestra a continuación:

Conductor neutro	Azul Claro
Conductor de protección	Amarillo y Verde
Conductores de fase	Negro, Gris o Marrón

Todo lo especificado en estos capítulos será ejecutado de acuerdo con la reglamentación y instrucciones técnicas vigentes para cada tipo de ejecución.

9. ANEXOS

9.1. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO (GANTT)

A continuación se expone una descripción de la planificación del trabajo realizado y a realizar. Para ello se ha utilizado el software informático GANTT Project.

10. SUMARIO PLANOS

	Nº Plano
Plano situación	1
Plano ubicación	2
Ordenación del complejo deportivo	3.1
Distribución edificio de servicios. Planta baja	3.2
Distribución edificio de servicios. Planta semisubterránea	3.3
Esquema de tramos de agua fría	4.1
Esquema de tramos ACS	4.2
Riego campo fútbol 11	4.3
Riego campo fútbol 7	4.4
Esquema de principio instalación eléctrica	5