



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

AUDITORÍA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA
DEL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE LA LOCALIDAD
DE FOIOS (VALENCIA)

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

AUTOR/A: Santamaría Chuliá, Álvaro Ramón

Tutor/a: Magraner Benedicto, María Teresa

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) se desarrolla el estudio energético de un polideportivo municipal ubicado en la localidad de Foios, en Valencia. Esto permite conocer la situación energética en la que se encuentra, definiendo indicadores energéticos con los que se desarrollan medidas de mejora y ahorro energético. Se realiza con el objetivo de reducir tanto la demanda como el consumo de energía de las instalaciones, aproximando el edificio a un modelo más pasivo y contribuyendo a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fundamentalmente al ODS7: energía asequible y no contaminante. Además del ahorro energético, se consigue obtener también ahorros económico y medioambiental asociados a la reducción de la energía consumida.

La realización del estudio comienza con la toma de datos, mediciones y documentación necesaria para identificar a fondo las instalaciones y su desempeño energético: identificación de la envolvente térmica de los diferentes edificios, inventariado de equipos e instalaciones consumidoras de energía, balance de potencias instaladas, análisis de la facturación energética, distribución del consumo de energía entre las diferentes instalaciones, etc. A continuación, a partir de la información obtenida y analizada, se plantean una serie de Medidas de Ahorro Energético (MAEs).

Algunas de las medidas planteadas son la renovación de parte de los equipos de iluminación, la sustitución del sistema de generación de ACS por una instalación de aerotermia y la implantación de generación eléctrica a partir de un campo solar fotovoltaico. Por último, se realiza una comparativa del desempeño energético entre el polideportivo inicial y con las medidas de ahorro planteadas, a partir de la herramienta de certificación energética de edificios acreditada CE3X, mediante la cual se obtiene una comparativa visual de las posibles mejoras energéticas.

Palabras clave: Eficiencia energética, ahorro energético, auditoría energética, fotovoltaica, aerotermia, oportunidad de mejora, CE3X, ODS.



RESUM

En el present Treball de Fi de Màster (TFM) es desenvolupa l'estudi energètic d'un poliesportiu municipal situat en la localitat de Foios, a València. Això permet conèixer la situació energètica en la qual es troba, definint indicadors energètics amb els quals es desenvolupen mesures de millora i estalvi energètic. Es realitza amb l'objectiu de reduir tant la demanda com el consum d'energia de les instal·lacions, aproximant l'edifici a un model més passiu i contribuint a la consecució dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), fonamentalment a l'ODS7: energia assequible i no contaminant. A més de l'estalvi energètic, s'aconsegueix obtenir també estalvis econòmic i mediambiental associats a la reducció de l'energia consumida.

La realització de l'estudi comença amb la presa de dades, mesuraments i documentació necessària per a identificar a fons les instal·lacions i el seu acompliment energètic: identificació de l'envolupant tèrmica dels diferents edificis, inventariat d'equips i instal·lacions consumidores d'energia, balanç de potències instal·lades, anàlisi de la facturació energètica, distribució del consum d'energia entre les diferents instal·lacions, etc. A continuació, a partir de la informació obtinguda i analitzada, es plantegen una sèrie de Mesures d'Estalvi Energètic (MEEs).

Algunes de les mesures plantejades són la renovació de part dels equips d'il·luminació, la substitució del sistema de generació d'ACS per una instal·lació d'aerotèrmia i la implantació de generació elèctrica a partir d'un camp solar fotovoltaic. Finalment, es realitza una comparativa de l'acompliment energètic entre el poliesportiu inicial i amb les mesures d'estalvi plantejades, a partir de l'eina de certificació energètica d'edificis acreditada CE3X, mitjançant la qual s'obté una comparativa visual de les possibles millores energètiques.

Paraules clau: Eficiència energètica, estalvi energètic, auditoria energètica, fotovoltaica, aerotèrmia, oportunitat de millora, CE3X, ODS.



ABSTRACT

This Master's Thesis (TFM) develops the energy study of a municipal sports center located in the town of Foios, in Valencia. This allows to know the energy situation in which it is, defining energy indicators with which measures for improvement and energy saving are developed. It is carried out with the aim of reducing both the energy demand and consumption of the facilities, bringing the building closer to a more passive model and contributing to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs), mainly SDG7: affordable and non-polluting energy. In addition to energy savings, economic and environmental savings associated with the reduction of the energy consumed are also achieved.

The study begins with the collection of data, measurements and documentation necessary to thoroughly identify the installations and their energy performance: identification of the thermal envelope of the different buildings, inventory of energy consuming equipment and installations, balance of installed power, analysis of energy billing, distribution of energy consumption among the different installations, etc. Then, based on the information obtained and analyzed, a series of Energy Saving Measures (ESM).

Some of the measures proposed are the renewal of part of the lighting equipment, the replacement of the DHW generation system with an aerothermal installation and the implementation of electricity generation from a photovoltaic solar field. Finally, a comparison of the energy performance between the initial sports center and the proposed savings measures is carried out using the CE3X accredited building energy certification tool, which provides a visual comparison of the possible energy improvements.

Keywords: Energy efficiency, energy savings, energy audit, photovoltaic, aerothermal, improvement opportunity, CE3X, SDG.



DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFM

- MEMORIA
- PRESUPUESTO
- PLANOS

MEMORIA

*AUDITORÍA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL POLIDEPORTIVO
MUNICIPAL DE FOIOS (VALENCIA)*



ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETO	1
1.2.	ANTECEDENTES	1
1.3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	2
1.4.	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	6
2.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	8
3.	DATOS GENERALES DEL POLIDEPORTIVO DE FOIOS	9
3.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL Y EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO	9
3.2.	TITULAR DE LAS INSTALACIONES	13
3.3.	ZONA CLIMÁTICA	13
3.4.	INSTALACIONES Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN	14
3.5.	PERSONAL, AFORO Y HORARIO DE LAS INSTALACIONES	15
3.5.1.	PERSONAL	15
3.5.2.	HORARIO	16
3.5.3.	AFORO	16
3.6.	ESTRUCTURA Y DESCRIPCIÓN VOLUMÉTRICA DE LOS EDIFICIOS	17
3.6.1.	ENVOLVENTE TÉRMICA	20
3.6.1.1.	FACHADAS	20
3.6.1.2.	CUBIERTA	20
3.6.1.3.	FALSO TECHO	20
3.6.1.4.	SOLERA	20
3.6.2.	HUECOS	21
3.7.	EQUIPOS E INSTALACIONES	21
3.7.1.	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	21
3.7.1.1.	RESUMEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA EN ILUMINACIÓN	22
3.7.2.	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	23
3.7.3.	INSTALACIÓN DE ACS	24
3.7.3.1.	VESTUARIOS PISCINA	26
3.7.3.2.	VESTUARIOS DE FÚTBOL	27
3.7.3.3.	VESTUARIOS TRINQUET (1 Y 2)	29
3.7.4.	OTRAS INSTALACIONES	30
3.7.4.1.	INSTALACIONES DE BOMBEO	30
3.7.4.2.	BAR POLIDEPORTIVO	37
3.7.5.	BALANCE DE POTENCIAS INSTALADAS	37
4.	AUDITORÍA ENERGÉTICA	40
4.1.	ANÁLISIS ENERGÉTICO	40
4.1.1.	FUENTES DE SUMINISTRO ENERGÉTICO	40
4.1.2.	SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL	41
4.1.3.	SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	48
4.1.4.	AGUA	50
4.2.	CONSUMO ENERGÉTICO POR INSTALACIONES	50
4.2.1.	MEDICIONES	50
4.2.2.	ÍNDICE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO	50
4.2.3.	CONSUMO ENERGÉTICO ILUMINACIÓN	51
4.2.4.	CONSUMO ENERGÉTICO CLIMATIZACIÓN	53
4.2.5.	CONSUMO ENERGÉTICO INSTALACIÓN DE ACS	54
4.2.6.	CONSUMO ENERGÉTICO INSTALACIONES DE BOMBEO	55



4.2.7.	CONSUMO ENERGÉTICO EQUIPOS BAR	57
4.2.8.	RESUMEN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS POR INSTALACIONES.....	57
4.3.	ENVOLVENTE DEL EDIFICIO	59
4.4.	CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ACTUAL	59
4.4.1.	ENVOLVENTE TÉRMICA	60
4.4.2.	INSTALACIONES	61
4.4.3.	ETIQUETA ENERGÉTICA ACTUAL.....	61
5.	MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO.....	62
5.1.	MAE 1: SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN	63
5.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA.....	63
5.1.2.	CÁLCULO DEL AHORRO EN BASE AL PROTOCOLO IPMVP.....	63
5.1.3.	CÁLCULO DEL VAN Y TIR.....	66
5.1.4.	CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MEDIDA DE AHORRO 1	67
5.1.5.	CONCLUSIONES MAE1.....	68
5.2.	MAE 2: SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE ACTUALES POR UNA INSTALACIÓN CENTRALIZADA DE GENERACIÓN DE ACS CON BOMBA DE CALOR Y ACUMULACIÓN.	69
5.2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA.....	69
5.2.2.	CÁLCULO DEL AHORRO EN BASE AL PROTOCOLO IPMVP.....	69
5.2.3.	CÁLCULO DEL VAN Y TIR.....	72
5.2.4.	CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MEDIDA DE AHORRO 2	75
5.2.5.	CONCLUSIONES MAE2.....	75
5.3.	MAE3: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SIN ALMACENAMIENTO PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE	76
5.3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA.....	76
5.3.2.	CÁLCULO DEL AHORRO EN BASE AL PROTOCOLO IPMVP.....	76
5.3.3.	CÁLCULO VAN Y TIR.....	84
5.3.4.	CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MEDIDA DE AHORRO 3	85
5.3.5.	CONCLUSIONES MAE3.....	85
5.4.	RESUMEN DE LAS MAES PROPUESTAS	86
5.4.1.	AHORROS OBTENIDOS POR MAE	86
5.4.2.	AHORRO SITUACIÓN INICIAL VS FINAL.....	87
5.4.3.	COMPARACIÓN CEE.....	88
5.5.	CONCLUSIONES MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO	89
6.	RECOMENDACIONES DE AHORRO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	90
6.1.	RAE1: CONCIENCIACIÓN DEL PERSONAL.....	90
6.2.	RAE2: GRADUACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN	90
6.3.	RAE3: IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO	91
7.	CONCLUSIONES DEL TFM	92
8.	BIBLIOGRAFÍA	94

ANEXO I

ANEXO II

ANEXO III



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modos para realizar un plan de medida y verificación. Fuente: (EVO, 2010).....	4
Tabla 2. Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030.....	6
Tabla 3. Datos generales del emplazamiento.....	9
Tabla 4. Datos del titular de las instalaciones. Fuente: (Información Ayto. Foios, s.f.).....	13
Tabla 5. Datos climáticos para Valencia. Fuente: (CLIMATE DATA, 2021)	13
Tabla 6. Superficies y uso de cada recinto.....	15
Tabla 7. Aforo por estancias	17
Tabla 8. Edificaciones existentes en el polideportivo municipal de Foios.	17
Tabla 9. Resumen inventario luminarias existentes en el polideportivo de foios.	22
Tabla 10. Características SPLIT HISENSE - STYLE CF35MR04C. Fuente: (Ficha técnica HISENSE, s.f.).....	24
Tabla 11. Equipos para generación de ACS existentes en el polideportivo de Foios.	25
Tabla 12. Inventario equipos de bombeo de agua del polideportivo de foios.	31
Tabla 13. Características bombas piscina grande. Fuente: Fichas técnicas ASTRAL-POOL.....	32
Tabla 14. Características bomba riego campo de fútbol. Fuente: Ficha técnica ISDEAL.	35
Tabla 15. Características bomba presión vestuarios piscina. Fuente: Ficha técnica ESPA.	36
Tabla 16. Balance de potencias eléctrica de los equipos equipos del bar.	37
Tabla 17. Tabla balance de potencias equipos.	38
Tabla 18. Distribución de consumos anuales por fuente de suministro.....	40
Tabla 19. Datos facturación eléctrica polideportivo municipal Foios. Fuente: Facturas Iberdrola.....	41
Tabla 20. Consumos eléctricos del polideportivo de Foios. Fuente: Facturas eléctricas.	42
Tabla 21. Consumos de energía reactiva polideportivo de Foios. Fuente: Facturas eléctricas.	43
Tabla 22. Potencias máximas registradas en el polideportivo. Fuente: Facturas eléctricas.....	44
Tabla 23. Cantidad de recarga del depósito de propano. Fuente: Conteo facturas Ayuntamiento de Foios.	49
Tabla 24. Parámetros para cálculo horas de utilización equipos de iluminación.	51
Tabla 25. Balance de consumos energéticos de la instalación de iluminación.....	52
Tabla 26. Balance de consumos energéticos de instalación de climatización.	53
Tabla 27. Balance de consumos energéticos para ACS.	54
Tabla 28. Consumo de energía eléctrica de las bombas.	56
Tabla 29. Consumo energético equipos bar.	57
Tabla 30. Balance de los consumos energéticos estimados por instalación.....	57
Tabla 31. Datos generales para CEE.	59
Tabla 32. Comparación situación actual vs propuesta MAE1.	64
Tabla 33. Ahorros MAE1.	64
Tabla 34. Cálculo vida útil instalación propuesta MAE1.	65
Tabla 35. Resultados económicos MAE1.....	66
Tabla 36. Comparación Calificación de Eficiencia energética situación inicial - propuesta MAE1.	67
Tabla 37. Comparación situación actual vs propuesta MAE2.	70
Tabla 38. Ahorros MAE2.	70
Tabla 39. Resultados económicos MAE2.....	72
Tabla 40. Cuantía de la ayuda del IVACE.	74
Tabla 41. Valores económicos con ayuda del IVACE para la MAE2.	74
Tabla 42. Comparación Calificación de Eficiencia energética situación inicial - propuesta MAE2.	75
Tabla 43. Distribución de periodos tarifa eléctrica 3.0TD.	78
Tabla 44. Distribución de horas anuales.	79
Tabla 45. Consumo eléctrico anual corregido.	80
Tabla 46. Energía consumida en horas solares y generada por el sistema fotovoltaico	81
Tabla 47. Energía autoconsumida, vertida a red y consumida de red en la situación propuesta de la MAE3... ..	82
Tabla 48. Ahorros MAE3.	83



Tabla 49. Resultados económico MAE3.	84
Tabla 50. Comparación calificación de eficiencia energética sit. inicial – propuesta MAE3.	85
Tabla 51. Resumen ahorros obtenidos en cada MAE.	86
Tabla 52. Consumos globales situación inicial vs propuesta.....	87
Tabla 53. Comparativa CEE situación inicial vs propuestas.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases para la elaboración del trabajo. Fuente: UNE 16247-1	2
Figura 2. Gráfico ejemplo de ahorro energético. Fuente: (EVO, 2010).....	3
Figura 3. ODS con un mayor grado de relación con el TFM. Fuente: (Objetivos de Desarrollo Sostenible, s.f.) ..	7
Figura 4. Localización de Foios. Fuente: (Página de Wikipedia de Foios, 2023)	10
Figura 5. Localización del polideportivo. Fuente: (Google Maps, s.f.).....	10
Figura 6. Imagen polideportivo foios. Fuente: (Visor cartográfico de la Generalitat, s.f.)	11
Figura 7. Ficha catastral de la parcela. Fuente: (Sede Electrónica del Catastro, s.f.)	12
Figura 8. Datos climáticos para Valencia. Fuente: (CLIMATE DATA, 2021).....	14
Figura 9. Vestuarios piscina y salas de máquinas adyacentes.	18
Figura 10. Bar polideportivo foios.	18
Figura 11. Fachada exterior edificio vestuarios fútbol.	19
Figura 12. Edificio del trinquet (vestuarios situados en los extremos).	19
Figura 13. Distribución de la potencia instalada en iluminación.	23
Figura 14. Distribución de potencias térmica y eléctrica instaladas para ACS.	26
Figura 15. Caldera de condensación VAILLANT y acumulador vestuarios piscina.	27
Figura 16. Calderas y acumuladores vestuarios fútbol.....	28
Figura 17. Termo eléctrico y acumulador vestuario trinquet 1.	29
Figura 18. Distribución potencia instalada bombeo.	31
Figura 19. Bombas depuradora piscina grande.	32
Figura 20. Esquema de instalación del sistema de bombeo de la piscina grande.	33
Figura 21. Bomba depuradora piscina pequeña.....	34
Figura 22. Bomba para riego campo de fútbol.	35
Figura 23. Bomba para presión de vestuarios de la piscina.	36
Figura 24. Gráficos balances de potencias equipos.	38
Figura 25. Distribución de consumos anuales por tipo de suministro.	40
Figura 26. Gráfico de consumos de energía activa por mes y periodo.	45
Figura 27. Gráfico del consumo de energía reactiva por mes y periodo.	46
Figura 28. Gráfico de potencias máximas por mes.	47
Figura 29. Depósito de gas propano.	48
Figura 30. Distribución consumos energéticos instalación de iluminación.	53
Figura 31. Distribución consumos energéticos instalación generación ACS.	55
Figura 32. Distribución de consumos energéticos bombas.....	56
Figura 33. Distribución consumos energéticos eléctricos por instalaciones.	58
Figura 34. Comparación consumo eléctrico real vs estimado.....	58
Figura 35. Orientaciones de fachada. Fuente: (Orientación fachadas Certific, 2023)	60
Figura 36. Calificación de Eficiencia Energética actual. Fuente: Informe CE3X.....	61
Figura 37. Reducción del consumo energético MAE1.....	65
Figura 38. Reducción de las emisiones de CO2 MAE1.	65
Figura 39. Amortización MAE1.	67
Figura 40. Calificación de Eficiencia Energética con MAE1. Fuente: Informe CE3X.	67



Figura 41. Comparativa distribución consumos energéticos MAE1.	68
Figura 42 Reducción de la potencia térmica necesaria MAE1.	71
Figura 43. Reducción de emisiones de CO2 MAE2.	71
Figura 44. Amortización MAE2.	72
Figura 45. Amortización con ayuda para la MAE2.	74
Figura 46. Calificación de la Eficiencia Energética con la MAE2. Fuente: Informe CE3X.	75
Figura 47. Flujo de la energía en instalaciones fotovoltaicas con vertido a red eléctrica. Fuente: (Granada solar, 2023)	77
Figura 48. Amortización MAE3.	84
Figura 49. Calificación de la Eficiencia Energética con MAE3. Fuente: Informe CE3X.	85
Figura 50. Distribución de ahorros energéticos de cada MAE.	86
Figura 51. Distribución de ahorros económicos de cada MAE.	87
Figura 52. Distribución de ahorros medioambientales por de cada MAE.	87
Figura 53. Certificado de eficiencia energética con la implantación de todas las MAE.	88

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ahorro energético. Funete: IPMVP Volume I EVO 10000-1:2010	3
--	---



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento establece la memoria del Trabajo de Fin de Máster (TFM) correspondiente al Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MUII) perteneciente a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universitat Politècnica de València (UPV), y cuyo título es “*Auditoría energética y propuestas de mejora del polideportivo municipal de Foios (Valencia)*”.

1.1. OBJETO

El objeto de este TFM es llevar a cabo una Auditoría Energética en el polideportivo municipal de la localidad de Foios, situado al norte de la provincia de Valencia. En esta auditoría se pretende realizar un estudio técnico de las instalaciones del polideportivo, de los equipos consumidores de energía, iluminación, envolvente térmica y demás aspectos del complejo que permitan identificar deficiencias susceptibles de ser solucionadas o mejoradas.

A partir de esto, se desarrollan diversas Medidas de Ahorro Energético (MAEs) las cuales plantean actuaciones para promover la mejora y adecuación de equipos debido a su antigüedad, la optimización de equipos e instalaciones y, sobre todo, el ahorro energético, económico y medioambiental, que es el objetivo principal de este trabajo. Así pues, para medir estos ahorros, se hace uso de Indicadores de Desempeño Energético (IDE), los cuales no son más que indicadores que reflejan cuantitativamente los diferentes ahorros y que servirán para comparar las diversas MAEs, de forma que se identifiquen aquellas medidas que aporten unos resultados más interesantes a la hora de realizar su implantación en las instalaciones.

1.2. ANTECEDENTES

El ayuntamiento de Foios, en su labor de optimizar el comportamiento energético de su red de edificios municipales, plantea la necesidad de realizar estudios energéticos para conocer la situación actual de estos edificios, y así poder ejecutar medidas de mejora que reduzcan el consumo energético, obteniendo diversos ahorros y mejoras.

De la variedad de edificios municipales existentes en la localidad de Foios, el polideportivo objeto de este trabajo es uno de los que mayor prioridad presenta, ya que debido a su antigüedad no se cuenta con estudios o informes que esbozen la realidad energética actual de las instalaciones, haciendo de interés esta auditoría energética.

Así pues, además de las MAEs planteadas en el trabajo, este documento servirá para establecer una base documental para futuros estudios y proyectos, ya que, dada la antigüedad del edificio, actualmente no se tienen numerosos tipos de documentos que son necesarios para los proyectos de ingeniería, como son planos, balances energéticos, identificación de los equipos, inventariado, certificación energética, etc.

No obstante, a lo largo de los años se han ido realizado diferentes modificaciones de las instalaciones existentes en el polideportivo que han ido adaptando el complejo a las necesidades actuales.

1.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología que se ha llevado a cabo para la realización de la auditoría, estos son, los pasos que se han ejecutado para conseguir los objetivos deseados se resumen en:

- Conocer el sector y el edificio, es decir, cuánta energía consume, dónde y cómo.
- Identificar y evaluar medidas de ahorro y eficiencia energética
- Facilitar la toma de decisiones al ayuntamiento de Foios con respecto a su ejecución

Para la elaboración de la auditoría energética se seguirá los pasos establecidos en la norma UNE 16247-1 de Auditorías Energéticas. Se han planificado las actividades a realizar en 3 fases:

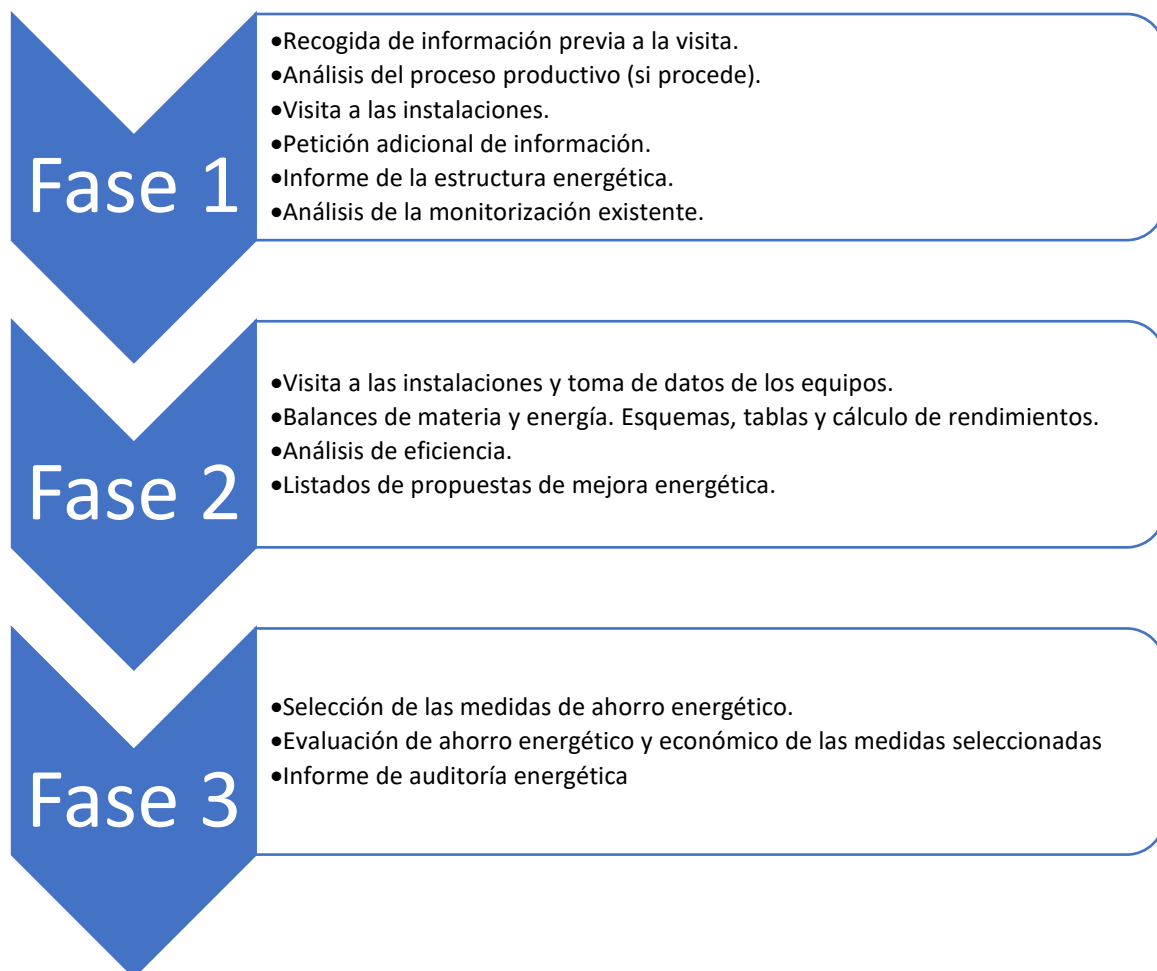


FIGURA 1. FASES PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO. FUENTE: UNE 16247-1

En cuanto al cálculo de los ahorros se usará el Protocolo Internacional de Medida y Verificación (International Performance Measurement and Verification Protocol, IPMVP), de la Efficiency Valuation Organization (EVO). (EVO, 2010)

Idealmente, para calcular el ahorro que introduce una medida determinada, debería de compararse el consumo energético de la instalación o equipo antes de la implantación de la mejora (periodo de referencia) con el consumo energético de la misma instalación o equipo después de la implantación de la mejora (periodo demostrativo). Sabiendo esto, el ahorro se calcularía como:

$$\text{Ahorro energético (\%)} = \frac{E_{\text{periodo referencia}} - E_{\text{periodo demostrativo}} \pm \text{Ajustes}}{E_{\text{periodo referencia}}}$$

ECUACIÓN 1. AHORRO ENERGÉTICO. FUNETE: IPMVP VOLUME I EVO 10000-1:2010

Para realizar los ajustes se suele hacer uso de modelos matemáticos que relacionan el consumo de energía durante el periodo de referencia con ciertas variables que influyen sobre dicho consumo. Una vez generado el modelo, se introducen en las variables de la ecuación los datos recopilados para dichas variables durante el periodo optimizado, obteniéndose de este modo el consumo energético del periodo de referencia ajustado a las condiciones del periodo demostrativo.

A continuación, se muestra un gráfico de ejemplo del consumo de energía registrado durante el periodo de referencia y el ajuste de este a las condiciones del periodo demostrativo. tras la implementación de la mejora o mejoras energéticas, con el propósito de compararlo con el consumo energético optimizado y obtener los ahorros correspondientes.

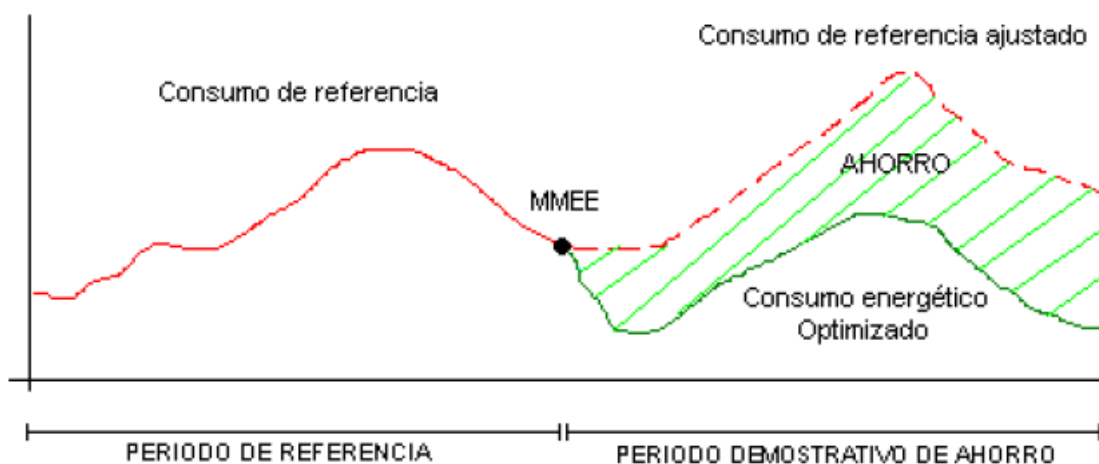


FIGURA 2. GRÁFICO EJEMPLO DE AHORRO ENERGÉTICO. FUENTE: (EVO, 2010)¹.

¹En el protocolo IPMVP hacen referencia a las medidas de ahorro como medidas de mejora energética (MMEE), lo cual es equivalente al término de medida de ahorro energético (MAE) empleado en este TFM.



Este mismo protocolo define cuatro opciones para realizar un plan de medida y verificación de los ahorros introducidos por la implantación de una medida de ahorro energético. Estas cuatro opciones se pueden resumir en la tabla siguiente:

Verificación aislada de la MAE	Verificación de toda la instalación	Simulación calibrada
<p>Únicamente mide el efecto de la mejora:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los ahorros no se ven afectados más allá del límite de medida. - Normalmente es necesario instalar equipo de medida. - Los ajustes pueden ser simples. <p>OPCIÓN A: Verificación aislada. Medición del parámetro clave (estimaciones).</p> <p>OPCIÓN B: Verificación aislada. Medición de todos los parámetros.</p>	<p>Mide todos los efectos de la instalación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejoras y otros cambios (intencionados o no intencionados) - Suele utilizar los contadores de las empresas suministradoras - Los ajustes pueden ser complejos. <p>OPCIÓN C: Verificación de toda la instalación. Datos reales de los dos periodos.</p>	<p>OPCIÓN D: Simulación calibrada. No hay datos de algún periodo de medida o no son de calidad.</p>

TABLA 1. MODOS PARA REALIZAR UN PLAN DE MEDIDA Y VERIFICACIÓN. FUENTE: (EVO, 2010).

VERIFICACIÓN AISLADA DE LA MEJORA: OPCIONES A Y B

La verificación de ahorros queda delimitada por el área en la cual se ha implementado una o varias medidas de ahorro de la eficiencia energética, es decir, únicamente se analiza la zona afectada por la mejora.

En este caso no se miden efectos fuera de los límites del área de intervención, por lo que no se utilizarán los registros de consumo generales de la compañía energética (lecturas o facturas), sino que se colocarán equipos de medida en la zona de análisis.

En ocasiones pueden producirse efectos cruzados que es necesario cuantificar, y que pueden quedar fuera de los límites de medida establecidos, por lo que puede resultar conveniente ampliar estos límites o bien estimar estos impactos colaterales.

Por ejemplo, una optimización de la instalación de iluminación reduciendo la potencia de la misma, puede ir asociado a una reducción de la carga térmica y por tanto a un incremento de las necesidades de calefacción o una reducción de las necesidades de aire acondicionado.



OPCIÓN A

En este modelo se realiza una medición del parámetro clave que determina el consumo energético de la instalación o equipo en el que se esté evaluando la MAE implementada, y se realiza una estimación del resto de parámetros.

La estimación se puede utilizar únicamente si su error no afecta de forma significativa al ahorro total. Uno de los ejemplos más característicos de esta opción es una mejora en iluminación en la que se mida la potencia eléctrica antes y después de la MAE y se estimen las horas de funcionamiento para obtener el consumo energético en ambos periodos y poder calcular los ahorros.

La opción A es adecuada cuando la carga de la instalación o las horas de funcionamiento permanecen constantes, en caso de que ambos parámetros sean variables se requerirá utilizar otro método.

OPCIÓN B

En la opción B se miden todo el consumo energético o todos los parámetros necesarios para determinarlo, no realizándose ninguna estimación.

Es una opción más costosa y compleja que la anterior, pero permite obtener mayor precisión en los resultados.

Esta opción resulta adecuada para verificar cualquier MAE aislada en la que se mida en todos los periodos el consumo energético y las variables necesarias. Una sustitución de un equipo por uno de mayor eficiencia, realizándose medida antes y después de la sustitución, sería un ejemplo de aplicación de este método.

VERIFICACIÓN DE TODA LA INSTALACIÓN: OPCIÓN C

En esta alternativa se evalúa la totalidad de la instalación, analizándose todos los efectos directos e indirectos derivados de la implementación de una o varias medidas de ahorro energético.

Esta alternativa suele utilizarse, entre otros casos, cuando quieren ser analizadas varias medidas de mejora, cuando una sola medida afecta a varios equipos de una instalación, cuando existen varios efectos cruzados que quieren considerarse, o cuando quiere analizarse el ahorro sobre el consumo global.

En esta opción se suelen utilizar los registros de consumo generales de la compañía energética (lecturas de contador o facturas).

SIMULACIÓN CALIBRADA: OPCIÓN D

La simulación calibrada se utiliza cuando no existen datos disponibles de alguno de los periodos de análisis, o los datos existentes no son de calidad.

1.4. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plantean una agenda de desarrollo sostenible en la que se exponen una serie de objetivos globales como erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Para alcanzar estas metas, todo el mundo tiene que hacer su parte: los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y cada una de las personas del planeta individualmente.

Tal y como se establece en la Normativa N.º 118/2022 de Trabajos de Fin de Grado y Trabajos de Fin de Máster de la Universitat Politècnica de València, aprobada por el Consejo de Gobierno en sesión de 21 del 07/22, se ha de incluir a este trabajo el ANEXO I de la normativa mencionada, en la que se motiva al alumno a indicar el grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, así como describir la alineación del TFM con los ODS con un grado de relación más alto.

Por ello, se incluye la siguiente tabla en la cual se expone el grado de relación y, a continuación, se procede a describir los ODS que se consideran con un mayor grado de relación con el trabajo.

Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS)		Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS1	Fin de la pobreza.				X
ODS2	Hambre cero.				X
ODS3	Salud y bienestar.				X
ODS4	Educación de calidad.				X
ODS5	Igualdad de género.				X
ODS6	Agua limpia y saneamiento.				X
ODS7	Energía asequible y no contaminante.	X			
ODS8	Trabajo decente y crecimiento económico.				X
ODS9	Industria, innovación e infraestructuras.		X		
ODS10	Reducción de las desigualdades.				X
ODS11	Ciudades y comunidades sostenibles.		X		
ODS12	Producción y consumo responsables.	X			
ODS13	Acción por el clima.		X		
ODS14	Vida submarina.				X
ODS15	Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS16	Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS17	Alianzas para lograr objetivos.				X

TABLA 2. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030.

El trabajo realizado pues en este TFM está relacionado, principalmente, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 7 y 12.



FIGURA 3. ODS CON UN MAYOR GRADO DE RELACIÓN CON EL TFM. FUENTE: (OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE, S.F.)

Es importante resaltar cómo y en que se contribuye en la consecución de estos ODS, ya que como se ha comentado, es labor de todos el ayudar a conseguir que estén más cerca de hacerse realidad. Sobre todo, ha de ser una labor principal en el trabajo de los ingenieros y empresas dedicadas al sector de la ingeniería, ya que tenemos una responsabilidad especial y primordial en conseguir que el desarrollo humano sea cada vez más sostenible.

En este caso concreto, a raíz de la auditoría energética se puede conocer la situación energética del polideportivo, permitiendo plantear medidas de mejora y ahorro de la eficiencia energética apoyan a los ODS de la siguiente manera:

ODS7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

La propia auditoría energética es una herramienta destinada a mejorar la eficiencia energética de instalaciones. Mediante esta, se proponen actuaciones que contribuyen el aumento de la proporción de energía renovable, a la adaptación de las instalaciones a las crecientes y nuevas necesidades, y a la reducción del consumo.

Todo lo anterior está directamente relacionado con el ODS7, el cual plantea estos mismos objetivos. Por ello, mediante este TFM se está promoviendo que el polideportivo de Foios se aproxime al cumplimiento total de este Objetivo de Desarrollo Sostenible.

ODS12: PRODUCCIÓN Y CONSUMOS RESPONSABLES

Las medidas de ahorro que se plantean en este trabajo tienen el objetivo principal de mejorar la gestión y eficiencia energética del polideportivo municipal de Foios. Mediante las diversas propuestas, se busca reducir la demanda y consumo energético de las instalaciones, adaptando nuevas tecnologías y políticas que aproximen al polideportivo a un modelo energético y medioambiental más sostenible.

Precisamente lo anterior está dentro del marco de objetivos de este ODS, el cual persigue, entre otros, modelos de empresas y edificios sostenibles, gestión de desechos, desarrollo sostenible y economía circular de los recursos.



2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

A continuación, se expone la normativa de aplicación para la elaboración de Auditorías Energéticas, y que se ha tomado como referencia para el presente TFM.

- UNE-EN 16247-1: Requisitos Generales
- UNE-EN 16247-2: Edificio
- UNE-EN 16247-3: Procesos
- UNE-EN 16247-4: Transporte
- UNE-EN 16247-5: Competencia de los auditores energéticos
- Reglamento delegado (UE) Nº244/2012 de 16 de enero de 2012 que complementa la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos.
- Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus modificaciones a fecha de redacción de la auditoría.
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

3. DATOS GENERALES DEL POLIDEPORTIVO DE FOIOS

Una vez introducido el trabajo, se procede a exponer la información general del polideportivo, como son: el emplazamiento, zona climática en la que se encuentra, estancias de las que se compone, envolvente térmica de las edificaciones, inventario de equipos y potencia instalada, etc.

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL Y EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO

El polideportivo municipal de la localidad de Foios es un complejo compuesto por varios edificios e instalaciones en las que se desarrollan actividades deportivas a lo largo de todo el año. Los datos generales del emplazamiento se exponen, de manera resumida, en la siguiente tabla.

Dirección	Carrer Valencia
Dirección según catastro	CL PROYECTO E 4 BI: A
Población	Foios
Código Postal	46134
Provincia	Valencia
Año construcción	1977
Clase	Urbano (Deportivo)
Superficie gráfica parcela	23.293 m ²
Superficie construida	8.647 m ²
Referencia catastral	7597102YJ2779N0001PR
Coordenadas UTM (HUSO 30)	X: 727.317,40 Y: 4.379.363,20

TABLA 3. DATOS GENERALES DEL EMPLAZAMIENTO.

En las figuras siguientes se detalla la localización del polideportivo, además de una vista en planta de las dependencias de las que se compone. Complementariamente el emplazamiento está detallado en el *PLANO Nº 1* del documento de planos adjunto.

Además, más adelante se incluye la ficha catastral de la parcela en la que se encuentra el polideportivo, obtenida a partir de la sede electrónica del catastro, la cual se encuentra referenciada en el apartado bibliográfico de este TFM.

En el *PLANO N.º 2* del documento de planos se expone una vista en planta en la que se detalla la parcela, diferenciando cada una de las edificaciones de las que se compone el polideportivo objeto del estudio, así como cada uno de los recintos deportivos.

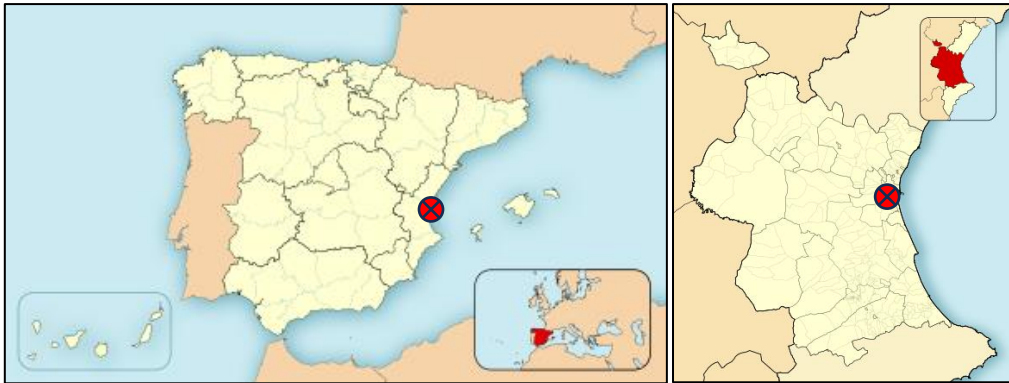


FIGURA 4. LOCALIZACIÓN DE FOIOS. FUENTE: (PÁGINA DE WIKIPEDIA DE FOIOS, 2023)



FIGURA 5. LOCALIZACIÓN DEL POLIDEPORTIVO. FUENTE: (GOOGLE MAPS, S.F.)



FIGURA 6. IMAGEN POLIDEPORTIVO FOIOS. FUENTE: (VISOR CARTOGRÁFICO DE LA GENERALITAT, S.F.)

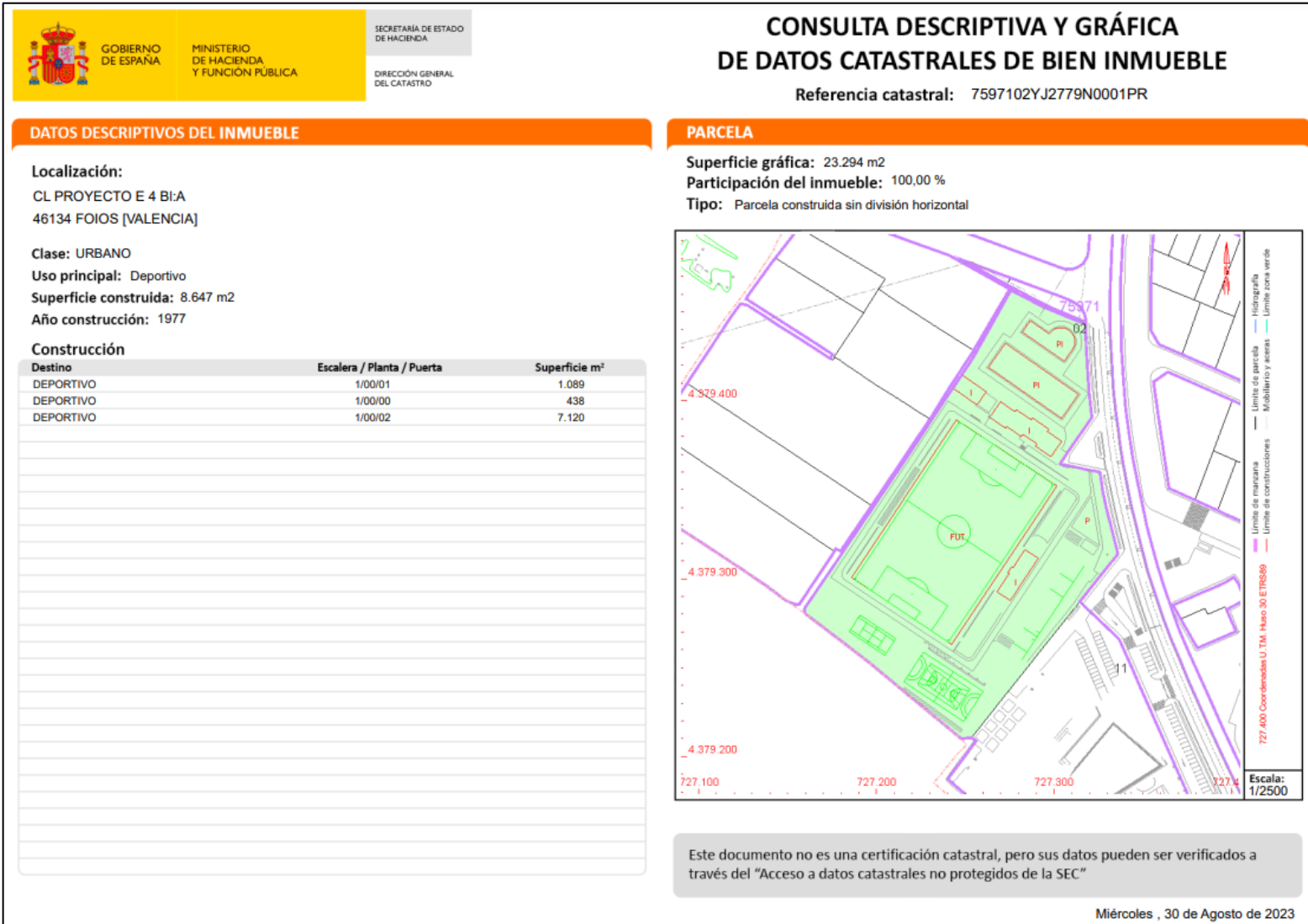


FIGURA 7. FICHA CATASTRAL DE LA PARCELA. FUENTE: (SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO, S.F.)



3.2. TITULAR DE LAS INSTALACIONES

Los datos genéricos del titular del polideportivo y de sus instalaciones se exponen en la siguiente tabla:

Titular	M.I. Ayuntamiento de Foios
Dirección fiscal del titular de la instalación	Plaza del poble, 1. 46134, Foios, Valencia.
CIF del titular / promotor	P4612800E

TABLA 4. DATOS DEL TITULAR DE LAS INSTALACIONES. FUENTE: (INFORMACIÓN AYTO. FOIOS, S.F.)

3.3. ZONA CLIMÁTICA

La localidad de Foios, a unos 15 km de Valencia, tiene un clima cálido y templado, característicos de los ambientes mediterráneos. A modo de resumen, se extraen los datos climáticos para el año 2021 presentados en la siguiente tabla de la base de datos CLIMATE-DATA (CLIMATE DATA, 2021) para Valencia que, dada la reducida distancia entre ambas localizaciones, se puede suponer que se darán condiciones climáticas similares.

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura media (°C)	10,2	10,7	13,3	15,8	19,3	23,6	26	25,9	22,8	19,1	13,9	10,8
Temperatura min. (°C)	6,6	6,7	8,7	11,2	14,6	18,6	21,4	21,7	19	15,5	10,5	7,5
Temperatura máx. (°C)	15,1	15,8	18,6	20,8	24,2	28,5	30,8	30,6	27,2	23,5	18,3	15,4
Precipitación (mm)	32	29	37	43	35	20	10	26	60	59	40	36
Humedad (%)	67%	63%	61%	61%	61%	59%	62%	65%	68%	70%	67%	69%
Días lluviosos (días)	4	3	4	5	4	3	2	3	5	5	4	4
Horas de sol (horas)	7,6	8,1	9,2	10,2	11,6	12,4	11,8	10,3	9,0	8,1	7,7	7,2

TABLA 5. DATOS CLIMÁTICOS PARA VALENCIA. FUENTE: (CLIMATE DATA, 2021)

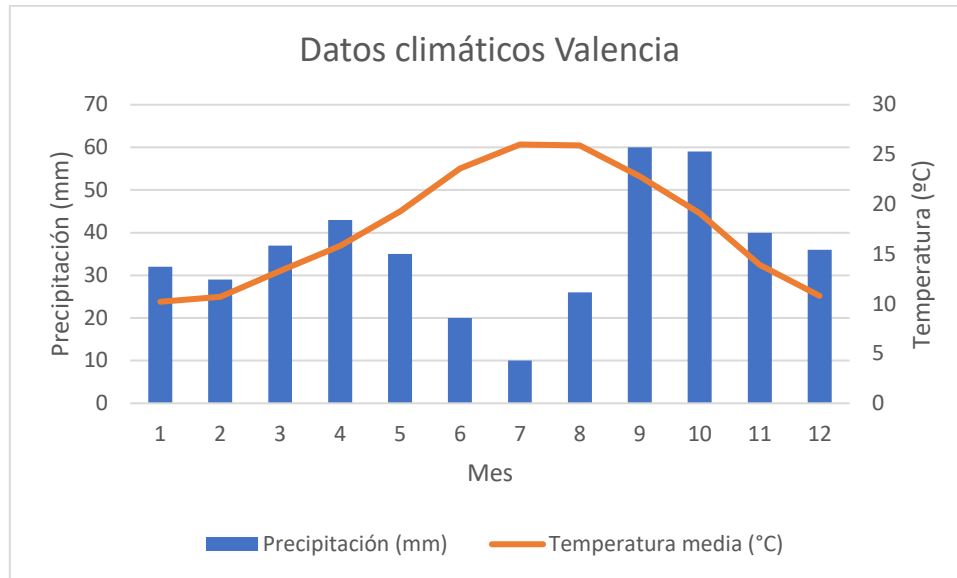


FIGURA 8. DATOS CLIMÁTICOS PARA VALENCIA. FUENTE: (CLIMATE DATA, 2021)

Como comentario, en comparación con las temperaturas medias expuestas en la tabla anterior, nótese la exagerada subida de las temperaturas en los últimos años. Según estos datos, la temperatura máxima en la ciudad de Valencia no supera los 31 °C, cosa que, vistos los últimos veranos, resulta impactante. Con esto se quiere resaltar la importancia, cada vez más, del efecto del calentamiento global y cómo la subida de las temperaturas hace que sea necesario optimizar las instalaciones que se hacen uso para combatirlas (climatización, agua, piscinas...), tanto en viviendas como en edificios públicos, naves industriales, edificios privados, etc.

El polideportivo municipal de Foios se encuentra próximo a la provincia de Valencia, a una altitud de 8 metros sobre el nivel del mar (msnm), la cual es menor de 250 m. Visto esto, según la Tabla A-Anejo B del CTE-DB HE-Ahorro de energía, a la localización del polideportivo le corresponde una **zona climática del tipo B3**.

3.4. INSTALACIONES Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN

Dentro del polideportivo, existen diversas dependencias. El complejo se compone de una piscina municipal que permanece abierta a lo largo de los meses de verano (de mediados de junio a mediados de septiembre), un bar, un campo de fútbol sede del Foios CD y de toda su escuela de fútbol, una pista de Pilota Valenciana o Trinquet, dos pistas de frontón (una grande y otra pequeña), dos pistas de pádel, un campito que sirve para fútbol 7 y baloncesto, y una pista de tenis, además de varios edificios en los que se encuentran los vestuarios y baños de la piscina, campo de fútbol y pista de pelota valenciana.

Como se comenta en apartados anteriores, en el *PLANO N.º 2* del documento de planos de este TFM se detalla la ubicación de cada una de estas instalaciones. A modo de resumen, se presenta la siguiente tabla en la que se expone la información de superficie y uso de cada dependencia.

Edificio/instalación	Superficie (m ²)	Uso
Piscina grande	822	Deportivo
Piscina pequeña	310	Deportivo
Vestuarios piscina	420	Vestuario/baño
Bar	150	Comercial
Campo de fútbol	7.826	Deportivo
Vestuarios campo de fútbol	252	Vestuario/baño
Trinquet	630	Deportivo
Pista de frontón grande	256	Deportivo
Pista de frontón pequeña	176	Deportivo
Vestuarios trinquet 1	60	Vestuario/baño
Vestuarios trinquet 2	60	Vestuario/baño
Cancha de fútbol sala	450	Deportivo
Pista de pádel 1	200	Deportivo
Pista de pádel 2	200	Deportivo
Pista de tenis	260	Deportivo

TABLA 6. SUPERFICIES Y USO DE CADA RECINTO.

A pesar de que todas estas instalaciones están en el mismo recinto, se diferencia entre polideportivo, piscina y bar, ya que cada uno de estos tiene horarios distintos. No obstante, los consumos energéticos van asociados al mismo punto de suministro y son gestionados por el ayuntamiento de Foios, por lo que para la auditoría se tendrán en cuenta todas las dependencias.

3.5. PERSONAL, AFORO Y HORARIO DE LAS INSTALACIONES

3.5.1. PERSONAL

El servicio y gestión tanto del polideportivo, como de la piscina y bar son responsabilidad del personal que resultó adjudicatario del contrato público que el ayuntamiento de Foios sacó a licitación a tal efecto.

Concretamente, en dicho contrato público se especifica que el contratista adjudicatario de dicha licitación ha de aportar el siguiente personal mínimo para la prestación de dichos servicios de gestión y mantenimiento de las instalaciones:

- Un/a técnico/a deportivo
- Un/a conserje
- Un/a técnico/a de mantenimiento
- Un/a limpiador/a de vestuarios
- Un/a recepcionista y control de acceso a piscinas durante periodo estival
- Dos socorristas en piscinas durante periodo estival
- Un/a camarero/a

Dicho personal será el responsable de llevar a cabo las labores necesarias para prestar un buen servicio al público, mantener en buenas condiciones las instalaciones y gestionar equipos, horarios, material, etc. Además, se asegurarán, según indicaciones del ayuntamiento, de establecer las condiciones necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente.



3.5.2. HORARIO

A excepción de la piscina y bar, el resto de las instalaciones del polideportivo municipal se encuentran abiertas al público durante todo el año (excepto lunes y festivos), con el siguiente horario general:

- De martes a domingo: de 11:00 a 19:00 h presencial ininterrumpidas

En cuanto a la piscina, esta se abre al público en periodo estival, del 15 de junio al 15 de septiembre en horario de 11:00 h a 19:00 h, quedando cerrada lo lunes para mejorar el mantenimiento y mejora de las piscinas e instalaciones.

El campo de fútbol tiene un horario especial, a excepción del general al público, ya que los diferentes equipos del club de fútbol del municipio realizan sus entrenamientos, de lunes a viernes de 17:30 a 22:00 h.

En lo que respecta al bar, el horario establecido es el mismo que para la piscina, además de durante los fines de semana del resto del año en horario de partidos y torneos, y entre semana en horarios de entrenamientos.

3.5.3. AFORO

El control del aforo es la cuestión fundamental de la que depende la distribución de los espacios de una manera efectiva. El Código Técnico de la Edificación prevé como regla general para las zonas de estancia del público un aforo de una persona cada 4 m², en vestuarios de una persona por cada 3 m² y en el agua de una persona por cada 2 m². En lo que respecta a las pistas, canchas y campo de fútbol, el aforo se calcula en función de las personas que puedan estar usando dicha zona.

El aforo total real del complejo dependerá de la época del año (ya que estará disponible o no las piscinas) y del número de dependencias que se estén utilizando en dicho momento. Considerando la situación en la que mayor número de personas puede haber en el polideportivo, que se daría en un día de verano con la piscina disponible y todas las dependencias ocupadas, el aforo máximo del polideportivo se expone en la tabla siguiente.

Este aforo se obtiene en función de las densidades de ocupación indicadas en la tabla 2.1 del CTE DB SI3, las cuales presentan densidades máximas de ocupación a considerar en los cálculos de seguridad en cas de incendio. No obstante, esto se ha considerado únicamente para recintos interiores (vestuarios y bar) y piscina, habiéndose tenido en cuenta una ocupación estimada del resto de recintos en función de la actividad deportiva.

Recinto	Superficie (m ²)	Densidad de ocupación CTE DB SI3 (m ² /per.)	Ocupación (personas)
Piscina grande	822	2	411
Piscina pequeña	310	2	155
Vestuarios piscina	420	3	140
Bar	150	1,5	100
Campo de fútbol	7.826	-	400
Vestuarios campo de fútbol	252	3	84
Trinquet	630	-	40
Pista de frontón grande	256	-	10
Pista de frontón pequeña	176	-	10
Vestuarios trinquet 1	60	3	20
Vestuarios trinquet 2	60	3	20
Cancha de fútbol sala	450	-	50
Pista de pádel 1	200	-	10
Pista de pádel 2	200	-	10
Pista de tenis	260	-	10
TOTAL			1.470

TABLA 7. AFORO POR ESTANCIAS

3.6. ESTRUCTURA Y DESCRIPCIÓN VOLUMÉTRICA DE LOS EDIFICIOS

En lo que respecta a edificios, en el polideportivo únicamente hay 4 edificaciones, las cuales son los 3 vestuarios y el bar del polideportivo. Es por ello por lo que, en este caso, los elementos constructivos de las edificaciones no son los aspectos más importantes a tener en cuenta. No obstante, siguen siendo de importancia ya que forman parte del conjunto del polideportivo. Además, son estas edificaciones las que albergan dependencias importantes, como son los vestuarios, en las que se centrarán algunos consumos energéticos como iluminación, ACS o climatización. Así pues, los edificios existentes en el polideportivo de Foios son:

Edificio	Superficie (m ²)	Uso
Vestuarios piscina	420	Vestuario/baño
Bar	150	Comercial
Vestuarios campo de fútbol	252	Vestuario/baño
Vestuarios pista pilota valenciana 1	60	Vestuario/baño
Vestuarios pista pilota valenciana 2	60	Vestuario/baño

TABLA 8. EDIFICACIONES EXISTENTES EN EL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE FOIOS.

Todos ellos cuentan con características constructivas similares. Es por esto por lo que no se individualiza la descripción de los elementos de la envolvente para cada edificio, sino que la descripción de los elementos (cerramientos, huecos, cubiertas...) se realiza de forma generalizada para todos ellos.

A continuación, se incluyen fotografías de cada uno de los edificios tomadas durante las diversas visitas a las instalaciones, de forma que se entienda mejor la descripción de sus elementos.



FIGURA 9. VESTUARIOS PISCINA Y SALAS DE MÁQUINAS ADYACENTES.



FIGURA 10. BAR POLIDEPORTIVO FOIOS.



FIGURA 11. FACHADA EXTERIOR EDIFICIO VESTUARIOS FÚTBOL.



FIGURA 12. EDIFICIO DEL TRINQUET (VESTUARIOS SITUADOS EN LOS EXTREMOS).



Los vestuarios denominados como “*Vestuarios trinquet*” se encuentran en los extremos del edificio de la figura anterior, por lo que se considera estos extremos como una construcción. Además, en la segunda planta de estos vestuarios hay miradores para las pistas de Pelota Valenciana.

3.6.1. ENVOLVENTE TÉRMICA

A continuación, se analizan de una manera general los elementos constructivos principales de las edificaciones existentes en el polideportivo municipal de Foios.

3.6.1.1. FACHADAS

En lo relativo a los cerramientos de los edificios, estos no presentan una complejidad elevada. Las fachadas están formadas por gruesos ladrillos de hormigón perforado y capas de yeso por la cara exterior.

En el caso de los vestuarios, por la cara interior hay dispuesta una capa de losas cerámicas para mejorar la impermeabilidad interior, propia de estancias húmedas como lo son baños y vestuarios. Los bloques de hormigón son gruesos, dando lugar a muros de hasta 30 cm de espesor.

3.6.1.2. CUBIERTA

Por lo que respecta a las cubiertas, están compuestas a base de tabiquillo conejero por el que se ejecuta el remate en cumbrera mediante vigas de hormigón pretensado y una capa de hormigón, para finalizar, en el caso de los vestuarios de fútbol, con teja cerámica que vierte a dos aguas sober la zona de los vestuarios.

En el caso de los vestuarios de la piscina, la cubierta es plana y transitable, Por el contrario, no es accesible desde el interior ni el exterior, siendo necesaria la utilización de una escalera portátil que se dispone desde el suelo por cualquiera de los laterales del edificio.

Los vestuarios de la pista de pilota valenciana tienen un forjado superior de hormigón que sirve de suelo para los miradores de la propia pista de pelota.

3.6.1.3. FALSO TECHO

Todos los edificios cuentan con un falso techo, separado aproximadamente 30 cm respecto de la cubierta, en el cual se disponen algunos conductos e instalaciones interiores de los edificios, tales como iluminación.

3.6.1.4. SOLERA

La solera está dispuesta sobre el terreno, y compuesta por una capa de hormigón. En cuanto al recubrimiento, en los vestuarios, al igual que las paredes internas, se puede observar una capa de losas cerámicas para mejorar la impermeabilidad y escorrentía del agua de las duchas.



3.6.2. HUECOS

En lo respectivo a los huecos (ventanas, puertas, carpintería, lucernarios, etc.), las edificaciones del polideportivo cuentan con ventanales altos, aunque estrechos y opacos (para mantener la privacidad de los vestuarios desde el exterior).

La tipología de ventanal varía un poco en cada edificio, pero estos ventanales se componen por lo general de una única capa de vidrio, con carpintería metálicas de colores grises y blancos claros. Como se puede observar en las figuras anteriores, estos huecos presentan un gran retranqueo, por lo que se dificulta la entrada de luz natural desde el exterior.

En el caso de los vestuarios de fútbol, la cubierta central cuenta con un lucernario que facilita la entrada de luz natural. No obstante, este lucernario da a una estancia que sirve de distribuidor central entre los dos vestuarios (uno por cada equipo de fútbol).

Por último, el bar cuenta con gran cantidad de ventanales en sus dos fachadas principales, que sirven de acceso a los ocupantes y trabajadores, así como para tener una buena visibilidad de la piscina. No obstante, las estancias inmediatamente exteriores a estas fachadas superiores cuentan con marquesinas que sirven para cubrir a los clientes en horas de verano, y que aseguran sombras en las inmediaciones del bar.

3.7. EQUIPOS E INSTALACIONES

A continuación, se exponen los principales equipos e instalaciones consumidoras de energía presentes en el polideportivo municipal de Foios. Las características técnicas de los equipos son conocidas, ya que se han obtenido a partir de las visitas realizadas al polideportivo durante la fase de recopilación de datos previas.

3.7.1. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

La iluminación del polideportivo, concretamente de las pistas deportivas principales, ha sido renovada hace aproximadamente un año, ya que las luminarias instaladas anteriormente estaban anticuadas y en mal estado.

En su gran mayoría, estas luminarias renovadas son proyectores LED de un gran flujo luminoso, para asegurar las condiciones lumínicas óptimas que requieren las actividades deportivas durante las horas nocturnas. Con esto se pretende indicar que la instalación de iluminación de los recintos deportivos, aunque sea de una tipología de luminaria de bajo consumo energético (como son las luminarias LED), supone una elevada potencia instalada. Gracias al técnico encargado del mantenimiento de las instalaciones del polideportivo (Consulta de datos luminarias catálogos SolidPower, s.f.), se cuenta con los estudios lumínicos elaborados para la renovación de las instalaciones de iluminación, por lo que se conocen los modelos exactos de las luminarias de las principales dependencias del polideportivo. La luminarias de las estancias de las que no se tienen datos concretos se han estimado en función del tipo de luminaria instalada.

3.7.1.1. RESUMEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA EN ILUMINACIÓN

Así pues, se presenta la siguiente tabla, en la que se recogen las luminarias instaladas en cada dependencia y recinto deportivo, indicando los datos conocidos. Finalmente, se hace un balance de la potencia instalada en iluminación.

Estancia	Denom. luminaria	Flujo luminoso lámpara (lm)	Pot lumi (W)	Nº lámp. por mástil	Pot. Inst. total por mástil (W)	Nº mást.	Nº total de lámp.	Potencia instalada total (W)
CAMPO DE FÚTBOL	GEALED S.L. ZIMA.320.30- Idt Serie ZIMA 3030 320 30	51.200	320	5	1.600	7	35	11.200
	GEALED S.L. ZIMA.640.30- Idt Serie ZIMA 3030 640 30	102.400	640	2	1.280	7	14	8.960
PISTAS DE PÁDEL	GEALED S.L. FLIN.0.150.BF Serie LINCE 150	23.250	150	2	300	8	16	2.400
PISTA DE TENIS	GEALED S.L. FLIN.0.200.BF Serie LINCE 200	31.000	200	2	400	4	8	1.600
BASQUET/SALA	GEALED S.L. FLIN.0.200.BF Serie LINCE 200	23.250	200	3	600	4	12	2.400
PISTA DE PILOTA VALEN.	GEALED S.L. FLIN.0.200.BF Serie LINCE 200	24.800	200	-	-	-	14	2.800
FRONTÓN	GEALED S.L. FLIN.0.200.BF Serie LINCE 200	23.250	200	3	600	4	12	2.400
EXT.	Luminaria con brazo a fachada	-	50	-	-	-	15	750
VEST. PISCINA	Downlight	-	150	-	-	-	12	1.800
VEST. FÚTBOL	Downlight	-	150	-	-	-	12	1.800
VEST. PISTA PILOTA	Downlight	-	150	-	-	-	8	1.800
BAR	Tubos fluorescentes	-	36	-	-	-	8	288
TOTAL (W)								37.814

TABLA 9. RESUMEN INVENTARIO LUMINARIAS EXISTENTES EN EL POLIDEPORTIVO DE FOIOS.

En total, se cuenta con una potencia instalada para iluminación en el polideportivo de Foios de 37,814 kW eléctricos. La distribución de la potencia en iluminación instalada en cada dependencia se expone en la siguiente figura. Se puede observar cómo la dependencia con mayor potencia instalada en iluminación es el campo de fútbol, suponiendo un 53% de la potencia instalada en iluminación.

Se considera que se cumple los valores de exigencias del CTE DB HE3 Condiciones de la instalación de iluminación, ya que la iluminación de las pistas deportivas ha sido renovada recientemente a partir de proyecto, en el cual se justifica el cumplimiento del VEEI máximo, además del resto de exigencias.

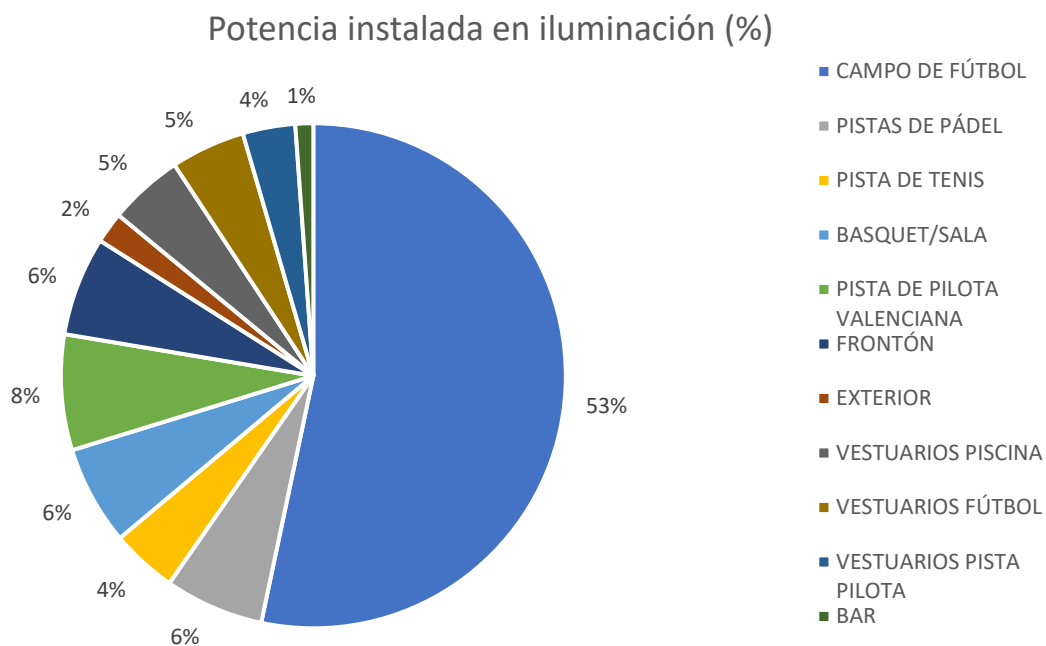


FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA EN ILUMINACIÓN.

3.7.2. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Los vestuarios del polideportivo municipal de Foios no cuentan con instalación de climatización, debido al tipo de uso de estos. La ventilación se realiza de manera natural, a través de los diversos huecos de los edificios.

El único recinto climatizado es el bar del polideportivo, el cual cuenta con un equipo tipo Split de pared con una unidad exterior en fachada. El equipo es una unidad Split de la marca HISENSE modelo STYLE CF35MR04C. A continuación, se exponen las características principales.



SPLIT HISENSE – GAMA STYLE CF35MR04C	
Capacidad refrigeración (kW)	3,2
Capacidad calefacción (kW)	3,3
EER	3,2
COP	3,9
Consumo eléctrico refr. (kW)	1
Consumo eléctrico cal. (kW)	0,85
Refrigerante	R32
Vol carga refrigerante (g)	660
Nivel de ruido unidad exterior (dB)	52

TABLA 10. CARACTERÍSTICAS SPLIT HISENSE - STYLE CF35MR04C. FUENTE: (FICHA TÉCNICA HISENSE, S.F.)

En cuanto a la ventilación, no hay ninguna dependencia que cuente con sistemas de ventilación forzada. En todas ellas, la ventilación se realiza de forma natural, a partir de los huecos en fachada.

3.7.3. INSTALACIÓN DE ACS

A diferencia de la climatización, la instalación de ACS sí que cuenta con una cantidad de equipos instalados considerable, ya que es necesaria para generar el agua caliente de las duchas de los vestuarios.

Al estar los vestuarios de un polideportivo dentro del marco de local de pública concurrencia, es de vital importancia cumplir con lo indicado por el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis. En este decreto se indica, entre otras cosas, que los sistemas de generación de ACS han de asegurar una temperatura mayor de 50 °C para agua caliente generada directamente, o mayor de 60 °C para agua en acumuladores.

Los equipos de generación de ACS existentes en el polideportivo municipal de Foios son diversos, notándose que se han ido instalando a lo largo de los años para cubrir las necesidades de ACS crecientes. Cada vestuario cuenta con su anillo de distribución de ACS y sus equipos generadores (calderas de gas o termos eléctricos).

En la siguiente tabla se indican los equipos existentes para cada uno de los vestuarios del polideportivo. Los diversos parámetros técnicos han sido consultados en las fichas técnicas de cada equipo.

VESTUARIO	EQUIPO	TIPO	POTENCIA (kW)	RENDIMIENTO	ACUMULADOR
Piscina	Caldera de gas VAILLANT. Modelo VNM 286/7- 2 (H-ES) eco TEC pure	Caldera mural a gas propano de condensación	28 kW (térmicos)	105,4%	No
	Captadores solares	2 captadores solares térmicos + depósito acumulador	En desuso	En desuso	En desuso
Fútbol	Caldera de gas VAILLANT. Modelo VNM 286/7- 2 (H-ES) eco TEC pure	Caldera mural a gas propano de condensación	28 kW (térmicos)	105,4%	Depósito acumulador ROCA de 300 litros + Depósito acumulador extra THERMOR de 300 litros
	Caldera de gas JUNKERS modelo EUROLINE ZW 23-1 AE	Caldera mural a gas propano estanca	23 kW (térmicos)	89,40%	
TOTAL TÉRMICA (kW)			79		
Trinquet 1	Termo eléctrico NEGARRA modelo CS-50	Termo eléctrico con capacidad de 50 litros	1,6 kW (eléctricos)	98%	Depósito acumulador THERMOR de 300 litros
Trinquet 2	Termo eléctrico NEGARRA modelo CS-50	Termo eléctrico con capacidad de 50 litros	1,6 kW (eléctricos)	98%	Depósito acumulador THERMOR de 300 litros
TOTAL ELÉCTRICA (kW)			3,2		

TABLA 11. EQUIPOS PARA GENERACIÓN DE ACS EXISTENTES EN EL POLIDEPORTIVO DE FOIOS.

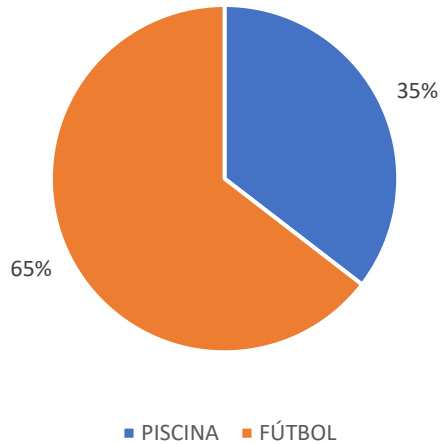
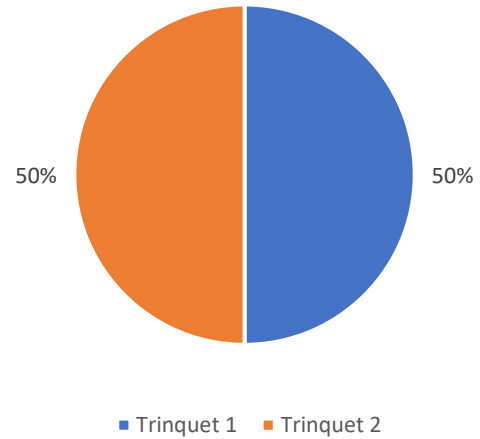
Potencia térmica instalada para
ACS (%)Potencia eléctrica instalada para ACS
(%)

FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN DE POTENCIAS TÉRMICA Y ELÉCTRICA INSTALADAS PARA ACS.

3.7.3.1. VESTUARIOS PISCINA

Estos vestuarios cuentan con una caldera a gas propano de condensación, además de dos captadores solares térmicos y un depósito acumulador ROCA modelo 500 E de 600 litros. No obstante, según indicaciones de los técnicos del polideportivo, dichos captadores solares y acumulador están en desuso debido a problemas de mantenimiento.

Así pues, estos vestuarios únicamente se alimentan a partir de la caldera VAILLANT VNM 286/7-2 (H-ES) eco TEC pure de 28 kW de potencia térmica. Con esto, para una diferencia de temperatura de 30 °C la caldera es capaz de suministrar un caudal de agua caliente de 13,5 litros/min. Además, al ser de condensación, el rendimiento es mayor del 100%, al poder aprovecharse el poder calorífico superior del combustible. Según la ficha técnica, esta caldera tiene un consumo eléctrico máximo de 110 W para alimentar sistemas auxiliares de su funcionamiento.

Cabe indicar que esta caldera, al igual que las de los vestuarios de fútbol no se alimentan de la red, sino que el polideportivo cuenta con un depósito de propano líquido, el cual se va rellenando cada tiempo.



FIGURA 15. CALDERA DE CONDENSACIÓN VAILLANT Y ACUMULADOR VESTUARIOS PISCINA.

3.7.3.2. VESTUARIOS DE FÚTBOL

Estos vestuarios son los que más volumen de usuarios, y por lo tanto de ACS generada soportan a lo largo del año. Hay que tener en cuenta que, a lo largo de toda la semana, durante todo el año, hacen uso de estas instalaciones todas las categorías del equipo de fútbol de Foios, siendo la necesidad de ACS bastante más elevada que la del resto de vestuarios.

Por ello, cuentan con 2 calderas de gas, apoyadas por varios depósitos acumuladores para hacer frente a la demanda en periodos punta y asegurarse de que se cumple las condiciones de caudal y temperatura de consigna.



FIGURA 16. CALDERAS Y ACUMULADORES VESTUARIOS FÚTBOL.

La primera de las calderas es la misma que la de los vestuarios de la piscina, una VAILLANT VNM 286/7-2 (H-ES) eco TEC pure de 28 kW de potencia térmica.

La segunda es una caldera mural estanca de JUNKERS modelo EUROLINE ZW 23-1 AE de 23 kW térmicos. Para una diferencia de temperatura de 25 °C es capaz de proporcionar un caudal de 13,2 l/min. A diferencia de la caldera VAILLANT, esta caldera no es de condensación, sino que es una caldera convencional estanca, por lo que su rendimiento será un poco menor que la VAILLANT (y por lo tanto menor del 100%). Por ello, la caldera principal en estos vestuarios es la VAILLANT, sirviendo la JUNKERS de apoyo en periodos punta.

Además de estas dos calderas, se cuenta con los dos depósitos acumuladores indicados, que se pueden observar en la *Figura 17* anterior. Ambos tienen una capacidad de 300 litros (600 l en total) y sirven de apoyo a las calderas para hacer frente a los periodos punta, por si las calderas no fuesen suficientes.

3.7.3.3. VESTUARIOS TRINQUET (1 Y 2)

Por último, para los vestuarios del edificio del trinquet se hace uso de un termo eléctrico de la marca NEGARRA modelo CS-50 de 1,6 kW de potencia eléctrica para cada uno de los vestuarios. Estos equipos precisan de un depósito acumulador ya que no son capaces de hacer frente a las demandas de ACS de forma instantánea. En este caso, el depósito acumulador es de la marca THERMOR modelo AERO MAX SPLIT de 600 litros de capacidad.



FIGURA 17. TERMO ELÉCTRICO Y ACUMULADOR VESTUARIO TRINQUET 1.



3.7.4. OTRAS INSTALACIONES

Además de las instalaciones y equipos anteriormente indicadas, cabe destacar que existen otras instalaciones en el polideportivo, las cuales no serán objeto de este estudio, como son:

- Instalación de Protección Contra Incendios (PCI).
- Instalación eléctrica (cuadros eléctricos, líneas, CGP, CPM, etc.).
- Instalación de suministro de Agua Fría para Consumo Humano (AFCH), haciendo referencia a elementos (válvulas, filtros, medidores, etc.), conducciones, hornacina de acometida, etc.

No obstante, se indica en esta auditoría que sería necesaria una exhaustiva revisión de estas instalaciones, de forma que se puedan identificar deficiencias y corregirlas, para adecuar su funcionamiento a las condiciones mínimas exigidas por la normativa actual, si fuera necesario.

Otras instalaciones que sí que se tienen en cuenta, debido a su implicación en instalaciones abordadas en esta auditoría, o por suponer un consumo eléctrico considerable, son las siguientes:

- Instalaciones de bombeo de agua: bombas de depuradoras de las piscinas, bombas de riego del campo de fútbol y bomba de presión de los vestuarios de la piscina.
- Bar del polideportivo. A pesar de que no se ha podido obtener acceso al bar del polideportivo para obtener los equipos instalados, se dedica un apartado para abordar esta “instalación”, ya que su suministro eléctrico va asociado al mismo punto de consumo que el resto de las instalaciones del polideportivo, no diferenciándose entre el consumo del polideportivo y el consumo del bar. Por ello, se considera necesario estimar la potencia eléctrica instalada del bar.

3.7.4.1. INSTALACIONES DE BOMBEO

Estas instalaciones únicamente se tendrán en cuenta para considerar su implicación energética, ya que debido a la potencia instalada y las horas que se utilizan suponen unos consumos energéticos considerables.

Las instalaciones de bombeo que existen actualmente en el polideportivo municipal de Foios son varias:

- Instalación de bombeo para la depuración del agua de la piscina grande
- Instalación de bombeo para la depuración del agua de la piscina pequeña
- Instalación de bombeo para el riego del campo de fútbol
- Instalación de bombeo de los vestuarios de la piscina

Tras las diversas visitas, se ha comprobado que su estado de mantenimiento es correcto, no considerándose necesaria la renovación de ninguna de estas instalaciones de bombeo. Todas las bombas son de tipo centrífugo, con motor eléctrico sin variadores de frecuencia.

Las diferentes instalaciones de bombeo que hay en el polideportivo son:

CONSUMO	BOMBA	Nº BOMBAS	POTENCIA ELÉCTRICA (kW)	POT TOTAL (kW)
Piscina grande	BOMBA ASTRAL POOL – MODELO MAXIM (4,5 CV)	3	4,05	12,15
Piscina pequeña	BOMBA ASTRAL POOL – MODELO MAXIM (4,5 CV)	1	4,05	4,05
Riego campo de fútbol	BOMBA ISDEAL – RFI 50-26/30	1	30	30
Presión vestuarios piscina	BOMBA ESPA – PRISMA 35 4N	1	1,8	1,8
TOTAL POT. ELÉCTRICA INSTALADA (kW)				48

TABLA 12. INVENTARIO EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUA DEL POLIDEPORTIVO DE FOIOS.

Potencia instalada en equipos de bombeo de agua (%)

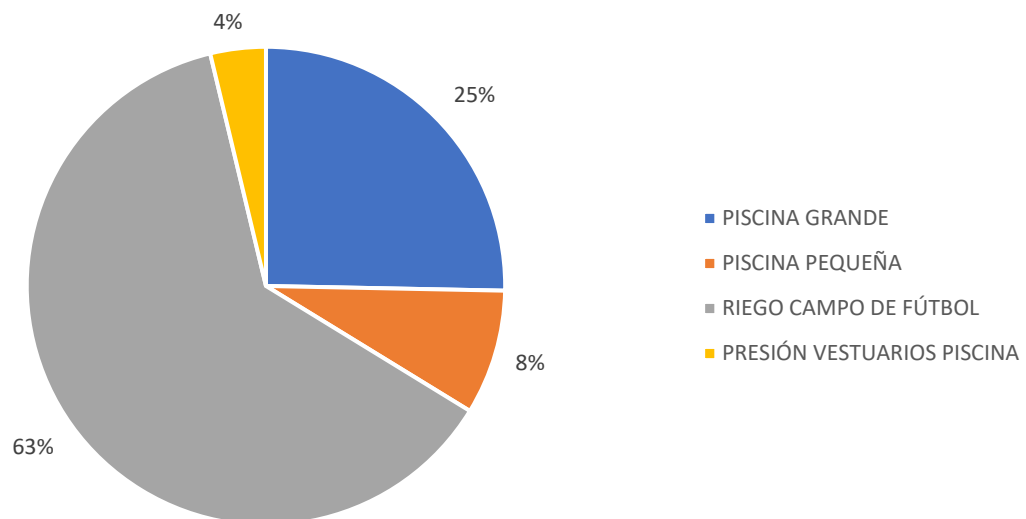


FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN POTENCIA INSTALADA BOMBEO.

A continuación, se proporciona una descripción detallada de cada una de las instalaciones.

DEPURADORA PISCINA GRANDE

La primera instalación de bombeo que se analiza es la de la depuradora de la piscina grande. En esta, hay 3 bombas centrífugas ASTRAL-POOL modelo MAXIM en paralelo. Estas funcionan durante todo el año, ya que la piscina grande no se vacía.

El modo de funcionamiento está programado, de forma que funcionan las 3 bombas durante 7 horas al día cada una, haciendo un total de 21 horas de bombeo diarias. A continuación, se expone una tabla con las principales características de las bombas, así como diversas imágenes de las bombas y filtros, además de un esquema de funcionamiento presente en la propia instalación. Esta instalación se sitúa en parte del edificio de los vestuarios de la piscina.

BOMBA ASTRAL POOL – MODELO MAXIM (4,5 CV)	
Q (m³/h)	66
H (mca)	10
P. Eléctrica (kW) a 50 Hz	4,05
Tensión (V)	230/400 (Trifásica)
Intensidad (A)	13/7,4
Temperatura máxima agua (°C)	35
Grado de protección IP	X5

TABLA 13. CARACTERÍSTICAS BOMBAS PISCINA GRANDE. FUENTE: FICHAS TÉCNICAS ASTRAL-POOL.



FIGURA 19. BOMBAS DEPURADORA PISCINA GRANDE.

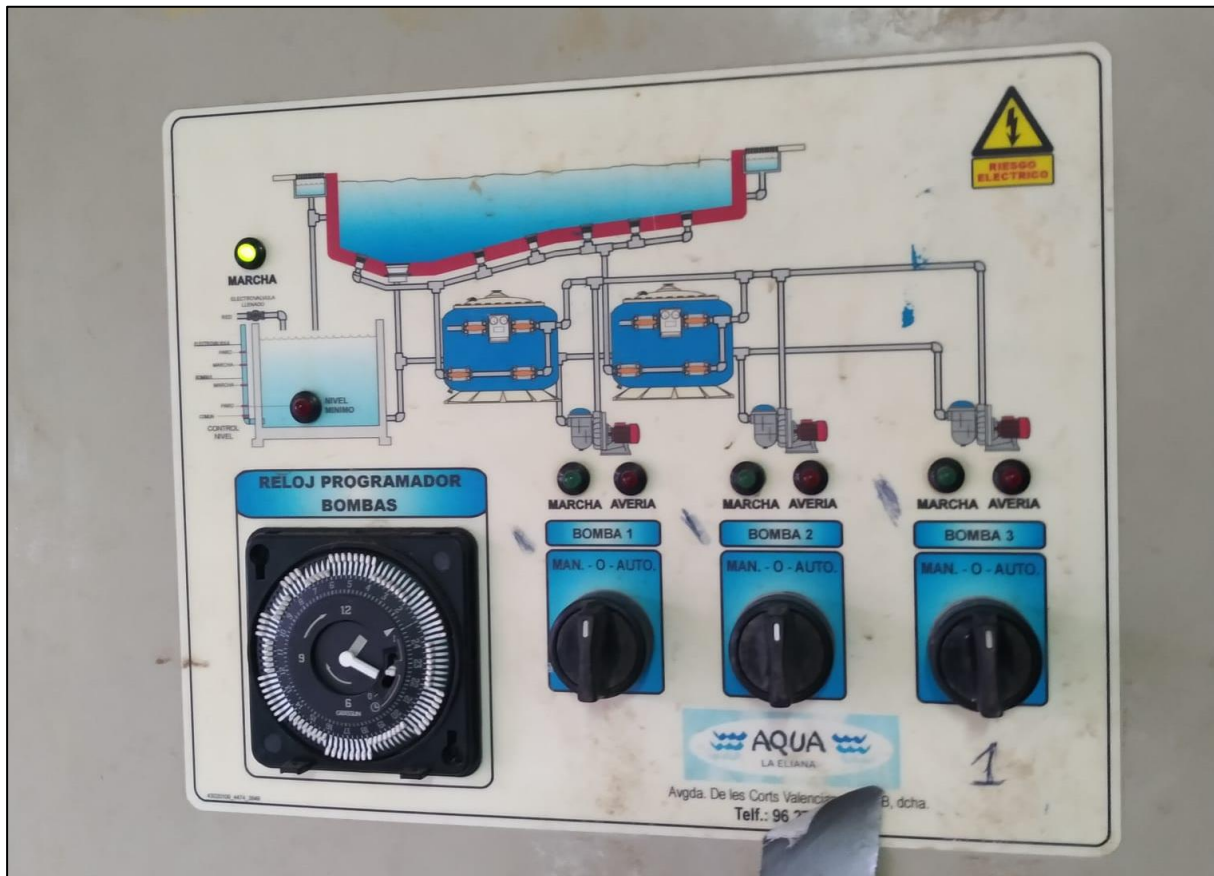


FIGURA 20. ESQUEMA DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO DE LA PISCINA GRANDE.

DEPURADORA PISCINA PEQUEÑA

En el caso de la piscina pequeña, esta sólo se llena durante la temporada de verano (de 15 de junio al 15 de septiembre), siendo el horario de funcionamiento de la bomba igual que en la piscina grande, con 21 horas de funcionamiento, soportadas en este caso únicamente por la única bomba que hay. Esta bomba es idéntica a las que hay en la depuradora de la piscina grande.

En la siguiente figura se puede observar dicha instalación. Esta se sitúa en una caseta al lado de la piscina pequeña (identificada en el *PLANO N.º 2* del documento de planos).



FIGURA 21. BOMBA DEPURADORA PISCINA PEQUEÑA.

BOMBA DE RIEGO DEL CAMPO DE FÚTBOL

Para el mantenimiento del césped del campo de fútbol 11, son necesarios rociadores para asegurar un riego eficaz que llegue a cada esquina del campo. Para ello, es necesaria una bomba que asegure el caudal y presión necesarias. El riego del campo de fútbol se realiza de 4:00 de la madrugada a 9:00 de la mañana, todos los días del año, pudiéndose variar su funcionamiento en función de las necesidades del césped y de las características ambientales. Se ha supuesto que la bomba funciona a un 80% de su potencia nominal.

La bomba empleada es una centrífuga de la marca ISDEAL modelo RFI 50-26/30. Esta se sitúa en una caseta situada entre los vestuarios de la piscina y el campo de fútbol. A continuación, se exponen las características principales.

BOMBA ISDEAL – RFI 50-26/30	
Q (m ³ /h)	30/72
H (mca)	88,8/75,2
P. eléctrica (kW) a 50 Hz	30
Tensión (V)	230/400 (Trifásica)
Intensidad (A)	67,8/30
Revoluciones por minuto (rpm)	2.900

TABLA 14. CARACTERÍSTICAS BOMBA RIEGO CAMPO DE FÚTBOL. FUENTE: FICHA TÉCNICA ISDEAL.



FIGURA 22. BOMBA PARA RIEGO CAMPO DE FÚTBOL.

BOMBA PARA PRESIÓN DE LOS VESTUARIOS DE LA PISCINA

Los vestuarios de la piscina se alimentan, a diferencia de los otros vestuarios, de un pozo próximo a las inmediaciones del polideportivo. Por ello, es necesaria una bomba que dote de la presión necesaria a la red de agua de estos vestuarios, ya que según indica el DB HS 4 del CTE, en locales de pública concurrencia se ha de asegurar una presión mínima de:

- 100 kPa (10,2 mca) en grifos comunes.
- 150 kPa (15,2 mca) en fluxores y calentadores.

La bomba en cuestión es una bomba centrífuga multietapa para suministro de agua de la marca ESPA modelo PRISMA 35 4N. El funcionamiento de la bomba se supone que es mayor durante los meses de verano, ya que son los que mayor volumen de gente tienen al estar abierta al público la piscina.

Las características principales de esta bomba son:

BOMBA ESPA – PRISMA 35 4N	
Q (m ³ /h)	1,98/9,9
H (mca)	17/57
P (kW) a 50 Hz	1,8
Tensión (V)	230 (Monofásica)
Intensidad (A)	8,4
Temperatura máxima agua (°C)	40
Grado de protección IP	X5

TABLA 15. CARACTERÍSTICAS BOMBA PRESIÓN VESTUARIOS PISCINA. FUENTE: FICHA TÉCNICA ESPA.



FIGURA 23. BOMBA PARA PRESIÓN DE VESTUARIOS DE LA PISCINA.

3.7.4.2. BAR POLIDEPORTIVO

Como se comenta anteriormente, el bar es una de las instalaciones presentes en el polideportivo municipal de Foios. Su gestión y explotación corre a cargo de un particular, el cual fue adjudicatario de su concesión.

No obstante, a pesar de que lo gestiona un particular externo al ayuntamiento, su consumo energético está asociado al mismo punto de suministro eléctrico. Tanto los costes asociados a consumos eléctricos y agua corren a cargo del ayuntamiento. Por lo tanto, si el objetivo de esta auditoría es optimizar el consumo energético del polideportivo, se ha de abordar el bar y sus equipos consumidores de energía.

Por ello, pese a que no se ha podido obtener acceso para inspeccionar debidamente los equipos existentes y sus potencias, se realiza una estimación, a partir de equipos típicos de estos tipos de establecimientos y sus potencias. Al ser un bar, y no un restaurante, se estima que cuenta con los siguientes equipos:

EQUIPO	POTENCIA ELECTRICA (kW)
Horno	3
Freidoras	3
Lavavajillas industrial	2,5
Cafetera de dos grupos	3,35
Molinillo	0,75
Cortadora de fiambre	0,2
2 Congeladores	4
Exprimidor	0,1
2 Neveras	1
Máquina de hacer hielo	0,28
TOTAL	18,18

TABLA 16. BALANCE DE POTENCIAS ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS EQUIPOS DEL BAR.

Cabe destacar que esta potencia es una estimación. En todo momento, la potencia consumida por el bar dependerá de los aparatos que se estén utilizando simultáneamente. Además, la potencia eléctrica a prever debería de ser como mínimo la que se corresponde con la capacidad máxima de la instalación, definida esta por la intensidad asignada del interruptor general automático del establecimiento, según indica la ITC-BT-25 del REBT.

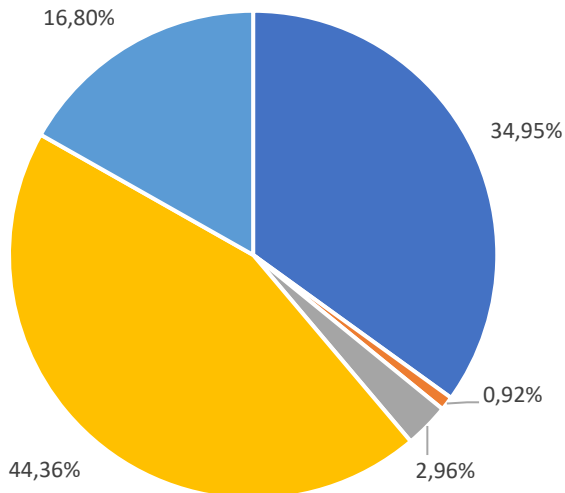
3.7.5. BALANCE DE POTENCIAS INSTALADAS

Una vez analizadas las principales instalaciones del polideportivo municipal de Foios, se expone, a modo de resumen, un balance de las potencias instaladas por tipo de instalación, diferenciando también entre potencia térmica y eléctrica, que son las dos únicas fuentes de energía consumidas en el polideportivo.

BALANCE POTENCIAS EQUIPOS				
INSTALACIÓN	POTENCIA ELÉCTRICA (kW)	PORCENTAJE	POTENCIA TÉRMICA (kW)	PORCENTAJE
Iluminación	37,81	34,95%	-	0,00%
Climatización	1	0,92%	-	0,00%
ACS	3,2	2,96%	79	100%
Bombes	48	44,36%	-	0,00%
Bar	18,18	16,80%	-	24,04%
TOTAL	108,19	100,00%	79	100,00%

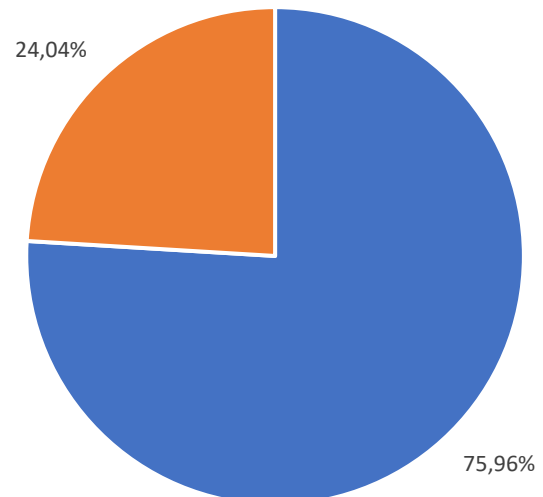
TABLA 17. TABLA BALANCE DE POTENCIAS EQUIPOS.

Potencia eléctrica instalada (%)



■ Iluminación ■ Climatización
■ ACS ■ Bombes
■ Equipos eléctricos

Potencia térmica instalada (%)



■ ACS ■ Bar

FIGURA 24. GRÁFICOS BALANCES DE POTENCIAS EQUIPOS.

Por lo que respecta a los equipos eléctricos, cabe destacar:

- Las instalaciones que mayor potencia eléctrica instalada suponen son las de iluminación y bombeo.
- En el caso de la instalación de iluminación, la mayoría de las luminarias son focos de una elevada potencia, ya que estancias como el campo de fútbol precisan de focos de una potencia lumínica muy elevada para asegurar unas condiciones óptimas de iluminación.



- Por otra parte, en el caso de la instalación de bombeo se cuenta con hasta 6 bombas para diferentes usos. Es la bomba de la marca ISDEAL, de 30 kW eléctricos la que supone una potencia elevada considerable. Esta bomba es de tan elevada potencia ya que las necesidades de caudal y presión del campo de fútbol así lo precisan.
- En tercer lugar, se consideran los “equipos eléctricos” del bar del polideportivo.
- Las instalaciones de climatización y ACS no cuentan con potencia eléctrica instalada, ya que, en el caso del ACS, casi la totalidad de esta se abastece con calentadores térmicos.

Para la potencia térmica instalada:

- La gran parte de la potencia térmica instalada es debida a las calderas de propano empleadas para abastecer las necesidades de agua caliente de uso sanitario de los vestuarios.
- Se ha supuesto una parte de consumo térmico para el bar, ya que puede contar con fogones de gas.

4. AUDITORÍA ENERGÉTICA

4.1. ANÁLISIS ENERGÉTICO

En el siguiente apartado se procede a describir las fuentes de suministro energético de las que dispone el polideportivo municipal de Foios, así como a analizar el consumo que suponen para el polideportivo.

4.1.1. FUENTES DE SUMINISTRO ENERGÉTICO

Las fuentes de energía consumidas a lo largo del año en el polideportivo municipal de Foios son eléctrica y propano. Anteriormente se han expuesto las potencias instaladas en el polideportivo de Foios de cada tipo.

A continuación, se expone una tabla en la que se indica el consumo de cada tipo de energía consumida en las dependencias del polideportivo de Foios, obtenidos a partir de facturas reales para uno o dos años anteriores a la realización de esta auditoría energética.

Fuente de suministro	Distribución de consumos	Consumo total (kWh)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂)	Coste de energía (€)
Electricidad	83,75%	129.845,43	42.978,84	47.050,60 €
Propano	16,25%	25.192,79	6.398,97	3.548,59 €
TOTAL	100,00%	155.038,22	49.377,81	50.599,19 €

TABLA 18. DISTRIBUCIÓN DE CONSUMOS ANUALES POR FUENTE DE SUMINISTRO.

Distribución de consumos anuales (%)

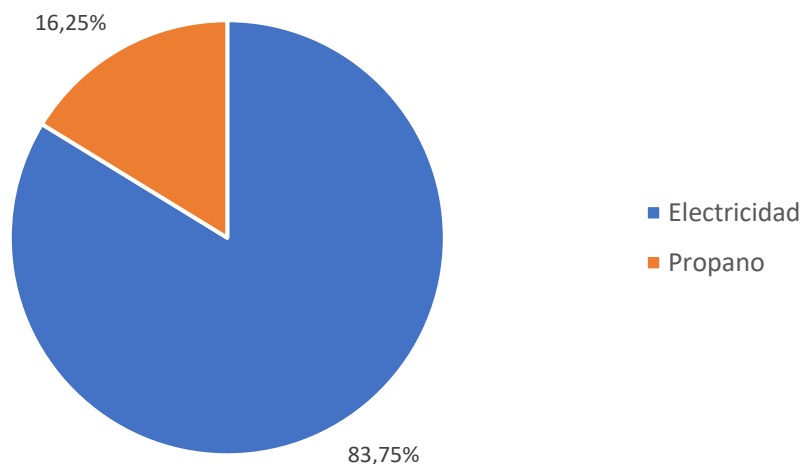


FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN DE CONSUMOS ANUALES POR TIPO DE SUMINISTRO.

El polideportivo municipal de Foios tiene un consumo energético anual real de 155.038,22 kWh/año, lo que equivale aproximadamente al consumo energético de unas 13 viviendas unifamiliares (suponiendo un consumo aproximado de 12.000 kWh/año para una vivienda unifamiliar).

Para el cálculo de los kg equivalentes de CO₂ por kWh de energía final, se han hecho uso de los factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria recogidos por el RITE en el documento reconocido correspondiente (IDAE, FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA, 2016).

Dichos factores son:

- 0,331 kgCO₂/kWh de energía final eléctrica
- 0,254 kgCO₂/kWh de energía final para GLP

4.1.2. SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

En este apartado se analiza el consumo de energía activa y reactiva, así como la potencia máxima para cada mes de las últimas facturas obtenidas. Dichos datos se obtienen de la facturación eléctrica del punto de suministro eléctrico del polideportivo. La información básica de dicha facturación se resume en la siguiente tabla:

Titular	Ayuntamiento de Foios	
NIF	P4612800E	
CUPS	ES 0021 0000 1595 7540 NE	
Tipo de discriminación horaria	TGPAT	
Tipo de tarifa	3.0 TD	
Periodos	6	
Potencia contratada	P1	59 kW
	P2	59 kW
	P3	59 kW
	P4	59 kW
	P5	59 kW
	P6	59 kW
Comercializadora	Iberdrola Clientes S.A.U.	
Distribuidora	I-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	
Tensión	Alta tensión	

TABLA 19. DATOS FACTURACIÓN ELÉCTRICA POLIDEPORTIVO MUNICIPAL FOIOS. FUENTE: FACTURAS IBERDROLA.

En cuanto al consumo eléctrico, este no se encuentra tabulado, por lo que se ha obtenido a partir de las facturas eléctricas del punto de consumo indicado anteriormente, que han sido facilitadas por el ayuntamiento.

En las tablas siguientes, se exponen los consumos de energía activa, reactiva y potencias máximas registradas desde el mes de agosto del año 2022 hasta el mes de julio de este año 2023.



MES	Desde / Hasta	CONSUMO ENERGÍA ACTIVA (kWh)							FACTURACIÓN T. ENERGÍA (€)	Coste electricidad (€/kWh)
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total		
ene-23	31/12/2022 - 31/01/2023	4.386	1.798	0	0	0	5.830	12.014	3.020,89 €	0,251 €
feb-23	31/01/2023 - 28/02/2023	4.236	1.547	0	0	0	4.912	10.696	2.705,80 €	0,253 €
mar-23	28/02/2023 - 31/03/2023	0	3.360	1.541	0	0	5.051	9.952	2.402,76 €	0,241 €
abr-23	31/03/2023 - 30/04/2023	0	0	0	2.032	1.295	5.217	8.544	1.912,22 €	0,224 €
may-23	30/04/2023 - 31/05/2023	0	0	0	2.105	1.532	5.325	8.963	1.985,54 €	0,222 €
jun-23	31/05/2023 - 30/06/2023	0	0	2.659	1.990	0	5.691	10.340	2.379,41 €	0,230 €
jul-23	30/06/2023 - 31/07/2023	2.781	2.097	0	0	0	7.092	11.970	2.935,66 €	0,245 €
ago-22	31/07/2022 - 31/08/2022	0	0	3.531	2.130	0	6.749	12.410	2.868,21 €	0,231 €
sep-22	31/08/2022 - 30/09/2022	0	0	4.135	1.971	0	6.261	12.368	2.869,82 €	0,232 €
oct-22	30/09/2022 - 31/10/2022	0	0	0	3.678	1.492	5.741	10.911	2.452,89 €	0,225 €
nov-22	31/10/2022 - 30/11/2022	0	3.822	1.719	0	0	4.833	10.374	2.524,97 €	0,243 €
dic-22	30/11/2022 - 31/12/2022	3.814	1.918	0	0	0	5.573	11.305	2.836,16 €	0,251 €
TOTAL								129.845	30.894,33 €	0,238 €

TABLA 20. CONSUMOS ELÉCTRICOS DEL POLIDEPORTIVO DE FOIOS. FUENTE: FACTURAS ELÉCTRICAS.



MES	Desde / Hasta	CONSUMO ENERGÍA REACTIVA (kVarh)						Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	
ene-23	31/12/2022 - 31/01/2023	60	119	0	0	0	500	679
feb-23	31/01/2023 - 28/02/2023	83	99	0	0	0	378	560
mar-23	28/02/2023 - 31/03/2023	0	85	78	0	0	371	534
abr-23	31/03/2023 - 30/04/2023	0	0	0	33	40	116	189
may-23	30/04/2023 - 31/05/2023	0	0	0	27	47	119	193
jun-23	31/05/2023 - 30/06/2023	0	0	62	36	0	44	142
jul-23	30/06/2023 - 31/07/2023	283	231	0	0	0	504	1.018
ago-22	31/07/2022 - 31/08/2022	0	0	103	64	0	153	320
sep-22	31/08/2022 - 30/09/2022	0	0	102	46	0	99	247
oct-22	30/09/2022 - 31/10/2022	0	0	0	73	56	178	307
nov-22	31/10/2022 - 30/11/2022	0	59	95	0	0	251	405
dic-22	30/11/2022 - 31/12/2022	81	85	0	0	0	219	385
TOTAL								4.979

TABLA 21. CONSUMOS DE ENERGÍA REACTIVA POLIDEPORTIVO DE FOIOS. FUENTE: FACTURAS ELÉCTRICAS.



MES	Desde / Hasta	POTENCIA MÁXIMA REGISTRADA (kW)							Coste exceso potencia (€)
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	MAX	
ene-23	31/12/2022 - 31/01/2023	62,98	47,16	0,00	0,00	0,00	62,58	63	5,07
feb-23	31/01/2023 - 28/02/2023	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	16,13
mar-23	28/02/2023 - 31/03/2023	0,00	53,14	31,33	0,00	0,00	39,52	53	0
abr-23	31/03/2023 - 30/04/2023	0,00	0,00	0,00	49,37	33,10	40,35	49	0
may-23	30/04/2023 - 31/05/2023	0,00	0,00	0,00	46,31	34,20	43,73	46	0
jun-23	31/05/2023 - 30/06/2023	0,00	0,00	48,07	37,52	0,00	29,63	48	0
jul-23	30/06/2023 - 31/07/2023	43,27	37,89	0,00	0,00	0,00	33,50	43	0
ago-22	31/07/2022 - 31/08/2022	0,00	0,00	63,43	41,23	0,00	57,60	63	0,04
sep-22	31/08/2022 - 30/09/2022	0,00	0,00	67,68	49,36	0,00	55,32	68	6,84
oct-22	30/09/2022 - 31/10/2022	0,00	0,00	0,00	62,20	42,16	55,64	62	2,14
nov-22	31/10/2022 - 30/11/2022	0,00	59,55	53,24	0,00	0,00	44,50	60	0
dic-22	30/11/2022 - 31/12/2022	62,29	51,12	0,00	0,00	0,00	48,59	62	0,04
TOTAL								68	30
POTENCIA CONTRATADA (kW)		59	59	59	59	59	59		

TABLA 22. POTENCIAS MÁXIMAS REGISTRADAS EN EL POLIDEPORTIVO. FUENTE: FACTURAS ELÉCTRICAS.

A partir de las tablas anteriores, se representan los siguientes gráficos.

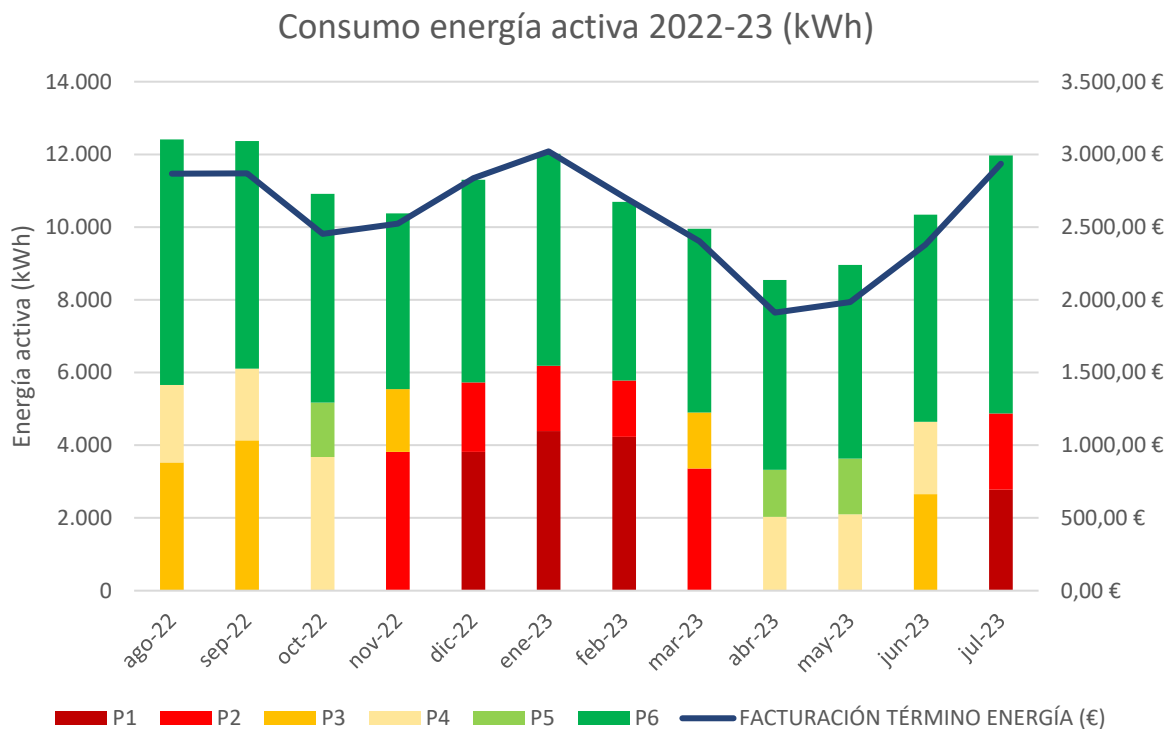


FIGURA 26. GRÁFICO DE CONSUMOS DE ENERGÍA ACTIVA POR MES Y PERIODO.

Respecto al gráfico anterior cabe destacar varios aspectos:

- En primer lugar, se puede observar como el consumo eléctrico es mayor durante los meses de verano (de julio a septiembre) ya que trabajan todas las bombas de las instalaciones, sobre todo las de ambas piscinas y la que da suministro a los vestuarios de la piscina, que se usan durante esta temporada. Además de esto, el volumen de gente que usa las instalaciones es mayor, suponiendo un mayor consumo de la iluminación, termos eléctricos, bar, etc.
- En segundo lugar, el consumo energético se realiza principalmente en el Periodo 6 (el más barato).
- Por último, la curva de facturación hace referencia al coste del término de energía en las facturas, por lo que el coste medio por kWh es el coste del término de energía, sin incluir impuestos, servicios, término de potencia, etc.

Consumo energía reactiva 2022-23 (kVArh)

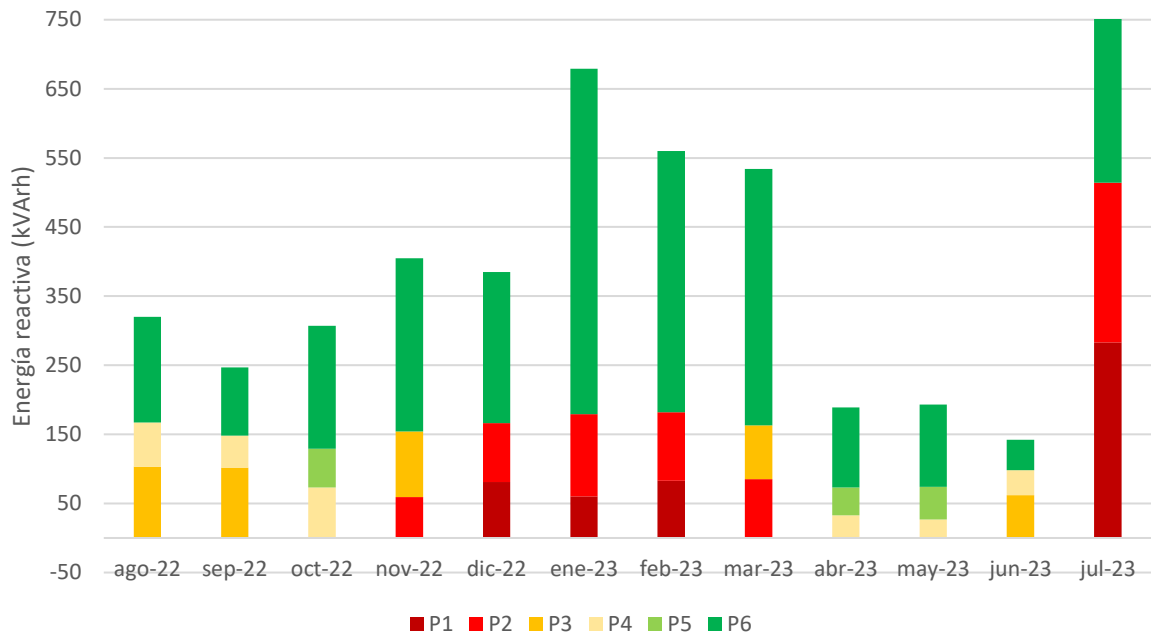


FIGURA 27. GRÁFICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA POR MES Y PERIODO.

En el caso de este gráfico, únicamente cabe mencionar que el polideportivo no cuenta con consumos de reactiva importantes, por lo que no tienen penalizaciones en la factura por términos de reactiva.

No obstante, se observa que el último mes estudiado presenta un consumo anormalmente elevado. Esto se puede deber a que la puesta en marcha de la bomba de la marca ISDEAL empleada para dar presión al sistema de riego del campo de fútbol, ya que, según indicaciones de los técnicos, esta se renovó hace poco, sustituyendo a una de menor potencia.

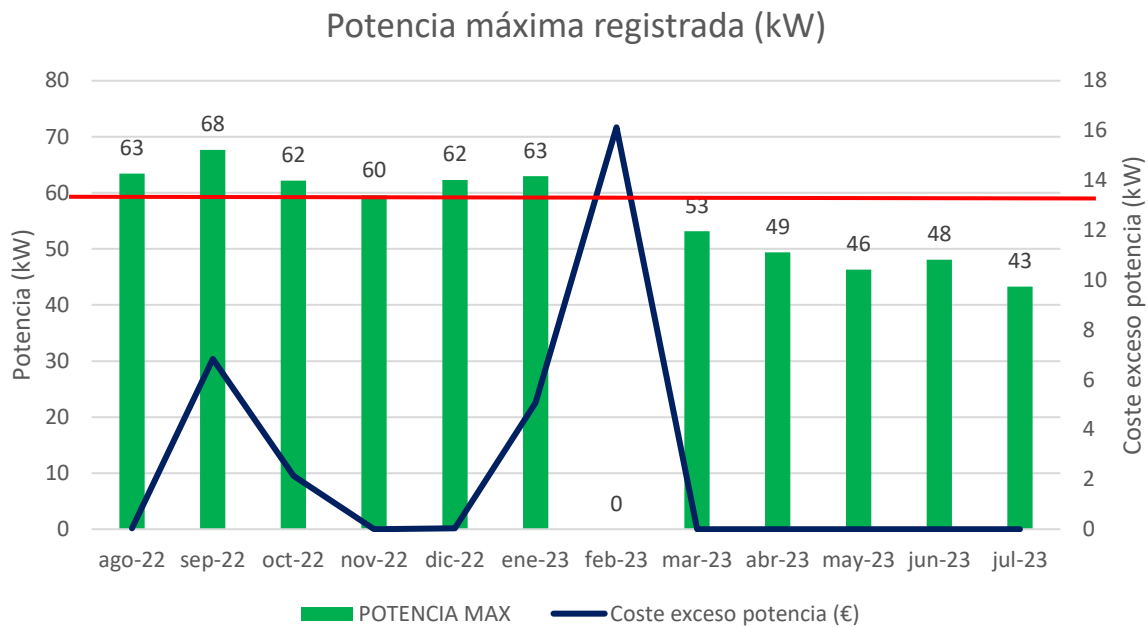


FIGURA 28. GRÁFICO DE POTENCIAS MÁXIMAS POR MES.

Por último, el gráfico anterior muestra las potencias máximas registradas con maxímetro de cada mes estudiado. En rojo se indica la potencia contratada actual de 59 kW. Como observaciones se destaca:

- Los meses de agosto de 2022 a enero de 2023 se sobrepasa la potencia contratada, incurriendo esto en penalizaciones en la factura eléctrica calculada en función del término de penalizaciones por exceso de potencia. Este término da lugar a penalizaciones cuando se supera el 5% de la potencia contratada (61,95 kW), por ello hay meses que no se penaliza. A pesar de que hay penalizaciones, estas suponen un importe de 30 € en total, por lo que no supone una parte significativa de la factura a final de año.
- El mes de febrero de 2023 no se tienen registros de potencia máxima, pero sí que se incluye un término de penalización por exceso de potencia, siendo este el más elevado de los meses analizados, por lo que se considera un exceso de potencia considerable.
- Salta a la vista como a partir de este mes de febrero de 2023, las potencias máximas disminuyen, pudiéndose deber a la exclusión de algún equipo que consume energía eléctrica o a algún ajuste de la medición.

Por ello, a pesar de que el reajuste de la potencia contratada suele ser una medida bastante extendida en las auditorías energéticas, en este caso no se aborda su propuesta, ya que como vemos en el gráfico, las potencias máximas registradas están cerca e incluso sobrepasan la contratada. No obstante, a partir del mes de febrero parece ser que hay un reajuste, lo cual provoca que ya no se sobrepase más la potencia contratada. Para ver si sería una buena medida de mejora el ajuste de la potencia contratada habría que esperar más meses y ver si se sigue superando esta potencia.

Además, es importante tener en cuenta que ante cualquier aumento de la potencia eléctrica instalada no solo no sería posible reducir la potencia contratada, sino que sería necesario un aumento de esta.

4.1.3. SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

Los equipos térmicos se alimentan de combustible a partir de un depósito horizontal de propano de 2.500 litros de capacidad, instalado en el exterior, en las proximidades de las pistas de frontón (indicado en el *PLANO N.º 2*).

En el depósito, el propano es almacenado en forma de líquido, para así poder acumular una mayor cantidad. Cuando la capacidad baja de la mitad del depósito, se realiza el pedido de propano, siendo común realizarlo cada 3 o 4 meses aproximadamente. En la siguiente figura se muestra este depósito.



FIGURA 29. DEPÓSITO DE GAS PROPANO.

Debido a que los consumos de los calentadores vienen de este depósito, no se cuenta con el consumo específico de cada equipo, pero sí con los consumos y costes de dos años registrados, los cuales se han tabulado para obtener el valor del consumo (en kWh) de energía térmica.

Para realizar los cálculos, se ha hecho uso del Poder Calorífico Superior (PCS) del propano, ya que las calderas principales que se utilizan para el suministro de ACS son del tipo de caldera de condensación, las cuales son capaces de aprovechar el calor de la condensación del agua, y, por lo tanto, el poder calorífico superior. Dicho valor se ha cogido de 13,97 kWh/kg de propano.

A continuación, se expone una tabla en la que se indica el volumen y peso de recarga del depósito, para los últimos dos años previos al covid-19, ya que son los últimos dos años con normalidad registrados íntegramente. Hoy en día, las necesidades de ACS se consideran un poco superiores, aunque no excesivamente.

RECARGAS DEL DEPÓSITO DE PROPANO (almacenamiento en estado líquido)							
AÑO	MES	Volumen (litros)	Peso (kg)	Densidad líquido (kg/m ³)	Consumo energético (kWh)	Facturación (€)	Coste (€/kWh)
16	feb	1.591,46	820,00	515,25	11.455,40	1.678,00	0,15
	may	1.450,34	740,00	510,23	10.337,80	1.503,24	0,15
	ago	1.429,00	724,00	506,65	10.114,28	1.482,36	0,15
	nov	1.543,00	760,70	493,00	10.626,97	1.670,13	0,16
17	ene	1.584,00	783,00	494,32	10.938,51	1.663,45	0,15
	abr	1.552,00	780,00	502,58	10.896,60	1.687,30	0,15
	jul	1.617,00	794,00	491,03	1.1092,18	1.665,40	0,15
	oct	1.587,00	803,00	505,99	11.217,91	1.575,00	0,14
TOTAL		12.353,80	6.204,70	504,28	86.679,64	12.924,88 €	0,15

TABLA 23. CANTIDAD DE RECARGA DEL DEPÓSITO DE PROPANO. FUENTE: CONTEO FACTURAS AYUNTAMIENTO DE FOIOS.

La tabla anterior representa la cantidad de combustible recargado en el depósito (supuesto al inicio de cada mes). Para obtener el consumo medio mensual, y anual, se supone que la cantidad de combustible recargada a inicios de cada mes es consumida hasta la recarga siguiente. Con esto, se obtiene un valor de consumo medio mensual de 3.611,65 kWh/mes (aproximadamente 260 kg líquidos de propano al mes) y un **consumo medio anual de propano de 43.339,82 kWh/año** (aproximadamente 3.102,35 kg líquidos de propano al año).

El coste asociado del kWh de propano es de 0,15 €. Este coste es el referente al término de energía, o lo que es lo mismo, al término del volumen de combustible, sin tener en cuenta términos fijos de la factura.



4.1.4. AGUA

Para esta Auditoría Energética no se ha tenido en cuenta el consumo de agua, ya que, al ser un suministro municipal, el polideportivo no cuenta con facturas mensuales de consumo de agua. Se lleva un conteo anual, pero no se han podido obtener datos.

No obstante, se considera necesario mencionar la importancia de analizar el consumo de agua, siendo especialmente importante en este polideportivo al existir varias piscinas. Aun así, únicamente la piscina pequeña es la que se vacía y se llena cada temporada de verano, estando la grande llena y en funcionamiento durante todo el año.

Entre el resto de los consumos de agua de las instalaciones se encuentran el riego del campo de fútbol, consumo de agua del bar y el consumo de los baños y duchas de los vestuarios.

4.2. CONSUMO ENERGÉTICO POR INSTALACIONES

En el presente apartado se va a realizar un balance de la energía consumida actualmente por cada instalación. Dado que no se cuenta con los datos de energía consumida por cada equipo a lo largo de un año, el balance se realiza a partir de una estimación de las horas de utilización, conocidos los horarios, y los grados de carga de los equipos (si estos no trabajan siempre al 100% de la potencia).

Además, se hace uso de indicadores de desempeño energético, de forma que sirvan de comparación entre la situación actual y las situaciones propuestas en las diferentes Medidas de Ahorro Energético que se plantean más adelante.

4.2.1. MEDICIONES

Para la realización de esta auditoría, no se han realizado mediciones in situ en las instalaciones, ya que no se ha considerado necesario.

No obstante, para realizar una estimación de los consumos mucho más realista y ajustada, se debería de hacer uso de equipos de medida como pueden ser Analizadores de Redes Eléctricas (ARE) para analizar el consumo energético de una determinada línea eléctrica durante un periodo de referencia, o para medir la potencia máxima de una bomba durante su funcionamiento, ya que no siempre la potencia nominal de una bomba es la de funcionamiento.

Otros equipos de medida podrían ser cámaras termográficas para detectar fuentes de calor en bombas, fachadas, cerramientos o luminarias, de forma que se pudieran identificar deficiencias o puentes térmicos no deseados.

4.2.2. ÍNDICE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Un indicador de desempeño energético (IDE) es una herramienta de evaluación y apoyo a la decisión, que permite medir una situación en un instante concreto o su tendencia a lo largo del tiempo. Debe ser cuantificable y objetivo, de manera que permita realizar un seguimiento o medición de las

diferentes variables y la comparación entre indicadores. Por lo general, son parámetros medidos, ratios o modelos.

Los indicadores de desempeño se emplean en todos los ámbitos de la sociedad. Podemos encontrar indicadores financieros, energéticos, ambientales, poblacionales, etc. Son un instrumento útil y, en ocasiones, imprescindible para conocer la situación en un momento concreto.

Para tener una referencia de las condiciones actuales se usa el siguiente IDE actual:

IDE 1: kWh consumidos por m²

En esta auditoría energética, se ha seleccionado un IDE genérico que se pueda aplicar a cada equipo e instalación. Este IDE es el de “kWh/m²”, el cual nos da información de cuanta energía se consume o requiere por metro cuadrado de dependencia a la que afecta la instalación y, además, es el más empleado para el consumo energético en la normativa vigente en certificación energética.

4.2.3. CONSUMO ENERGÉTICO ILUMINACIÓN

La primera instalación que se analiza es la de iluminación. Para calcular su consumo energético, se estiman unas horas de utilización de las luminarias, diferenciando dos tipos de horarios: verano e invierno.

La diferencia entre ambos horarios son las horas en las que no hay luz, y por lo tanto se estarán usando las luminarias. Además, se realiza una diferenciación entre el campo de fútbol y el resto de las dependencias, ya que este tiene un horario diferente debido a los entrenamientos del equipo de Foios FD.

Para los vestuarios y bar (iluminación interior) se han supuestos coeficientes de simultaneidad, ya que no siempre se usarán dichos equipos.

A modo de resumen, se exponen los parámetros a partir los cuales se ha estimado el consumo de cada equipo. Estos parámetros también se utilizan para calcular las horas de utilización de otras instalaciones.

Parámetros para cálculo de energía consumida por iluminación	
Días utilización campo de fútbol	248
Días utilización vestuarios piscina	81
Días utilización resto de dependencias	300
Horas apertura instalaciones	8
Horas entrenamiento equipo fútbol	4,5
Horas noche invierno	5 (fútbol) – 2 (resto)
Horas noche verano	3 (fútbol) – 1 (resto)
Grado de carga de las luminarias	100%

TABLA 24. PARÁMETROS PARA CÁLCULO HORAS DE UTILIZACIÓN EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.



A partir de los parámetros anteriores, se calcula el consumo energético y el IDE para cada dependencia del polideportivo.

CONSUMO ENERGÍA ILUMINACIÓN				
DEPENDENCIA	Potencia instalada total (W)	Superficie (m2)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m2)
Campo de fútbol	20.160	7.826	13.749,12	1,76
Pistas de pádel	2.400	400	960	2,40
Pista de tenis	1.600	260	640	2,46
Basquet/sala	2.400	450	960	2,13
Pista de pilota valenciana	2.800	630	1.120	1,78
Frontón	2.400	432	960	2,22
Exterior	750	12.254	300	0,02
Vestuarios piscina	1.800	420	1.728	4,11
Vestuarios fútbol	1.800	252	2.008	7,97
VESTUARIOS PISTA PILOTA (ambos)	1.272	120	2.442,24	20,35
Bar	432	150	829,44	5,53
TOTAL	37.814	23.194	25.697,60	1,11

TABLA 25. BALANCE DE CONSUMOS ENERGÉTICOS DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.

Consumo energía eléctrica iluminación (kWh)

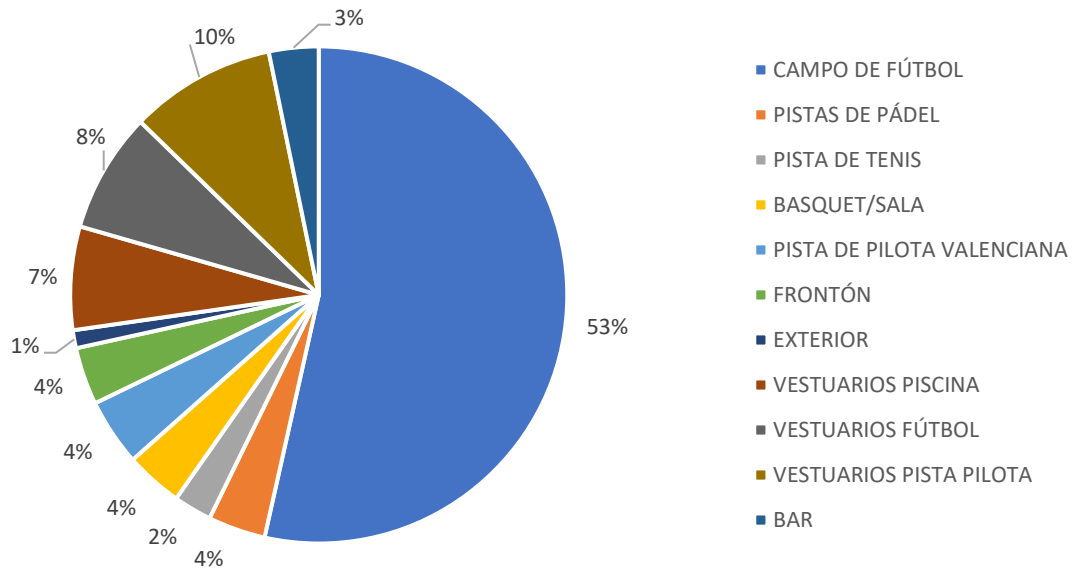


FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN CONSUMOS ENERGÉTICOS INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.

Como era de esperar, el principal consumo energético en iluminación es debido a los focos del campo de fútbol, por ser estos los de mayor potencia instalada, y usarse hasta más tarde que el resto de las dependencias del polideportivo.

La iluminación que es susceptible de ser mejorada es la interior de vestuarios y bar. Aunque esta no suponga un consumo energético muy elevado, sigue suponiendo un 7% del total, lo que son 1.408,96 kWh.

4.2.4. CONSUMO ENERGÉTICO CLIMATIZACIÓN

El único equipo de climatización es el split Hisense descrito en el apartado 3.7.2. Se supone que el equipo trabaja únicamente los meses de calor (aprox. 150 días), aplicando un factor de simultaneidad del 80% ya que se supone que el equipo no trabaja durante toda la jornada.

CONSUMO ENERGÍA CLIMATIZACIÓN				
DEPENDENCIA	Potencia instalada total (kW)	Superficie (m2)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m2)
BAR	1	150	1.200	8,00

TABLA 26. BALANCE DE CONSUMOS ENERGÉTICOS DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.



Respecto a la instalación de climatización no hay mucho que decir. Esta no supone un consumo importante en el polideportivo, y el equipo está en buenas condiciones.

4.2.5. CONSUMO ENERGÉTICO INSTALACIÓN DE ACS

Para el cálculo del consumo energético de los equipos térmicos de generación de ACS, se ha ajustado en función de la potencia total instalada, en base al consumo anual en kWh de combustible. Es decir, del 75,96% de potencia térmica instalada para ACS, un 65% del consumo de combustible para ACS es debido a los vestuarios de fútbol, mientras que el 35% restante es debido a los vestuarios de la piscina.

El 24,04% de combustible lo consumen los fogones del bar del polideportivo.

Con esto, se obtiene de manera aproximada el consumo energético de cada caldera de propano. Para los termos eléctricos, se ha supuesto un funcionamiento medio de 4 horas diarias durante el horario normal del polideportivo. Con esto, se obtienen los siguientes consumos:

CONSUMO ENERGÍA GENERACIÓN ACS						
DEPENDENCIA	Potencia eléctrica instalada total (kW)	Potencia térmica instalada total (kW)	Superficie (m2)	Consumo energía eléctrica (kWh)	Consumo energía térmica (kWh)	IDE 1 (kWh/m2)
VESTUARIOS PISCINA	0,1	28	420	54,86	15.360,95	36,70
VESTUARIOS FÚTBOL	0,1	51	252	54,86	27.978,87	111,24
VESTUARIOS PILOTA 1	1,6	-	60	1.920	-	32,00
VESTUARIOS PILOTA 2	1,6	-	60	1.920	-	32,00
TOTAL	3,4	79	792	3.949,72	43.339,82	59,71

TABLA 27. BALANCE DE CONSUMOS ENERGÉTICOS PARA ACS.

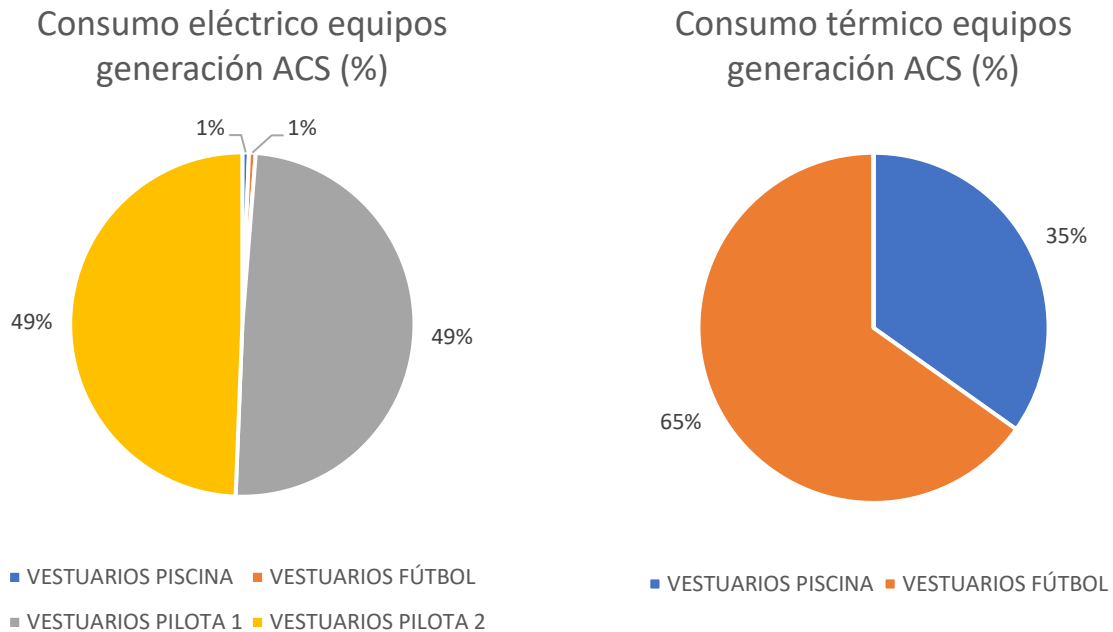


FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN CONSUMOS ENERGÉTICOS INSTALACIÓN GENERACIÓN ACS.

Como se ha comentado, la distribución de consumos se ajusta a las suposiciones. En los consumos eléctricos, se ha tenido en cuenta el consumo residual eléctrico de las calderas de propano.

4.2.6. CONSUMO ENERGÉTICO INSTALACIONES DE BOMBEO

Se procede a analizar el consumo energético de la instalación de mayor potencia instalada del polideportivo. En este caso, se conocen los horarios de funcionamiento de las bombas de las piscinas y riego, y se ha estimado el de la bomba de presión de los vestuarios de la piscina.

Como se comenta en apartados anteriores, las bombas de la piscina grande funcionan durante todo el año, debido a que esta piscina no se vacía. Dichas bombas tienen un funcionamiento alternado de 7 horas cada una, haciendo un total de 21 horas diarias.

Para el caso de la bomba de la piscina pequeña, el horario de funcionamiento es el mismo que el de la piscina grande, pero únicamente durante los meses de verano (15 junio a 15 de septiembre), suponiéndose que la piscina se llena alguna semana antes de comenzar el periodo estival.

En cuanto a la bomba de 30 kW de riego, se ha supuesto un horario de bombeo de 5 horas diarias (de 4:00 a 9:00 de la mañana) durante todo el año, aplicándole un factor de corrección del 0,8 para prever posibles situaciones en las que no se utilice la bomba, o considerar que no trabaja al 100% de su potencia nominal, de manera que no se sobredimensione en exceso el consumo energético, intentando ajusta este al consumo real extraído de las facturas eléctricas. Para el caso de la bomba de los vestuarios

de la piscina, se ha supuesto el mismo funcionamiento que para la caldera de ACS, de unas 4 horas diarias durante periodo estival.

Con esto, la estimación de consumos energéticos de la instalación de bombeo se resume en la siguiente tabla.

DEPENDENCIA	Potencia instalada total (W)	Superficie (m ²)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m ²)
Piscina grande	12,15	822	31.043,25	37,77
Piscina pequeña	4,05	310	10.546,2	34,02
Riego campo de fútbol	30	7.826	43.800	5,60
Presión vestuarios piscina	1,8	420	777,6	1,85
TOTAL	35,85	9.378	86.167,05	9,19

TABLA 28. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LAS BOMBAS.

Consumos energéticos bombas (%)

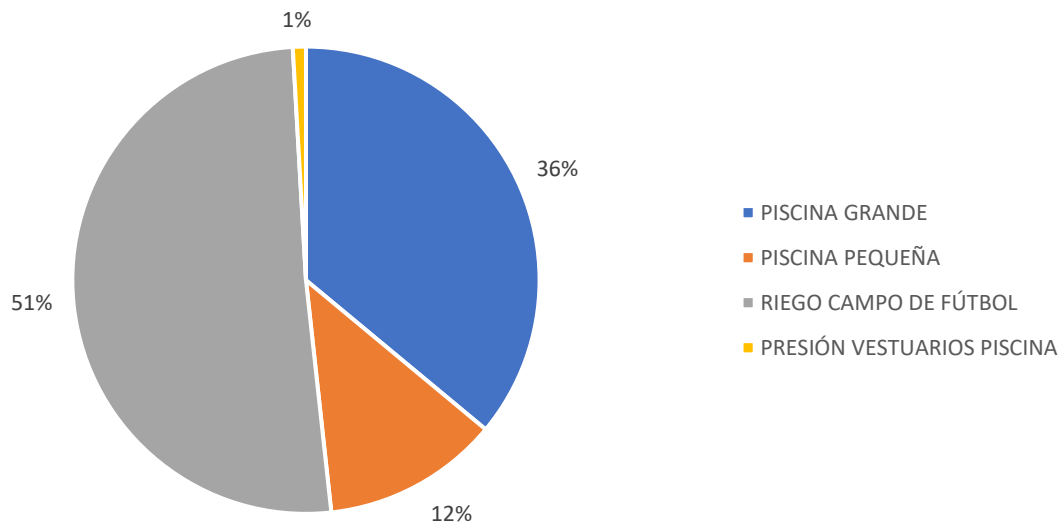


FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS BOMBAS.

Se puede observar que las bombas suponen un consumo importante, dentro del polideportivo municipal de Foios.

4.2.7. CONSUMO ENERGÉTICO EQUIPOS BAR

Por último, se realiza una estimación del consumo energético del bar. Para ello, se considera un horario de utilización de 300 días anuales y 6 horas diarias, aplicando un factor de corrección de 0,7 debido al horario tan variable de este bar. En cuanto al consumo energético, se ha supuesto el 24,04% restante del consumo de combustible anual, de forma que se ajuste a los registros. Con esto, se obtiene el siguiente balance de energía consumida.

CONSUMO ENERGÍA EQUIPOS BAR				
DEPENDENCIA	Potencia instalada total (W)	Superficie (m ²)	Consumo energía eléctrica (kWh)	IDE 1 (kWh/m ²)
Equipos eléctricos bar	18,18	150	22.906,8	152,71

TABLA 29. CONSUMO ENERGÉTICO EQUIPOS BAR.

Tanto para el cálculo de la potencia instalada como para el del consumo energético se han realizado estimaciones que pueden ocasionar que el consumo energético del bar se aleje de la realidad. No obstante, tanto los equipos instalados como el horario y uso de las instalaciones se han comparado con instalaciones similares, obteniéndose resultados parecidos, por lo que se considera que la estimación es válida para realizar este estudio.

4.2.8. RESUMEN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS POR INSTALACIONES

Analizados los desgloses del consumo energético de cada instalación por equipos, a continuación, se expone un resumen de la energía consumida por instalación.

BALANCE CONSUMO ENERGÉTICO ESTIMADO					
INSTALACIÓN	ENERGÍA ELÉCTRICA (kWh)	PORCENTAJE ENERGÍA ELÉCTRICA	ENERGÍA TÉRMICA (kWh)	PORCENTAJE ENERGÍA TÉRMICA	IDE 1 (kWh/m ²)
Iluminación	25.697,60	18,37%	-	0,00%	1,11
Climatización	1.200,00	0,86%	-	0,00%	8,00
ACS	3.949,72	2,82%	43.339,82	100,00%	59,71
Bombeos	86.167,05	61,58%	-	0,00%	9,19
Equipos bar	22.906,80	16,37%	-	0,00%	152,71
TOTAL	139.921,17	100,00%	43.339,82	100,00%	9,19

TABLA 30. BALANCE DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS ESTIMADOS POR INSTALACIÓN.

Consumo de energía eléctrica por instalación (%)

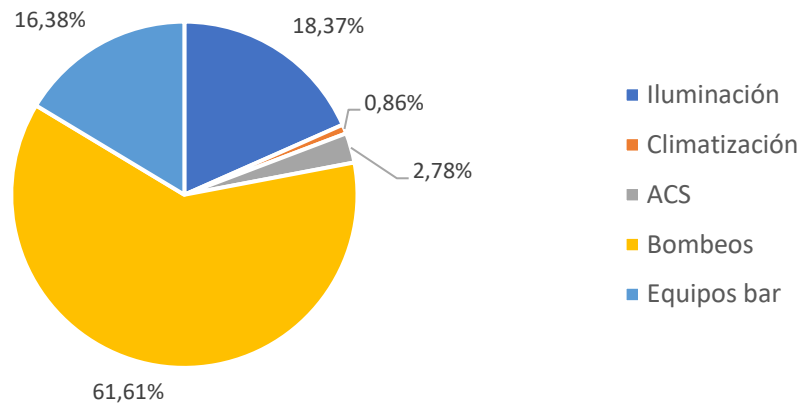


FIGURA 33. DISTRIBUCIÓN CONSUMOS ENERGÉTICOS ELÉCTRICOS POR INSTALACIONES.

A la vista de los resultados, se puede observar como la principal instalación de consumo de energía eléctrica es la de bombeo, suponiendo casi dos tercios del consumo total del polideportivo de Foios. El tercio restante se reparte en el resto de las instalaciones, siendo las de iluminación y equipos del bar las que mayor peso tienen. Salta a la vista la importancia del consumo de los equipos eléctricos del bar, ya suponen un consumo energético mayor que la instalación de iluminación.

El consumo eléctrico, a pesar de haberse aproximado, se puede observar como el consumo energético estimado no dista mucho del consumo energético eléctrico real a lo largo del año (un 7%), como se representa en la gráfica siguiente.

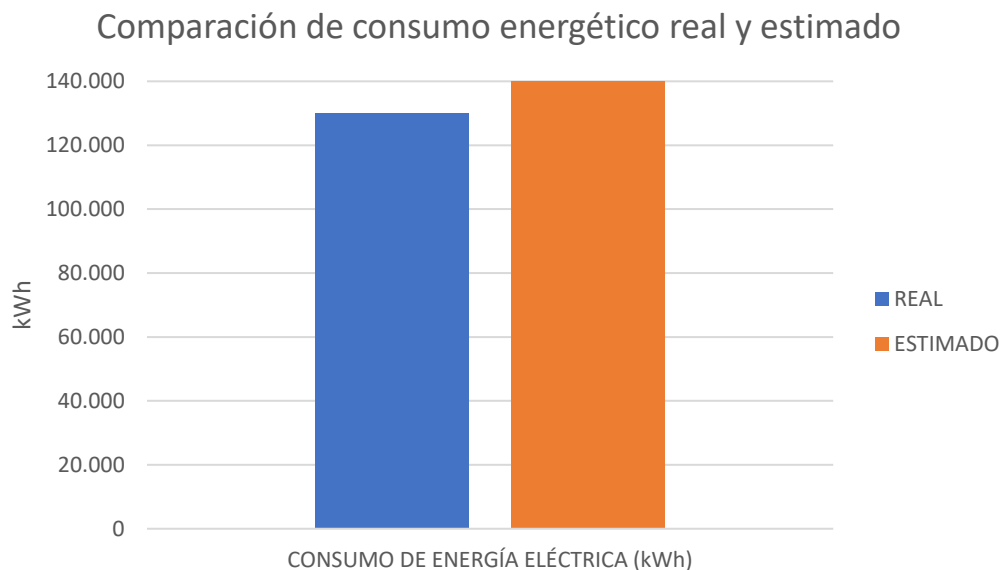


FIGURA 34. COMPARACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO REAL VS ESTIMADO.

4.3. ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

La envolvente del edificio ha sido analizada, de forma muy general, en el apartado 3.6. de esta memoria. Debido al uso de los edificios, ya que estos no tienen instalaciones de climatización y no es primordial la mejora de la envolvente térmica del edificio para reducir las necesidades de refrigeración y calefacción, no se realiza un estudio detallado de esta.

Con esto no se quiere indicar que no es importante una buena envolvente térmica, con buenos aislamientos, carpintería, etc. Solo se indica que, a priori, no es rentable plantear una mejora de la envolvente térmica sabiendo el coste que esto supone, para obtener unos ahorros o mejoras energéticas mínimas.

4.4. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ACTUAL

A continuación, una vez estudiados todos los parámetros del polideportivo municipal de Foios, se procede a obtener su Certificación Energética Actual a través de la herramienta para la obtención de Certificados de Eficiencia Energética (CEE) CE3X, la cual pertenece a una de las herramientas certificadas por el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico del gobierno de España. (Procedimientos para la certificación de edificios, s.f.)

En el ANEXO III se exponen los informes correspondientes, los cuales se generan con el programa una vez realizado el estudio, y donde se exponen todos los resultados. Estas herramientas son las únicas válidas para elaborar los CEE que luego se registran en el organismo correspondiente de cada comunidad autónoma. En el caso de la Comunitat Valenciana, este organismo es el IVACE. Para su registro, se ha de realizar mediante un procedimiento en la misma página del IVACE, y para realizarlo correctamente es necesario rellenar los datos obtenidos en los informes, así como adjuntar todos los archivos generados (PDF, XML y CEX). Además, si este procedimiento se realiza en nombre de un tercero, es necesario un documento firmado de representación.

En este apartado, se procede a justificar de forma resumida, los parámetros introducidos en el programa y el procedimiento de cálculo para la obtención de la etiqueta de eficiencia energética del polideportivo. Dadas las características del polideportivo, únicamente se han considerado como edificaciones los vestuarios y bar, por lo que la superficie considerada es la equivalente a la de estas estancias, de 732 m². En el programa, se ha dividido el “edificio” en zonas, las cuales representan cada uno de los edificios del polideportivo. Los datos generales y del edificio que se han considerado son:

DATOS GENERALES DEL EDIFICIO	
Superficie útil habitable	732 m ²
Altura libre de planta	3.5 m
Número de plantas habitables	1
Ventilación del inmueble	1,32 ren/h
Demanda diaria de ACS	4.368 l/día
Zona climática	B3 - IV
Perfil de uso	Intensidad alta – 8h

TABLA 31. DATOS GENERALES PARA CEE.

4.4.1. ENVOLVENTE TÈRMICA

La envolvente tèrmica se ha ido introduciendo de acuerdo con las características de cerramientos expuestas anteriormente, y a la geometría y disposición de fachadas que se han obtenido de los planos y diversas visitas.

Para la orientación de las fachadas, se sigue lo indicado por el manual de usuario del CE3X, el cual indica las siguientes orientaciones. (IDAE, Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X, 2016).

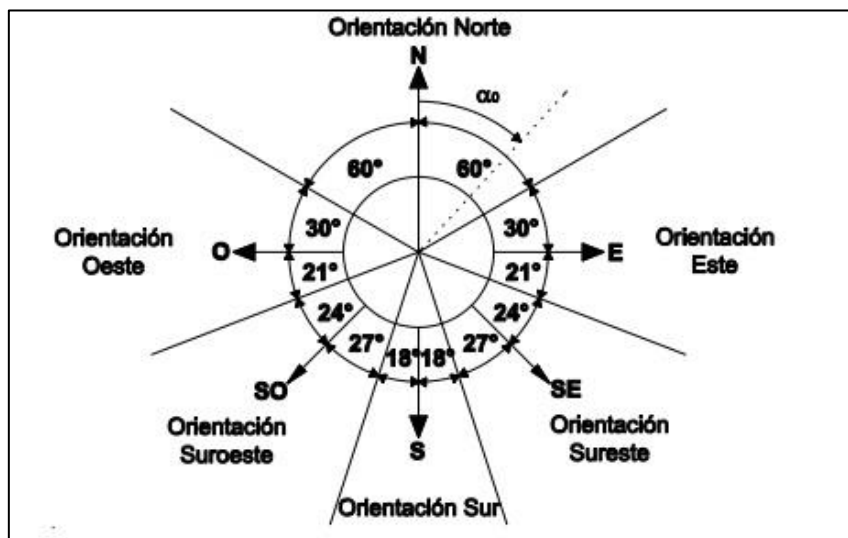


FIGURA 35. ORIENTACIONES DE FACHADA. FUENTE: (ORIENTACIÓN FACHADAS CERTIFIC, 2023)

Para las propiedades de las fachadas, cubiertas y ventanas se han seleccionado de acuerdo con los modelos más ajustados a la realidad, que son los siguientes.

FACHADAS

- ½ pie de fábrica de ladrillo de una sola hoja para los vestuarios de fútbol y piscina.
- Fábrica de bloques de hormigón para los vestuarios del trinquet.
- Doble hoja con cámara no ventilada para el bar.

CUBIERTAS

- Cubiertas en contacto con el aire planas unidireccionales para los vestuarios de fútbol, piscina y bar.

FORJADOS

- Forjados horizontales en contacto con espacios NH superiores para los vestuarios del trinquet, ya que dan a miradores de la pista de pilota.

SUELOS

- Suelos en contacto con el terreno para todos los casos, ya que no hay existencia de sótanos o plantas bajas.

HUECO/LUCERNARIO

- Para los huecos de todos los vestuarios se han seleccionado vidrios simples, con marcos metálicos sin rotura de puente térmico, y con el color de marco dependiendo del vestuario (se puede ver en fotos anteriores).
- En el caso de los vestuarios del trinquet se ha tenido en cuenta un retranqueo de los huecos de 30 cm desde el exterior.
- En la cubierta del vestuario de fútbol se ha tenido en cuenta el lucernario.
- No se han tenido en cuenta las bandas con las que cuentan algunos ventanales (se podrían haber considerado como lamas).

PUENTES TÉRMICOS

- Los puentes térmicos son los calculados por defecto por el programa.

4.4.2. INSTALACIONES

Las instalaciones introducidas son las existentes actualmente en el polideportivo, y que han sido analizadas en apartados anteriores.

4.4.3. ETIQUETA ENERGÉTICA ACTUAL

Con lo anterior, la calificación de eficiencia energética obtenida para las instalaciones existentes del polideportivo municipal de Foios es la siguiente:

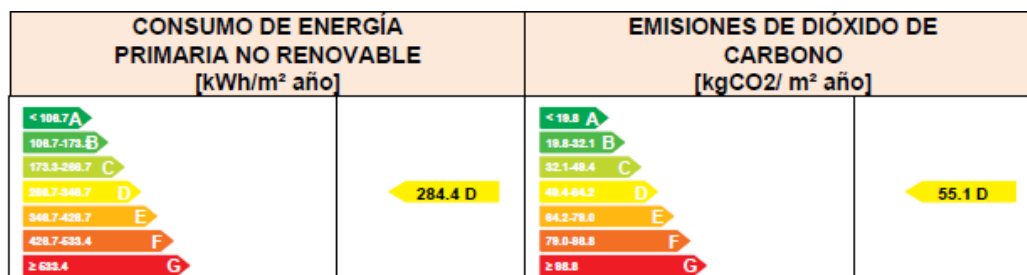


FIGURA 36. CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ACTUAL. FUENTE: INFORME CE3X.



5. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Una vez analizado en detalle el estado de las instalaciones, potencias instaladas y consumos energéticos del polideportivo de Foios, se procede a plantear una serie de Medidas de Ahorro Energético (MAEs) que mejoren la eficiencia energética de las instalaciones estudiadas, obteniéndose, por ende, un ahorro económico y medioambiental que motiven la implantación de dichas medidas de mejora.

Para cada medida se aborda lo siguiente:

- Una descripción general de la misma en la que se exponen las características técnicas generales de la medida planteada.
- El cálculo de los ahorros energético, medioambiental y económico en base al protocolo IPMVP explicado en el apartado 1.3.
- Un estudio de la viabilidad económica a partir del cálculo del VAN y TIR, entre otros indicadores.
- La mejora del Certificado de Eficiencia Energética respecto a la situación inicial sin mejoras.
- Conclusiones de cada mejora.

Al final del apartado, se expone un resumen de los ahorros obtenidos con cada una de las MAEs planteadas. Así pues, las Medidas de Ahorro Energético abordadas en esta auditoría energética son:

- **MAE1:** Sustitución de los equipos de iluminación actuales de tipo convencional por luminarias de menor consumo energético tipo LED
- **MAE2:** Sustitución de los equipos de generación de agua caliente sanitaria actuales por una instalación centralizada de aerotermia.
- **MAE3:** Implantación de una instalación solar fotovoltaica para generación de energía eléctrica, de 30 kWn.

Para las MAEs 2 y 3, se realizan estudios complementarios de dimensionado y diseño, los cuales se incluyen en los ANEXOS I y II. Para la MAE1, dada su simplicidad, no se realiza ningún estudio complementario.



5.1. MAE 1: SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

5.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA

Se plantea como medida de mejora el cambio de las luminarias de las dependencias interiores actuales, que no son tipo LED, por luminarias más eficientes. Esta medida implica únicamente a los equipos de iluminación convencionales, y no a las luminarias tipo LED.

Tras varias visitas realizadas al polideportivo, se observa que las luminarias interiores son de tipo fluorescente en el caso del bar, o de halogenuros metálicos (HM) en los vestuarios, equipos convencionales que tienen una potencia mayor que los actuales.

El consumo de energía eléctrica destinado a la iluminación de vestuarios y bar representa un 27% del total de iluminación. Esto supone un 5% del total de energía eléctrica consumida anual en las instalaciones del polideportivo que, aunque parezca poco, este porcentaje está asociado a un consumo de 7.008,48 kWh anuales y una emisión de 2.319,81 kgCO₂ a la atmósfera al año.

Para la sustitución de los downlight de halogenuros metálicos de los vestuarios, se propone su sustitución por downlights tipo LED de 24 W de potencia total, de la marca SIMON (Fichas técnicas SIMON , 2023) o similar. Para su instalación, se puede hacer uso de los huecos ya existentes de los downlight, sin ser necesarios accesorios extra.

En cuanto a los tubos fluorescentes del bar, se opta por tubos LED de 18 W de potencia de 1,20 m de la marca SIMON o similar. Al igual que con los downlight, se puede hacer uso de las instalaciones existentes, ya que estos tubos son para instalación en porta-tubos, los cuales ya existen en las instalaciones del polideportivo.

5.1.2. CÁLCULO DEL AHORRO EN BASE AL PROTOCOLO IPMVP

De acuerdo con lo establecido en el protocolo IPMVP y expuesto en el apartado 1.3 de esta memoria, se elige la opción A (Verificación aislada de la medida de eficiencia energética: medición del parámetro clave) para la determinación de ahorros (IPMVP Value I EVO 10000-1:2010).

Como límite de medida se toman las luminarias del interior de todos los vestuarios y del bar, dejando de lado las que ya son tipo LED.

Así pues, a partir de la propuesta de nuevas luminarias, la nueva potencia instalada, así como el consumo y el IDE 1 son los siguientes:

DEPENDENCIA	Superficie (m ²)	SITUACIÓN INICIAL			SITUACIÓN PROPUESTA		
		Potencia instalada total (W)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m ²)	Potencia instalada total (W)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m ²)
VESTUARIOS PISCINA	420	1.800	1.728	4,11	288	276,48	0,66
VESTUARIOS FÚTBOL	252	1.800	2.008,8	7,97	288	321,41	1,28
VESTUARIOS PISTA PILOTA	120	1.272	2.442,24	20,35	192	368,64	3,07
BAR	150	432	829,44	5,53	288	552,96	3,69
TOTAL	942	5.304	7.008,48	7,44	1.056	1.519,48	1,61

TABLA 32. COMPARACIÓN SITUACIÓN ACTUAL VS PROPUESTA MAE1.

Obtenidos los nuevos parámetros, para el cálculo de los ahorros económicos y medioambientales se hace uso de los valores de coste de la energía obtenido en el análisis de la facturación eléctrica (0,238 €/kWh eléctrico) y del factor de paso de kWh de energía final a kgCO₂. Con esto, los ahorros obtenidos en la situación propuesta respecto a la situación inicial son:

	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN PROPUESTA	AHORRO ESTIMADO		AHORRO (%)
Potencia instalada (kW)	5,30	1,06	4,25	kW	80%
Consumo energético (kWh/año)	7.008,48	1.519,488	5.488,99	kWh/año	78%
Emisiones CO2 (kgCO₂/año)	2.319,81	502,95	1.816,86	KgCO ₂ /año	78%
Coste energía (€/año)	1.667,54	361,53	1.306,00	€/año	78%

TABLA 33. AHORROS MAE1.

A la vista de los resultados, se puede observar cómo los ahorros obtenidos son bastante significativos, obteniéndose una reducción en el IDE1 de 7,44 kWh/m² a 1,61 kWh/m² para la energía consumida en iluminación por m² de estancias interiores.

Se estima un ahorro en el consumo energético del 78% del total de iluminación interior, lo que suponen 5.488,99 kWh anuales. El mismo porcentaje de ahorro se estima para las emisiones de CO₂ y coste de la energía. En cuanto al ahorro económico, se obtiene un ahorro anual, en base en base al coste del término de energía eléctrica de 1.306,00 €/año.

Además de los ahorros, la tecnología LED es una tecnología mucho más eficiente que la convencional, con mayor vida útil y eficiencia energética. Para el caso de esta propuesta, se calcula la vida útil para esta instalación, la cual es mucho mayor que la convencional como se puede observar.

	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA
N.º de lámparas/luminarias	40	40
Vida útil en horas	5.000	30.000
Potencia instalada (W)	5.304	1.056
Energía consumida (kWh)	7.008,48	1.519,49
Horas utilización anuales	1.321,36	1.438,91
Años vida tecnología	3,78	20,85

TABLA 34. CÁLCULO VIDA ÚTIL INSTALACIÓN PROPUESTA MAE1.

Reducción del consumo energético

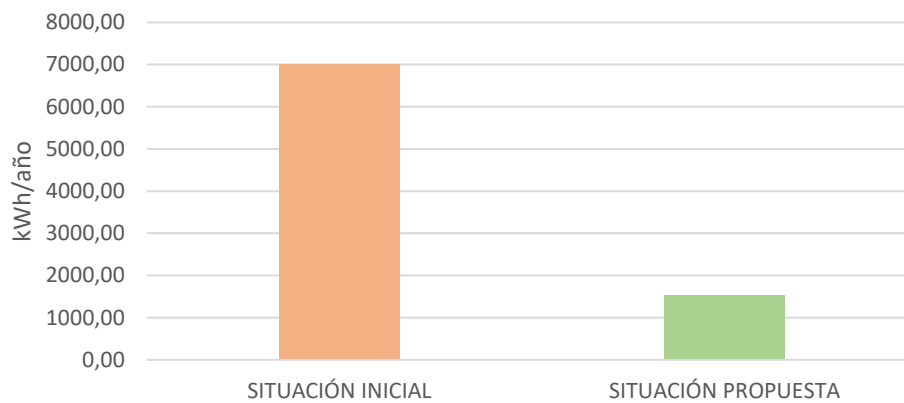


FIGURA 37. REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO MAE1.

Reducción de las emisiones de CO2

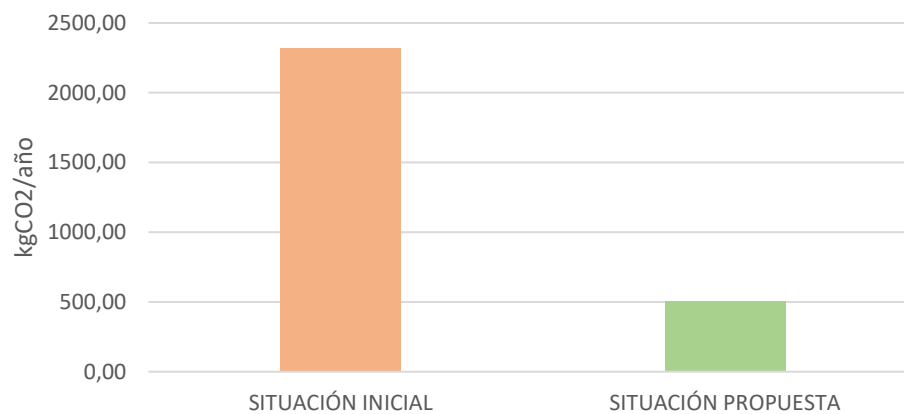


FIGURA 38. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 MAE1.

5.1.3. CÁLCULO DEL VAN Y TIR

Para analizar la viabilidad económica de la mejora propuesta, se realiza un estudio económico de la inversión a realizar. El objetivo de este es calcular la rentabilidad de la inversión mediante la determinación de los valores de VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y el periodo de retorno simple de la inversión.

Mediante estos indicadores, podemos obtener una idea de cuan rentable económicamente será la inversión realizada en la medida de ahorro propuesta.

El primer factor, VAN, nos indica que la inversión es rentable cuando el valor es mayor que cero, mientras que el TIR indica la tasa de interés máxima a la que una organización debe endeudarse para financiar el proyecto sin que este incurra en pérdidas.

A partir de los catálogos comerciales de las luminarias elegidas para la situación propuesta, se tiene el precio de cada luminaria, siendo este:

- Tubo LED de 120 cm: 15 €/ud.
- Downlight LED 60€/ud.

Habiendo 32 luminarias tipo downlight y 8 tubos fluorescentes a cambiar, se calcula que el precio final de la actuación (PEM+IVA) es de 2.565,68 €. Este precio se obtiene del presupuesto elaborado para esta MAE y que se incluye en el Documento 2 de este TFM. Suponiendo una tasa de interés del 10%, en un plazo de 5 años se obtienen los siguientes resultados:

Resultado económico MAE1	
Inversión inicial	2.565,68 €
Ahorro económico anual	1.306,00 €
Tasa de interés	10%
VAN	4.353,24 €
TIR	26%
Periodo de retorno (años)	1,96
Vida útil instalación propuesta (años)	20,85

TABLA 35. RESULTADOS ECONÓMICOS MAE1.

FLUJO NETO ACUMULADO MAE1

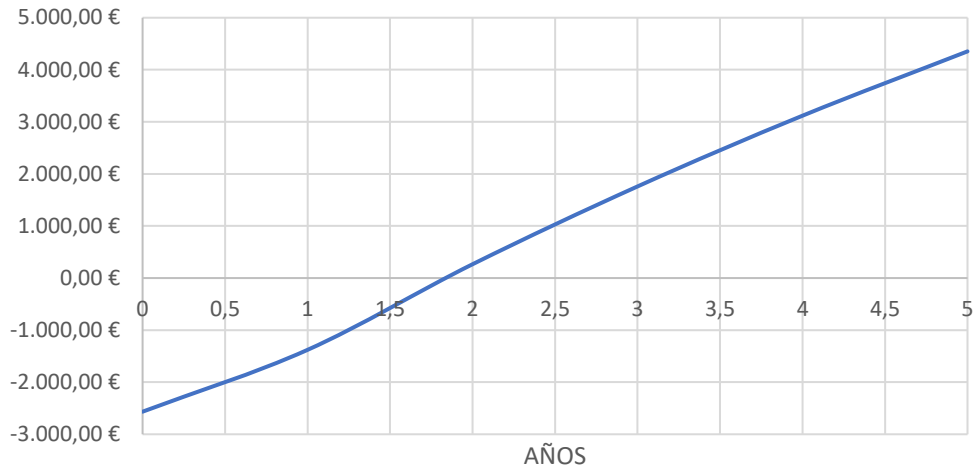


FIGURA 39. AMORTIZACIÓN MAE1.

5.1.4. CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MEDIDA DE AHORRO 1

Al implantar únicamente la MAE1 en el programa CE3X, la mejora en la calificación energética global es la siguiente

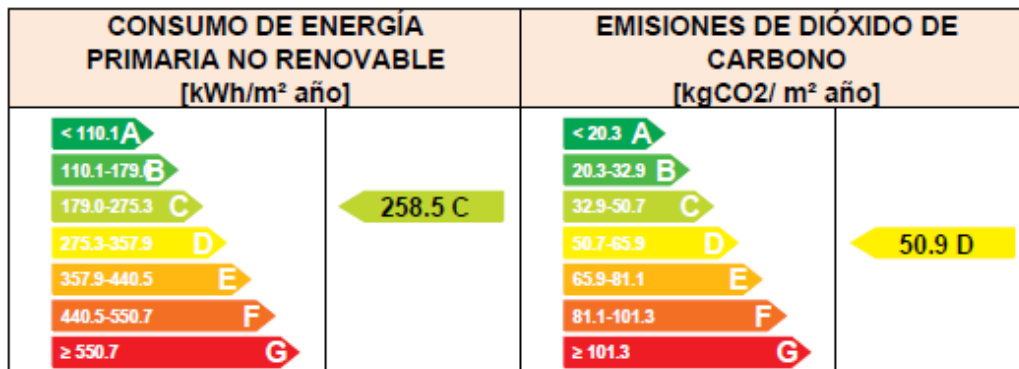


FIGURA 40. CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON MAE1. FUENTE: INFORME CE3X.

Con respecto a la situación inicial, la mejora es la siguiente:

SITUACIÓN	Consumo de energía primaria no renovable		Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² año)	
	(kWh/m ² año)	Letra	(kgCO ₂ /m ² año)	Letra
INICIAL	284,4	D	55,1	D
PROPUESTA	258,5	C	50,9	D

TABLA 36. COMPARACIÓN CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA SITUACIÓN INICIAL - PROPUESTA MAE1.

Como se observa, se obtiene una mejora en ambos indicadores, pero únicamente mejora una letra, correspondiente al consumo de energía primaria no renovable. Esto es debido a que la mejora no plantea un ahorro sustancial respecto al global del polideportivo, que es del 4% del consumo total eléctrico.

5.1.5. CONCLUSIONES MAE1

Con todo lo anterior, **SE RECOMIENDA** la implantación de esta medida en las instalaciones del polideportivo municipal de Foios puesto que supone un ahorro energético total respecto al consumo eléctrico de la iluminación de un 21% y de un 4% respecto al consumo eléctrico global del polideportivo.

La medida de mejora supone unos ahorros considerablemente beneficiosos, mejora la calidad de iluminación interior de vestuarios y bar, y asegura una vida útil de más de 20 años. La inversión se recupera en menos de dos años.

Se pasa de un IDE1 global para iluminación de 1,11 kWh/m² a 0,53 kWh/m² para la situación propuesta.

La figura siguiente muestra una comparativa del porcentaje del consumo energético eléctrico distribuido antes y después en las diversas instalaciones.

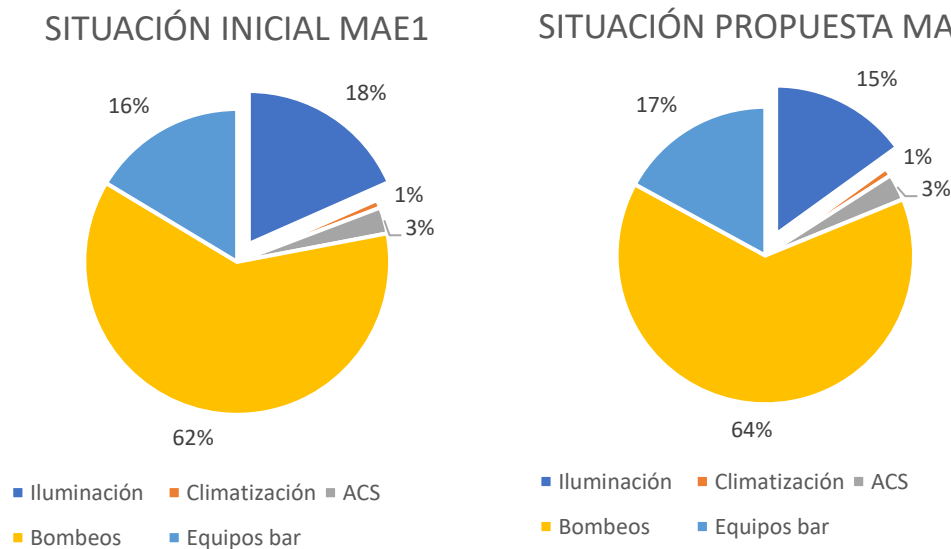


FIGURA 41. COMPARATIVA DISTRIBUCIÓN CONSUMOS
ENERGÉTICOS MAE1.



5.2. MAE 2: SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE ACTUALES POR UNA INSTALACIÓN CENTRALIZADA DE GENERACIÓN DE ACS CON BOMBA DE CALOR Y ACUMULACIÓN.

5.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA

Para la descripción detallada de esta medida de ahorro, se ha elaborado y adjuntado a este trabajo el ANEXO II, en el cual se presenta una memoria técnica de diseño y predimensionado de la instalación propuesta. En ella se exponen todos los detalles y consideraciones necesarias para un correcto predimensionado, el cual podría servir de base para un futuro proyecto, en caso de que se deseara llevar a cabo la ejecución de la medida. Además, en la memoria se justifica el cumplimiento del CTE DB HE4 en el que se exige un mínimo del 60% de energía renovable para la producción de ACS.

A modo de resumen, la medida consiste en la sustitución de las calderas de propano, termos eléctricos y acumuladores por una instalación centralizada de generación de ACS a partir de la combinación de dos bombas de calor en paralelo LG THERMA V HU163MRB U30 (Ficha técnica bomba de calor LG, 2023) de 16 kW térmicos y SCOP 2,74; y un depósito acumulador de 1.000 litros de apoyo al sistema para cubrir los periodos punta de la demanda. La instalación se diseña en base a la Guía Técnica para ACS del IDAE (IDAE, Guía Técnica de Agua Caliente Sanitaria Central, 2010)

Dicha instalación se propone ubicarla en los vestuarios de fútbol, disponiendo las bombas de calor sobre la cubierta del edificio, y el resto de los elementos en la sala de máquina existente en la que se ubican actualmente las calderas y acumuladores que dan servicio a estos vestuarios. La distribución se realiza a partir de diversos anillos a cada uno de los vestuarios, generándose agua caliente para consumo a una temperatura de 60 °C, con el objetivo de que en los puntos de consumo el agua caliente para mezclar llegue a una temperatura no menor de 50 °C, tal y como exige la normativa contra legionela.

En la memoria, además del diseño y dimensionado de la instalación, también se propone el cambio o renovación de algunos elementos de la red de distribución de agua del polideportivo, como son los reguladores de los vestuarios, que actualmente no son temporizados, por termo-reguladores temporizados que promuevan el ahorro de agua en la instalación.

La medida permite, además, eliminar el consumo de combustibles fósiles, como es el propano, ya que la instalación de ACS es la única que lo consume. No obstante, esta eliminación se compensa con un aumento de la potencia eléctrica instalada, aunque gracias a los elevados rendimientos de la tecnología de aerotermia, la potencia eléctrica instalada (y por lo tanto el consumo eléctrico) necesaria para una potencia térmica similar es considerablemente menor.

5.2.2. CÁLCULO DEL AHORRO EN BASE AL PROTOCOLO IPMVP

De acuerdo con lo establecido en el protocolo IPMVP y expuesto en el apartado 1.3 de esta memoria, se elige la opción A (Verificación aislada de la medida de eficiencia energética: medición del parámetro clave) para la determinación de ahorros (IPMVP Value I EVO 10000-1:2010).

Como límite de medida se toman todos los equipos de generación de ACS existentes.

Con lo anterior, se obtiene la siguiente comparativa.

DEPENDENCIA	Superficie (m ²)	SITUACIÓN INICIAL			SITUACIÓN PROPUESTA		
		Potencia instalada total (kW)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m ²)	Potencia instalada total (kW)	Consumo energía (kWh)	IDE 1 (kWh/m ²)
TÉRMICA ACS		79	43.339,82	-	32	-	-
ELÉCTRICA ACS		3,4	3949,72	-	9,6	22.392,85	-
TOTAL	942	-	47.289,54	50,2		22.392,85	23,77

TABLA 37. COMPARACIÓN SITUACIÓN ACTUAL VS PROPUESTA MAE2.

Obtenidos los nuevos parámetros, para el cálculo de los ahorros económicos y medioambientales se hace uso de los valores de coste de la energía obtenido en el análisis de la facturación eléctrica del apartado 4.1.2 (0,238 €/kWh de energía eléctrica) y análisis de consumo de combustible (0,15 €/kWh térmico) y los factores de paso respectivos de energía final a kgCO₂. Con esto, los ahorros obtenidos en la situación propuesta respecto a la situación inicial son:

	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN PROPUESTA	AHORRO	AHORRO (%)
Potencia eléctrica instalada (kW)	3,40	6,98	-3,58	-105%
Potencia térmica instalada (kW)	79,00	32,00	47,00	59%
Consumo energético TOTAL para ACS (térmico+eléctrico) (kWh)	47.289,54	22.392,85	24.896,70	53%
Consumo eléctrico (kWh/año)	3.949,72	22.392,85	-18.443,13	-467%
Consumo de combustible (kg GLP/año)	3.102,35	0	3.102,35	100%
Emisiones CO2 (kgCO ₂ /año)	11.752,25	7.412,03	4.340,22	37%
Coste energía (€/año)	7.440,74	5.327,97	2.112,77	28%

TABLA 38. AHORROS MAE2.

A la vista de los resultados, se puede observar cómo la eliminación del consumo de combustible conlleva un aumento de un 105% más de potencia eléctrica instalada, y un 467% más de energía eléctrica consumida para ACS a lo largo del año, respecto la situación inicial.

Esto es debido a que todo el consumo térmico en la situación actual, que es suministrado a través de combustible, es ahora cubierto por electricidad, que es la fuente que usa el sistema de aerotermia planteado. Por ello el ahorro en el consumo de combustible es del 100%.

No obstante, el ahorro de energía final empleada para ACS (eléctrica + térmica) es del 53%, pasando de 47.289,54 kWh totales (térmicos y eléctricos) destinados a ACS en la situación inicial, a

24.896,70kWh eléctricos en la situación final. En términos totales, esto supone un 11,43 % de ahorro de energía final en el polideportivo (térmica y eléctrica) respecto a la situación inicial.

Por otra parte, se obtiene un 37% de ahorro de emisiones de CO₂ y un 28% de ahorro económico anual. Estos ahorros son un poco menores que el energético, ya que la energía eléctrica tiene un coste y factor de paso a kgCO₂ mayores que el propano.

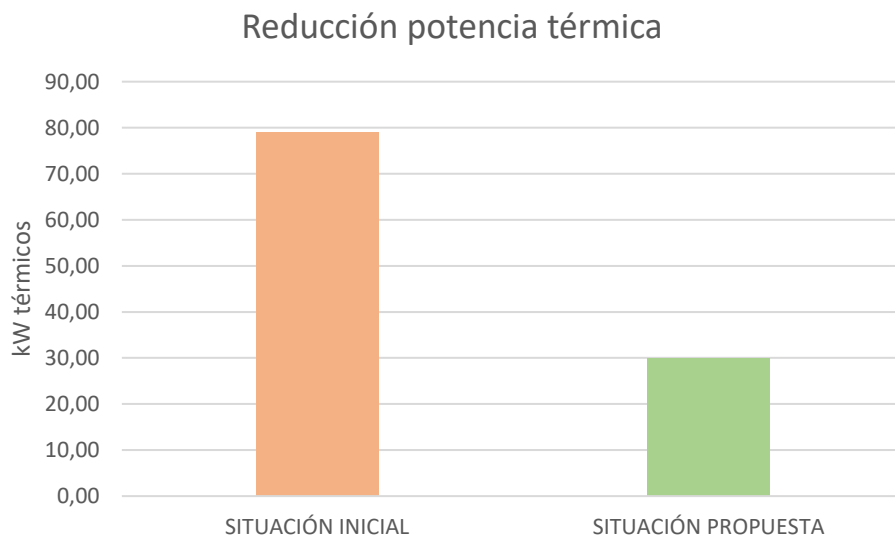


FIGURA 42 REDUCCIÓN DE LA POTENCIA TÉRMICA NECESARIA MAE1.

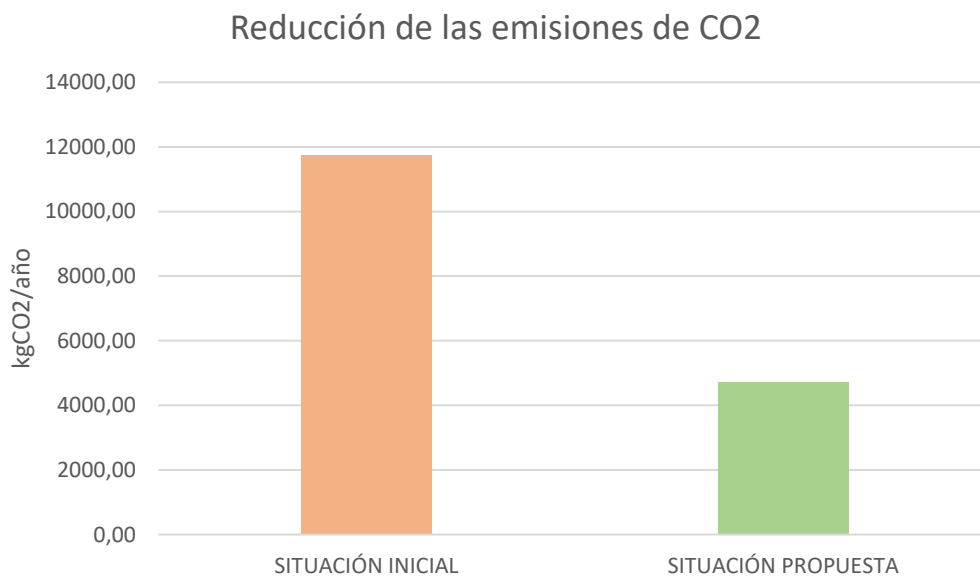


FIGURA 43. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2 MAE2.

5.2.3. CÁLCULO DEL VAN Y TIR

Como ya se explica en el mismo apartado de la MAE1, para analizar la viabilidad económica de la medida de mejora, se realiza un estudio económico de la inversión a realizar mediante el cálculo de los indicadores de VAN y TIR.

Para esta MAE, se ha elaborado un presupuesto ajustado a una ejecución real de la medida. En este se valoran unidades de obra tales como la instalación de las bombas de calor, depósito acumulador y todos los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento: monitorización y registro de datos, válvulas, bombas, ventosas, intercambiador de calor, etc. Además, se ha valorado el cambio de todos los reguladores de las duchas por termo-reguladores temporizados tal y como se indica en el ANEXO II. Por otra parte, también se valora la obra necesaria para las zanjas en las que irían enterradas las conducciones de impulsión de ACS, así como las propias tuberías aisladas térmicamente.

Con todo esto, se obtiene un presupuesto total (PEC+IVA) de 54.871,25 €. Un coste muy elevado, ya que actualmente la tecnología de aerotermia para ACS conlleva una inversión inicial considerable. Sólo el sistema de bomba de calor está en torno a los 12.000 €. En la medida, se valora el dejar los equipos actuales, por si debido a fallos de mantenimiento la bomba de calor no pudiese suministrar ACS. Si consideramos una vida útil para este sistema de unos 25 años, y una tasa de retorno del 10%, se obtiene, al cabo de 25 años, los siguientes resultados:

Resultado económico	
VAN	-35.693,55 €
TIR	-
Periodo de retorno simple	25,97

TABLA 39. RESULTADOS ECONÓMICOS MAE2.

FLUJO NETO ACUMULADO MAE2

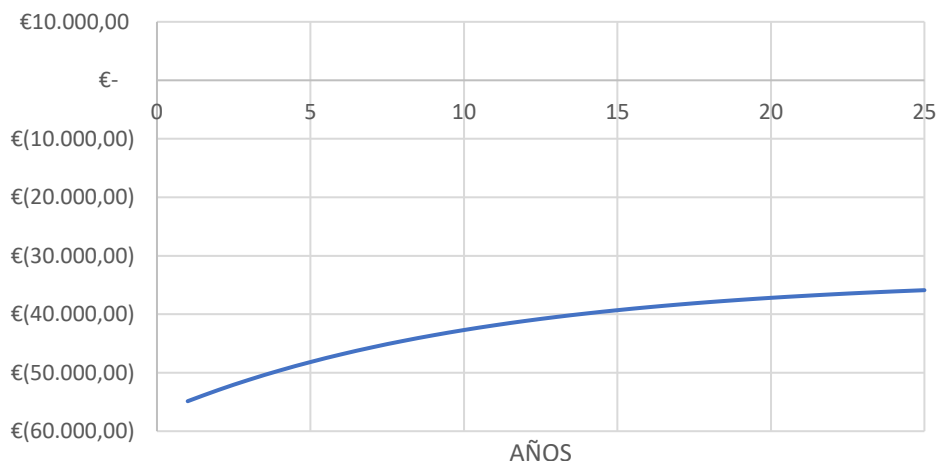


FIGURA 44. AMORTIZACIÓN MAE2.

Según los resultados del estudio económico realizado, la medida de mejora no es rentable desde el punto de vista financiero, ya que, al cabo de su vida útil, la instalación no se amortiza, a pesar de



obtener un ahorro económico anual de alrededor de 2.000 €. Esto es debido a que la inversión inicial de la instalación es muy elevada, tal y como se ha comentado anteriormente.

No obstante, en lo que a reducción del consumo energético y emisiones de CO₂ se refiere, la instalación resulta interesante, al mejorar notablemente no solo estos consumos, sino también el confort, funcionalidades, control y adecuación a normativa de legionela actual. Además, consigue suministrar un 64% de energía renovable para la generación de ACS y asegura temperaturas del agua altas para el control de la legionela, tal y como establece la normativa.

Desde el punto de vista puramente técnico y energético, este tipo de instalaciones son muy convenientes y efectivas a la hora de reducir y optimizar el consumo energético, así como muchos otros recursos. Es por ello por lo que para que sea rentable para administraciones, empresas y particulares, organismos públicos como el IVACE (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) publican una serie de ayudas económicas para la realización de instalaciones basadas en energías renovables, como lo es la ayuda para instalaciones renovables térmicas en diferentes sectores de la economía.

Esta, como otras ayudas, fueron publicadas en la Resolución de 18 de octubre de 2022, del presidente del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), por la que se convocan ayudas para la implantación de instalaciones de energías renovables térmicas en diferentes sectores de la economía, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Europeo (DOGV 9458 de 27.10.2022).

En caso de que el ayuntamiento de Foios quisiera llevar a cabo esta medida de mejora, podría solicitar esta ayuda, ya que tanto el tipo de instalación como el tipo de organismo solicitante (sector público) están dentro del marco de la ayuda.

Se va a realizar un estudio económico complementario, el cual muestra, de forma resumida, los parámetros económicos obtenidos si la instalación fuera subvencionada, así como un resumen de los pasos a seguir para solicitarla. Con esto se busca una manera de financiar esta MAE, de forma que resulte rentable para el ayuntamiento de Foios y así motivar su implantación.

Como se ha mencionado, el polideportivo de Foios entraría en el programa de incentivos 2 de la ayuda, para el cual el importe a otorgar a la instalación de producción de energía térmica es de 70 puntos porcentuales sobre el coste subvencionable para todas las actuaciones subvencionables. Además, se indica que se puede otorgar hasta un 5% extra en caso de que el municipio fuera de reto demográfico (población menor de 5.000 habitantes) que no es el caso.

Para solicitar la ayuda, sería necesario aportar:

- **Solicitud de ayuda:** según modelo normalizado generado a través de la aplicación web de solicitud accesible en el apartado 'Documentación anexa' en el marco lateral derecho de esta misma página. Se ruega consulten previamente las instrucciones de descarga del programa.
- **Memoria técnica del proyecto** en función de la actuación para la que se soliciten ayudas, firmada por técnico competente, según modelo facilitado por el IVACE.
- Resto de documentación especificada en el artículo 10 de la convocatoria de ayudas, que variará en función del tipo de instalación.

Para el caso de la instalación propuesta en esta MAE, el coste subvencionable sería el total, por lo que se podría obtener la siguiente cuantía de subvención

Coste subvencionable	54.871,25 €
Aporte subvención (70%)	38.409,88 €
Coste al ayuntamiento de la medida	16.461,37 €

TABLA 40. CUANTÍA DE LA AYUDA DEL IVACE.

Con este nuevo coste de la instalación, y para los mismos parámetros de ahorro, tasa de retorno y vida útil empleados anteriormente, se obtienen unos nuevos valores de VAN, TIR y periodo de retorno:

Resultados económicos con subvención	
VAN	2.716,33 €
TIR	-11%
PERIODO DE RETORNO SIMPLE	7,79

TABLA 41. VALORES ECONÓMICOS CON AYUDA DEL IVACE PARA LA MAE2.

Al contemplar la subvención, se obtiene un VAN al cabo de 25 años positivo, aunque el TIR sigue siendo negativo, lo que indica que, si se mantiene la tasa de retorno planteada, la inversión tendrá una pérdida económica garantizada.

Al menos, esta se amortiza antes de los 20 (actualizando los valores del flujo neto de caja). El valor del periodo de retorno simple es de algo menor de 10 años y medio.

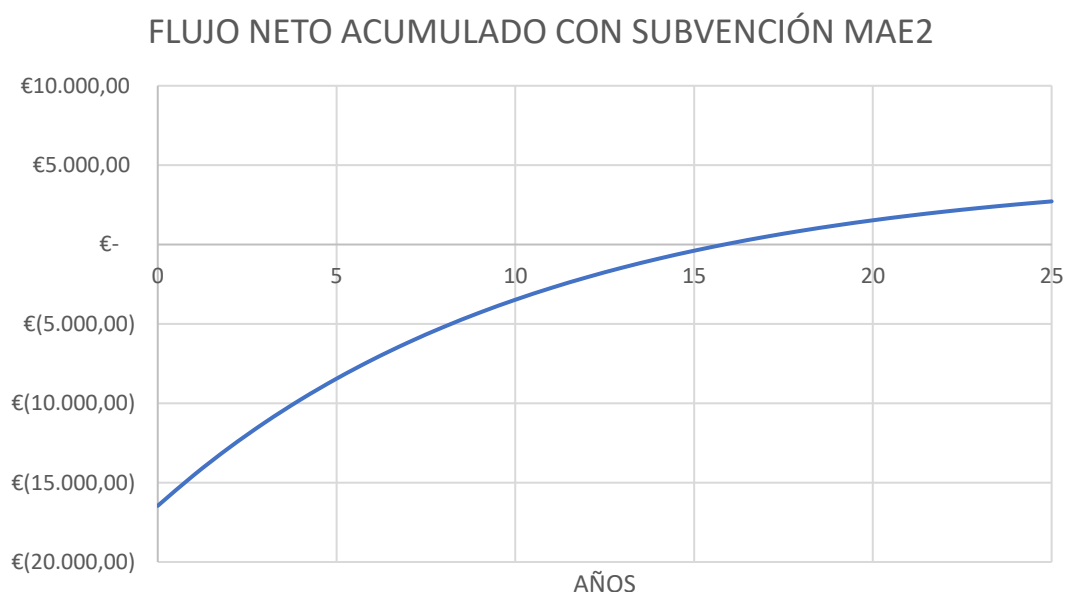


FIGURA 45. AMORTIZACIÓN CON AYUDA PARA LA MAE2.

5.2.4. CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MEDIDA DE AHORRO 2

Al implantar únicamente la MAE2 en el programa CE3X, la mejora en la calificación energética global es la siguiente

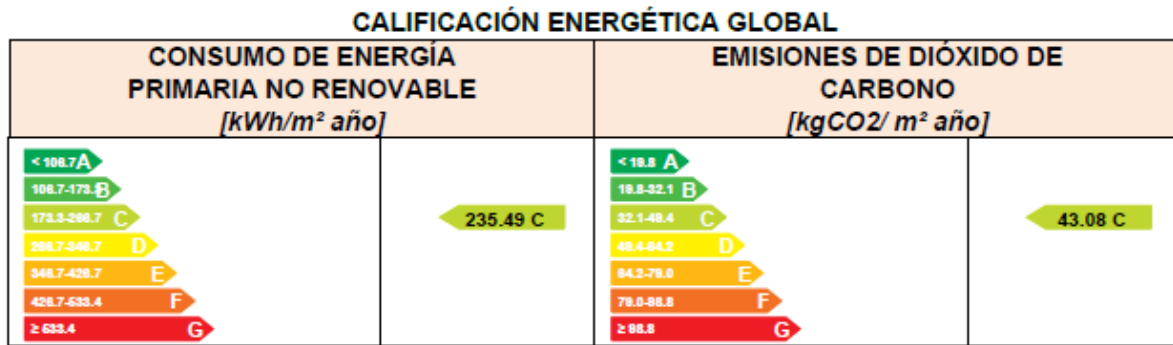


FIGURA 46. CALIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MAE2. FUENTE: INFORME CE3X.

Respecto a la situación inicial, la mejora es la siguiente:

SITUACIÓN	Consumo de energía primaria no renovable		Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² año)	
	(kWh/m ² año)	Letra	(kgCO ₂ /m ² año)	Letra
INICIAL	284,4	D	55,1	D
PROPUESTA	235,49	C	43,1	C

TABLA 42. COMPARACIÓN CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA SITUACIÓN INICIAL - PROPUESTA MAE2.

En este caso, la mejora de ambos indicadores es considerablemente mejor que en la MAE1. Además, se obtiene una mejora en las letras de ambos indicadores.

5.2.5. CONCLUSIONES MAE2

Con todo lo anterior, **SE RECOMIENDA**, como mínimo, la redacción de un proyecto y solicitud de la subvención expuesta, de manera que, si se obtuviese, se realizase la instalación de generación de ACS propuesta en esta medida de mejora.

A pesar de que la medida de mejora no es rentable económicamente, sí que lo es energética y medioambientalmente, ya que se tiene un ahorro del 53% de la energía total destinada a ACS. Esto supone un 11,43% de ahorro en la potencia total del polideportivo, eliminándose el consumo de combustible.

Lo realmente beneficioso es la contribución de un 64% de energía renovable en la producción de ACS que aporta esta medida, cumpliendo con la exigencia del CTE DB HE4. Además, se aseguran las condiciones de temperatura necesarias para el tratamiento de la legionela.



5.3. MAE3: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SIN ALMACENAMIENTO PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE

5.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA

Se propone una instalación de generación de energía eléctrica a partir de 62 placas fotovoltaicas de 565 Wp dispuestas en la cubierta de los vestuarios de la piscina distribuidas en 4 strings asociados a un inversor trifásico de 30 kWn de potencia. Los paneles se disponen inclinados 15º y siguiendo la línea de fachada del edificio.

Las placas seleccionadas son de la marca JINKO SOLAR modelo TIGER NEO 565 W por placa. En cuanto al inversor, se elige uno trifásico de la marca HUAWEI modelo SUN2000-30KTL-M3 de 30 kWn. El sistema de estructura para el soporte de las placas se plantea de bloques de hormigón tipo *SOLAR BLOC* o similar, los cuales permiten una implantación de la instalación en cubierta fácil y rápida, “grapando” las placas a los bloques, los cuales gracias a su propio peso ya son suficientes para asegurar los paneles a la cubierta.

La modalidad de instalación de generación fotovoltaica es de autoconsumo, con vertido de los excedentes energéticos a la red de distribución eléctrica. Este vertido puede ser objeto de compensación por parte de la empresa comercializadora.

Para el diseño, dimensionado y cálculo de todos los elementos de esta instalación se ha elaborado el ANEXO I, en el cual se desarrolla una memoria técnica de diseño de la instalación fotovoltaica, en la que se exponen todas las características técnicas y cálculos para el completo dimensionado de la instalación. Además, se elaboran varios planos (adjuntos al documento de planos), mediante los cuales se expone la distribución en planta de la instalación, sección y esquema unifilar de la instalación eléctrica.

En este apartado únicamente se realiza el cálculo del ahorro energético a partir del cual se analizan los ahorros energéticos y medioambientales, y la viabilidad económica de la instalación. Todos los aspectos técnicos de la propuesta se abordan en el ANEXO I.

5.3.2. CÁLCULO DEL AHORRO EN BASE AL PROTOCOLO IPMVP

Para calcular el ahorro energético de una manera más o menos ajustada, se ha realizado una distribución del consumo energético real recopilado de las facturas eléctricas y expuesto en el apartado 4.1.2 en horas solares y no solares. Para poder comparar los ahorros de las diferentes medidas, este consumo se ha ajustado al estimado.

De esta manera, el consumo eléctrico en horas solares es la energía que puede ser autoconsumida a partir de la instalación fotovoltaica, siendo el resto de energía generada por la instalación fotovoltaica vertida a la red de distribución eléctrica. Si la instalación se legaliza en el departamento de industria en la modalidad de “vertido de excedentes con compensación”, la energía inyectada por la instalación fotovoltaica a la red puede ser compensada económicamente por la empresa comercializadora, siendo la cuantía de este importe variable.

Así pues, para obtener el consumo eléctrico en horas solares se procede de la siguiente manera:

1. Se dividen las horas totales anuales por mes y periodos eléctricos, de acuerdo a la distribución de periodos del tipo de tarifa contratada en el polideportivo, que es la 3.0TD.
2. A continuación, se seleccionan, de esas horas totales, aquellas que se consideren efectivas para producir el voltaje suficiente para que el sistema trabaje en condiciones. Estas horas se contabilizan como horas solares.
3. Se obtiene un cociente de horas solares/horas totales, el cual se le aplica al consumo eléctrico por mes y periodo ajustado. Con esto, se obtiene una estimación de la parte de energía eléctrica que consumen las instalaciones del deportivo durante horas solares, y por lo tanto, durante horas en las que el sistema fotovoltaico está generando electricidad.
4. A partir de la base de datos PV-GIS se obtiene una estimación de la energía eléctrica generada por un sistema fotovoltaico de características similares al planteado (esta producción se expone en el ANEXO I).
5. Finalmente, con todo lo anterior, se puede conocer cuanta energía eléctrica es autoconsumida, cuanta es vertida a red y cuanta es consumida de red.

La figura siguiente muestra el flujo posible de la energía eléctrica en este tipo de instalaciones. La energía generada puede ser tanto autoconsumida como vertida a la red, dependiendo de si el consumo del usuario coincide o no con la generación de la instalación. Para optimizar el autoconsumo, en muchas aplicaciones se suele hacer uso de baterías, de forma que estas acumulen la energía eléctrica que fuera a ser vertida a la red, permitiendo que sea autoconsumida en horas en las que la instalación solar no genera electricidad.

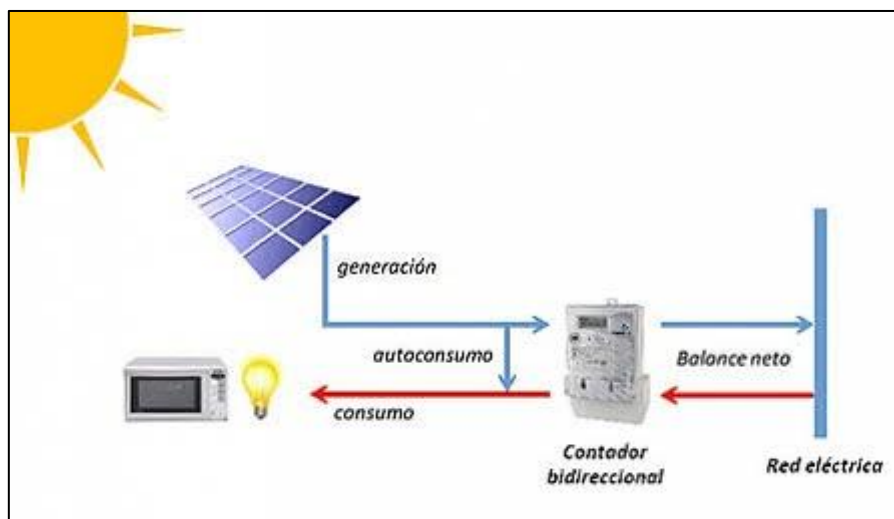


FIGURA 47. FLUJO DE LA ENERGÍA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CON VERTIDO A RED ELÉCTRICA. FUENTE: (GRANADA SOLAR, 2023)

Así pues, siguiendo el proceso de cálculo expuesto, se obtienen los resultados expuestos en las siguientes tablas.



HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	S, D Y FESTIVOS
0:00-1:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1:00-2:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2:00-3:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3:00-4:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4:00-5:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5:00-6:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6:00-7:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7:00-8:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00-9:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
9:00-10:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
10:00-11:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
11:00-12:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
12:00-13:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
13:00-14:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
14:00-15:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
15:00-16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
16:00-17:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
17:00-18:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
18:00-19:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
19:00-20:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
20:00-21:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
21:00-22:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
22:00-23:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
23:00-24:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6

TABLA 43. DISTRIBUCIÓN DE PERIODOS TARIFA ELÉCTRICA 3.0TD.



Horas solares	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P1	110	106	0	0	0	0	184	0	0	0	0	100
P2	89	99	126	0	0	0	115	0	0	0	100	73
P3	0	0	105	0	0	160	0	160	146	0	90	0
P4	0	0	0	159	173	100	0	105	105	135	0	0
P5	0	0	0	110	110	0	0	0	0	109	0	0
P6	81	81	123	105	144	160	135	143	108	84	96	93

Total Horas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P1	198	180	0	0	0	0	207	0	0	0	0	180
P2	154	140	189	0	0	0	161	0	0	0	180	140
P3	0	0	147	0	0	180	0	189	189	0	140	0
P4	0	0	0	198	198	140	0	147	147	207	0	0
P5	0	0	0	154	154	0	0	0	0	161	0	0
P6	392	352	408	368	392	400	376	408	384	376	400	424

%Horas solares	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
P1	0,56	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
P2	0,58	0,71	0,67	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	0,56	0,52
P3	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,89	0,00	0,85	0,77	0,00	0,64	0,00
P4	0,00	0,00	0,00	0,80	0,87	0,71	0,00	0,71	0,71	0,65	0,00	0,00
P5	0,00	0,00	0,00	0,71	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00
P6	0,21	0,23	0,30	0,29	0,37	0,40	0,36	0,35	0,28	0,22	0,24	0,22

TABLA 44. DISTRIBUCIÓN DE HORAS ANUALES.



Consumo facturas (kWh)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
P1	4.386,45	4.236,31	0	0	0	0	2.781,25	0	0	0	0	3.814,23	
P2	1.797,53	1.547,21	3.360,38	0	0	0	2.097,28	0	0	0	3.821,8	1.917,68	
P3	0	0	1.540,66	0	0	2.658,7	0	3.531,38	4.135,42	0	1.719,35	0	
P4	0	0	0	2.032,27	2.105,3	1990,14	0	2.129,59	1.971,31	3.677,54	0	0	
P5	0	0	0	1.295	1.532,23	0	0	0	0	1.492,25	0	0	
P6	5.830,33	4.912,09	5.050,72	5.216,58	5.325,01	5.691,44	7.091,6	6.749,13	6.260,85	5.741,03	4.832,53	5.572,86	TOTAL
TOTAL	12.014,31	10.695,61	9.951,76	8.543,85	8.962,54	10.340,28	11.970,13	12.410,1	12.367,58	10.910,82	10.373,68	11.304,77	129.845,43

Consumo facturas corregido (x1,07) (kWh)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
P1	4.693,50	4.532,85	0,00	0,00	0,00	0,00	2.975,94	0,00	0,00	0,00	0,00	4.081,23	
P2	1.923,36	1.655,51	3.595,61	0,00	0,00	0,00	2.244,09	0,00	0,00	0,00	4.089,33	2.051,92	
P3	0,00	0,00	1.648,51	0,00	0,00	2.844,81	0,00	3.778,58	4.424,90	0,00	1.839,70	0,00	
P4	0,00	0,00	0,00	2.174,53	2.252,67	2.129,45	0,00	2.278,66	2.109,30	3.934,97	0,00	0,00	
P5	0,00	0,00	0,00	1.385,65	1.639,49	0,00	0,00	0,00	0,00	1.596,71	0,00	0,00	
P6	6.238,45	5.255,94	5.404,27	5.581,74	5.697,76	6.089,84	7.588,01	7.221,57	6.699,11	6.142,90	5.170,81	5.962,96	TOTAL
TOTAL	12.855,31	11.444,30	10.648,38	9.141,92	9.589,92	11.064,10	12808,04	13.278,81	13.233,31	11.674,58	11.099,84	12.096,10	138.934,61

TABLA 45. CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL CORREGIDO.



Consumo en horas solares (kWh)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
P1	2.608	2.669	0	0	0	0	2.645	0	0	0	0	2.267	
P2	1.112	1.171	2.397	0	0	0	1.603	0	0	0	2.272	1.070	
P3	0	0	1.178	0	0	2.529	0	3.199	3.418	0	1.183	0	
P4	0	0	0	1.746	1.968	1.521	0	1.628	1.507	2.566	0	0	
P5	0	0	0	990	1.171	0	0	0	0	1.081	0	0	
P6	1.289	1.209	1.629	1.593	2.093	2.436	2.724	2.531	1.884	1.372	1.241	1.308	TOTAL
TOTAL	5.008	5.049	5.204	4.329	5.232	6.486	6.973	7.357	6.809	5.020	4.696	4.645	66.807,44

Generado (kWh)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
PV-GIS	2.475,86	2.820,89	3.950,25	4.546,17	5.286,55	5.411,24	5.519,36	4.957,28	3.977,72	3.257,89	2.432,1	2.250,29	46.885,60

TABLA 46. ENERGÍA CONSUMIDA EN HORAS SOLARES Y GENERADA POR EL SISTEMA FOTOVOLTAICO



Autoconsumo	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	TOTAL
kWh	2.475,86	2.820,89	3.950,25	4.328,58	5.232,36	5.411,24	5.519,36	4.957,28	3.977,72	3.257,89	2.432,10	2.250,29	46.613,82
%	100%	100%	100%	95%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99,4%

Vertido a red	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	TOTAL
kWh	0,00	0,00	0,00	217,59	54,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	271,78
%	0%	0%	0%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,6%

Energía consumida de red sit. Propuesta	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>	<i>Octubre</i>	<i>Noviembre</i>	<i>Diciembre</i>	TOTAL
kWh	10.379,45	8.623,41	6.698,13	4.813,34	4.357,56	5.652,86	7.288,68	8.321,53	9.255,59	8.416,69	8.667,74	9.845,81	92.320,79
Ahorro respecto situación inicial (%)	19%	25%	37%	47%	55%	49%	43%	37%	30%	28%	22%	19%	34%

TABLA 47. ENERGÍA AUTOCONSUMIDA, VERTIDA A RED Y CONSUMIDA DE RED EN LA SITUACIÓN PROPUESTA DE LA MAE3.

Salta a la vista el elevado porcentaje de autoconsumo obtenido en los cálculos anteriores, ya que, a pesar de que la instalación ya es más o menos grande (30 kWn), el consumo energético en el polideportivo es bastante elevado, haciendo que la gran mayoría de la energía generada sea autoconsumida. Únicamente el 0,6% de la energía anual es vertida a la red, por lo que, en este caso, la compensación no supondría un aspecto relevante en el ahorro económico.

Lo realmente importante es el ahorro energético obtenido. A pesar de autoconsumir casi un 100% de la energía que se genera mediante la instalación fotovoltaica, esto únicamente supone aproximadamente un 34% de la energía eléctrica total consumida en el polideportivo. Esto indica el elevado consumo eléctrico que hay en las instalaciones. No obstante, este 34% suponen 47.600 kWh que el polideportivo deja de consumir de la red (y por lo tanto la red deja de suministrar al polideportivo) los cuales son generados a través de una fuente de energía verde, renovable y libre de emisiones contaminantes.

Así pues, de acuerdo con lo establecido en el protocolo IPMVP y expuesto en el apartado 1.3 de esta memoria, se elige la opción A (Verificación aislada de la medida de eficiencia energética: medición del parámetro clave) para la determinación de ahorros (IPMVP Value I EVO 10000-1:2010). Estos ahorros se exponen en la siguiente tabla.

	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN PROPUESTA	AHORRO	AHORRO (%)
Consumo eléctrico (kWh/año)	139.921,17	92.320,79	47.600,38	34%
Emisiones CO2 (kgCO2/año)	46.313,91	30.558,18	15.755,73	34%
Coste energía (€/año)	33.291,67	21.966,03	11.325,63	34%
IDE1 (kWh/m²)	6,01	3,96	2,04	34%

TABLA 48. AHORROS MAE3.

Analizando la tabla anterior, se puede observar cómo se obtienen unos ahorros importantes. Al implantar la instalación fotovoltaica, se estima un ahorro en el consumo eléctrico de 47.600,38 kWh/año, lo que supone un 34% de la energía eléctrica consumida anual. Siendo estrictos no se “ahorra” en el consumo energético, ya que la energía consumida por el polideportivo sigue siendo la misma. Realmente la instalación fotovoltaica produce esa energía de forma renovable y sin emisiones contaminantes, haciendo que no sea consumida de la red y por lo tanto evitando las implicaciones medioambientales que esto supone. En términos medioambientales, esto son 15.755,73 kgCO₂ equivalentes menos vertidos a la atmósfera al año por las instalaciones del polideportivo.

En cuanto al ahorro económico, únicamente debido a los kWh de electricidad que se dejan de consumir de la red, se obtiene un ahorro de 11.325,63 € al año. A este ahorro se le debería de tener en cuenta un extra por la compensación de la energía excedente del sistema fotovoltaico, pero dada su variabilidad y poco peso de la energía vertida a red, no se tendrá en cuenta, considerándose que el ahorro económico proviene únicamente del ahorro energético equivalente.

Finalmente, comparando el indicador IDE1, se puede observar cómo gracias a la implantación de la instalación fotovoltaica se pasa de consumir 6,01 kWh/m² a 3,96 kWh/m².

5.3.3. CÁLCULO VAN Y TIR

Como ya se explica en el mismo apartado de las medidas anteriores, para analizar la viabilidad económica de la medida de mejora, se realiza un estudio económico de la inversión a realizar mediante el cálculo de los indicadores de VAN y TIR.

En las instalaciones fotovoltaicas se suele indicar una vida útil de unos 25 años. De hecho, el propio fabricante de las placas (JINKO SOLAR) asegura en su ficha técnica que las placas mantienen un 87,4% del rendimiento de potencia garantizada a los 30 años de funcionamiento de las placas. Así pues, se realiza un estudio económico para una vida útil de 25 años.

A partir del presupuesto de realización de la instalación propuesta en esta MAE (incluido en el documento del presupuesto), se ha estimado una inversión total (PEC + IVA) inicial de 31.002,32 €.

Resultado económico MAE1	
Inversión inicial	31.002,32 €
Ahorro económico anual	11.325,63 €
Tasa de interés	10%
VAN	71.800,91 €
TIR	24%
Periodo de retorno (años)	2,74
Vida útil instalación propuesta (años)	25

TABLA 49. RESULTADOS ECONÓMICO MAE3.

FLUJO NETO ACUMULADO MAE3

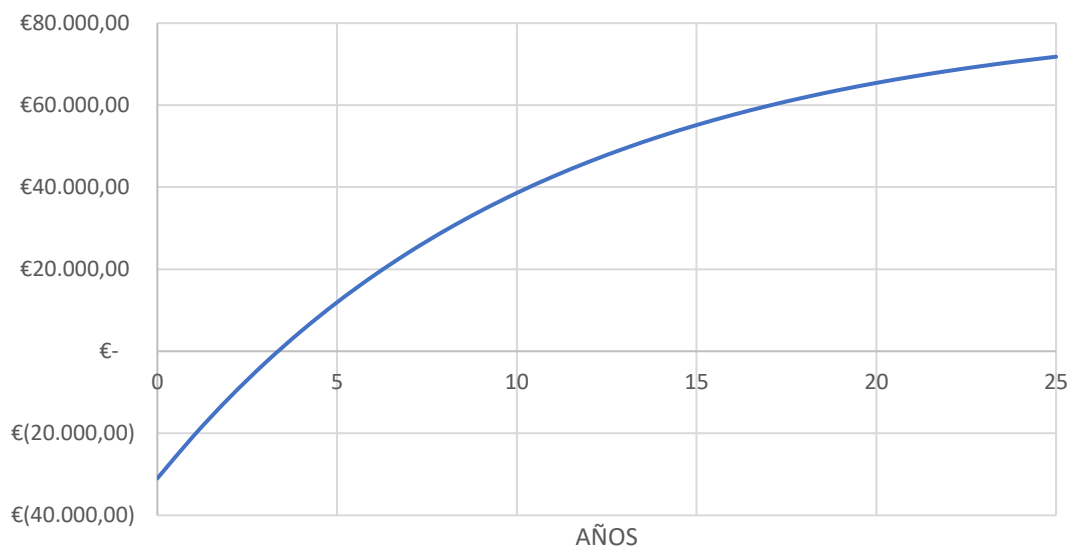


FIGURA 48. AMORTIZACIÓN MAE3.

5.3.4. CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA MEDIDA DE AHORRO 3

Al implantar únicamente la MAE2 en el programa CE3X, la mejora en la calificación energética global es la siguiente

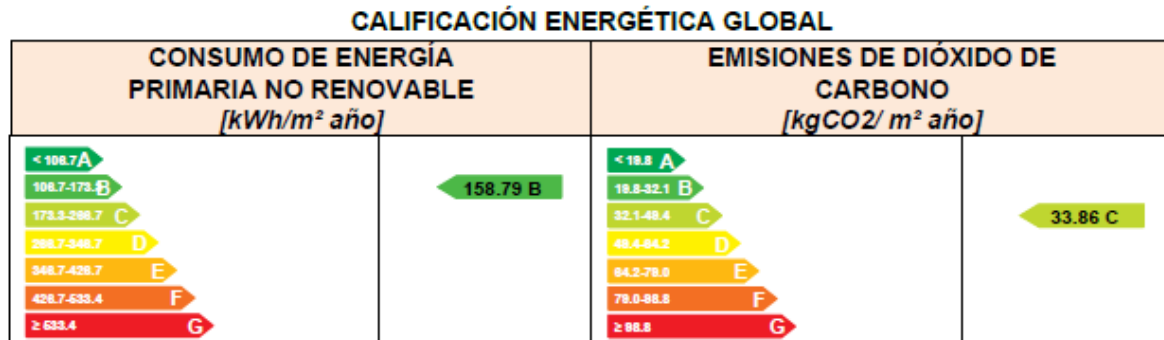


FIGURA 49. CALIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA CON MAE3. FUENTE: INFORME CE3X.

Respecto a la situación inicial, la mejora es la siguiente:

SITUACIÓN	Consumo de energía primaria no renovable		Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² año)	
	(kWh/m ² año)	Letra	(kgCO ₂ /m ² año)	Letra
INICIAL	284,4	D	55,1	D
PROPUESTA	158,8	B	33,9	C

TABLA 50. COMPARACIÓN CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA SIT. INICIAL – PROPUESTA MAE3.

En este caso, la mejora es superior respecto a la MAE2. El ahorro en emisiones de CO₂ considerable, mejorando una letra. Pero en el caso del consumo de energía primaria no renovable, la medida implantada hace que se pase de una D a una B.

5.3.5. CONCLUSIONES MAE3

Con todo lo anterior, **SE RECOMIENDA** la implantación de esta medida en las instalaciones del polideportivo municipal de Foios, puesto que supone un ahorro energético total respecto al consumo eléctrico de un 34%, obteniéndose también un ahorro y viabilidad económica interesantes.

Además, gracias a la implantación de la MAE, se dejan de emitir a la atmósfera 15.755,73 kgCO₂ anuales a partir de la energía que se deja de consumir, ya que esta energía es generada a través de una fuente verde y renovable, totalmente libre de emisiones contaminantes.

Se pasa de un IDE1 global para consumo de energía eléctrica en el polideportivo de 6,01 kWh/m² a 3,96 kWh/m² para la situación propuesta. Con este indicador se puede obtener una visión del ahorro que supone esta medida. Además, en el indicador energético del consumo de energía primaria no

renovable que utiliza el CE3X para asignar las letras, se obtiene una mejora considerable, consiguiendo pasar de una D a una B mediante la implantación exclusiva de esta MAE.

Por último, al igual que se ha comentado para la MAE anterior, este tipo de instalaciones también cuentan con diversos tipos de ayudas y subvenciones por parte de organismos públicos como el IVACE o la GVA. En este caso, no se realiza otro cálculo de viabilidad económico en un caso que se concediese una ayuda, ya que la instalación resulta considerablemente rentable. No obstante, es importante conocer la existencia de este tipo de ayudas y solicitarlas, ya que pueden ayudar a que el impacto de la inversión inicial no sea tan perjudicial, además de promover este tipo de actuaciones en ayuntamientos o empresas más pequeñas.

5.4. RESUMEN DE LAS MAES PROPUESTAS

5.4.1. AHORROS OBTENIDOS POR MAE

Finalmente, se expone un resumen de los ahorros obtenidos mediante las medidas planteadas.

MEDIDA DE AHORRO ENERGÉTICO	Ahorro energético (kWh/año)	% sobre el total del consumo	Ahorro económico (€/año)	Ahorro medioambiental (kgCO ₂ /año)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)
MAE1	5.488,99	3,00%	1.306,00 €	1.816,86	2.565,68 €	1,96
MAE2	20.946,97	11,43%	2.112,77 €	4.340,22	54.871,25 €	25,97
MAE3	4.7600,38	25,97%	11.325,63 €	15.755,73	31.002,32 €	2,74
TOTAL	74.036,35	40,40%	14.744,41€	21.912,80	88.439,25€	6,00

TABLA 51. RESUMEN AHORROS OBTENIDOS EN CADA MAE.

De forma gráfica, el porcentaje de los ahorros obtenidos por cada medida respecto del total es:

% de ahorro energético sobre el total

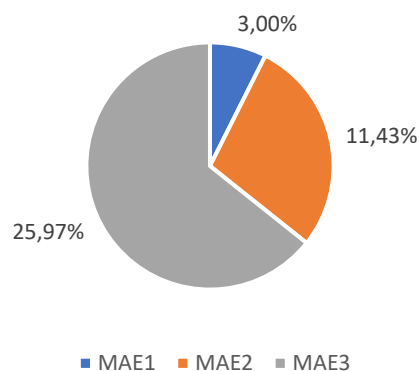


FIGURA 50. DISTRIBUCIÓN DE AHORROS ENERGÉTICOS DE CADA MAE.

% del ahorro económico sobre el total

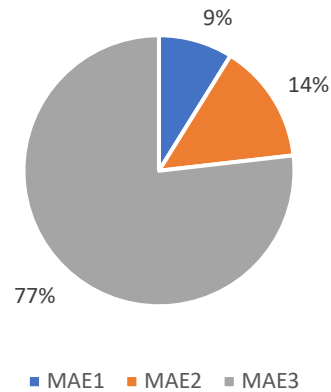


FIGURA 51. DISTRIBUCIÓN DE AHORROS ECONÓMICOS DE CADA MAE.

% del ahorro medioambiental sobre el total

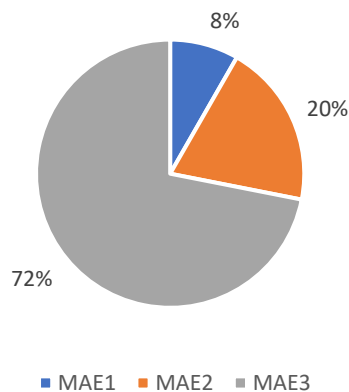


FIGURA 52. DISTRIBUCIÓN DE AHORROS MEDIOAMBIENTALES POR DE CADA MAE.

5.4.2. AHORRO SITUACIÓN INICIAL VS FINAL

Por otro lado, se expone la comparativa de consumos energéticos, económicos y medioambientales totales de la situación inicial y propuesta, siendo la situación propuesta a aquella en la que se implantan las 3 medidas de ahorro planteadas.

	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN FINAL	AHORRO (%)
Consumo energético total /kWh)	183.260,99	109.224,65	40,40%
Emisión de CO2 (kgCO2)	53.423,73	31.510,93	41,02%
Coste energético (€)	37.356,77 €	22.612,36 €	39,47%
IDE1 (kWh/m2)	7,87	4,69	40,40%

TABLA 52. CONSUMOS GLOBALES SITUACIÓN INICIAL VS PROPUESTA.

5.4.3. COMPARACIÓN CEE

Por último, se realiza una comparación en base a la Calificación de Eficiencia Energética, comparando los indicadores obtenidos en cada caso, con la situación inicial.

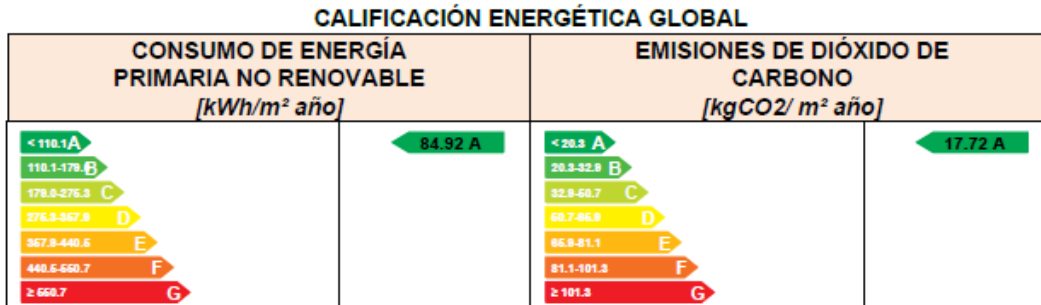


FIGURA 53. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA CON LA IMPLANTACIÓN DE TODAS LAS MAE.

SITUACIÓN	Consumo de energía primaria no renovable		Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² año)	
	(kWh/m ² año)	Letra	(kgCO ₂ /m ² año)	Letra
INICIAL	284,4	D	55,1	D
MAE1	258,5	C	50,9	D
MAE2	235,45	C	43,1	C
MAE3	158,8	B	33,9	C
TODAS LAS MAEs	84,9	A	17,7	A

TABLA 53. COMPARATIVA CEE SITUACIÓN INICIAL VS PROPUESTAS.



5.5. CONCLUSIONES MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

En general, todas las medidas de ahorro planteadas presentan unos ahorros considerablemente beneficiosos, pero, de las tres medidas de ahorro, salta a la vista que la más recomendable es la MAE3, en la que se propone una instalación fotovoltaica de 30 kWn. Mediante la implantación de esta medida, se obtienen los ahorros energético, medioambiental y económico más elevados de las tres, además de que se consigue (mediante su implantación exclusiva) el mejor salto de letra en el Certificado de Eficiencia Energética. Además, esta medida presenta una buena viabilidad económica, obteniendo un VAN elevado a los 25 años de vida útil, además de un periodo de retorno simple menor de 3 años.

En general, se observa que es recomendable la adopción de las tres medidas planteadas, ya que a pesar de que en la MAE2 la viabilidad económica hace que la medida no sea atractiva económicamente, en conjunto, las 3 medidas sí que lo son, ya que se obtiene un ahorro energético global del 40,40%.

Casi la mitad de la energía total consumida actualmente en el polideportivo es ahorrada mediante la implantación de las 3 medidas de ahorro, obteniéndose un porcentaje similar en la emisión de dióxido de carbono y en el coste asociado a la energía. Además, se consigue mejorar 3 niveles en la Calificación de Eficiencia Energética, llegando a obtener en la situación propuesta una calificación de A, la mejor posible. Con esto, se consigue aproximar el polideportivo de Foios a un modelo de Edificio de Consumo Casi Nulo (ECCN), el cual es aquel que tiene una demanda energética muy baja y consigue una alta eficiencia energética con poco o nulo consumo de energía.



6. RECOMENDACIONES DE AHORRO EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

A parte de las Medidas de Ahorro Energético planteadas en el apartado anterior, se propone una serie de Recomendaciones de Ahorro Energético (RAEs), que son actuaciones o implantaciones de políticas con las que se busca un ahorro energético a largo plazo, pero no tienen por qué ser interesantes económicamente.

Estas recomendaciones buscan indicar comportamientos, actuaciones o aspectos que puedan ser susceptibles de tener en cuenta, ya que una mejora en ellos puede llevar a una mejora de la eficiencia energética en las instalaciones.

6.1. RAE1: CONCIENCIACIÓN DEL PERSONAL

La concienciación del personal juega un papel importante en la eficiencia energética global de cualquier tipo de instalación.

Realizando un estudio global de los consumos típicos, diferenciados por las diferentes zonas, y examinando los picos máximos, se puede hacer entender a los trabajadores de la importancia del pequeño ahorro día a día comparando con los periodos de tarificación y calculando el coste total que supone el gasto de energía.

Se producen muchos costes diarios innecesarios que, con una buena concienciación, se pueden disminuir notablemente, como pueden ser:

- Pegatinas cerca de los interruptores que recuerden apagar las luminarias.
- Mantener las estancias lo más estancas posibles, evitar aberturas de puertas y ventanas si se tiene la climatización encendida.
- Mantener las estancias desocupadas con todos los equipos eléctricos desconectados, desde iluminación hasta climatización.
- Controlar los Stand-by de los equipos eléctricos, que suponen un consumo residual.

Las pequeñas medidas diarias e individuales tomadas para conseguir un ahorro económico es parte de todos los empleados y usuarios que utilizan las instalaciones del polideportivo.

6.2. RAE2: GRADUACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Como se ha observado en los apartados anteriores, la iluminación supone un porcentaje importante en el consumo energético (18,37% del total eléctrico).

Una medida interesante podría ser la implantación de un sistema de control del nivel de iluminación de las luminarias del polideportivo, por ejemplo, mediante un horario programado para cada mes, o mediante medidores de la intensidad lumínica natural, que ajusten el flujo de las luminarias del polideportivo (y por lo tanto la potencia consumida) a las condiciones particulares de cada hora del



día. Con esto se podría ahorrar en el consumo eléctrico de las luminarias, ya que ajustando el flujo lumínico lo hace también la potencia que consumen, y por lo tanto el consumo a final de año.

6.3. RAE3: IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO

Por último, un aspecto interesante a valorar es la implantación de un sistema de gestión energético a partir de la ISO 50001, de forma que se se plantee un ciclo de mejora continua Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) para realizar mejoras continuas y sistemáticas en el rendimiento energético de las instalaciones.



7. CONCLUSIONES DEL TFM

Para la obtención de los resultados de este trabajo se ha analizado la infraestructura del polideportivo municipal de Foios, desde las diversas dependencias con las que cuenta, hasta los equipos instalados que consumen energía, planteando el inventariado de todos estos equipos e identificando las tipologías de energía que consumen: energía eléctrica y térmica. También se ha analizado el consumo energético tanto eléctrico como térmico real del polideportivo.

Respecto a la instalación eléctrica, los equipos que mayor potencia instalada suponen son los de bombeo, especialmente la bomba de riego del campo de fútbol. Los consumos térmicos son debidos únicamente a las necesidades de ACS de los vestuarios, haciendo necesaria la existencia de un tanque de propano en las instalaciones del polideportivo.

A partir de estos datos, se ha estimado el consumo energético de los equipos existentes, de forma que se ha podido estimar la distribución real de los consumos, permitiéndose así identificar las áreas más importantes y sirviendo esto de base para comparar los ahorros energéticos, económicos y medioambientales que se obtienen al implantar las medidas de ahorro.

Así pues, como se indica, se han planteado tres Medidas de Ahorro Energético, las cuales plantean una mejora tanto técnica como energética en el polideportivo, además de adecuar a normativa algunas de las instalaciones existentes que no lo están.

La primera de ellas es la sustitución de los equipos de iluminación convencionales instalados en los recintos interiores de los edificios del polideportivo, por otros de menor consumo energético, reduciendo así la potencia instalada y el consumo. Además, se mejora la calidad tecnológica de la instalación, implantando equipos más eficientes y con una vida útil mucho mayor que los actuales. En términos económicos, esta medida de ahorro resulta rentable, recuperándose la inversión en menos de 2 años. No obstante, esta medida solo supone un ahorro global del 3% de energía final.

En segundo lugar, se plantea sustituir el sistema de producción de ACS actual, y así mejorar tanto las condiciones como la eficiencia de la instalación de producción de agua caliente. Los termos eléctricos y calderas se sustituyen por una instalación centralizada de aerotermia, a partir de dos bombas de calor con una potencia térmica total de 32 kW y un acumulador de 1.000 litros. Energéticamente la propuesta es beneficiosa, obteniéndose un ahorro energético respecto a la situación inicial del 11,43% de energía final. No obstante, a pesar de que también se obtiene un ahorro económico, la inversión inicial necesaria es tal que los indicadores financieros no hacen de esta una medida económicamente rentable, al ser el periodo de retorno mayor de 25 años y no amortizándose la instalación. Para intentar dar solución a esto, se realiza un análisis económico extra en el cual se tiene en cuenta la subvención de la instalación a través de una ayuda del IVACE para la implantación de instalaciones térmicas renovables. En este caso, si se concede una ayuda del 70% de la inversión inicial, la instalación resulta amortizable, reduciéndose el periodo de retorno a unos 8 años.

Por último, la tercera medida de ahorro energético propuesta es una instalación de generación eléctrica a través de un huerto solar fotovoltaico instalado en la cubierta de los vestuarios de la piscina. Dicho huerto tiene una potencia nominal de 30 kWn, llegando a generar un total de 46.885,60 kWh de energía limpia anuales. Dado el elevado consumo eléctrico del polideportivo, casi el 100% de la energía producida por los paneles es autoconsumida, incurriendo esto en un 34% de ahorro energético



respecto a la situación inicial. Además, la instalación resulta económicamente muy rentable, ya que la inversión inicial se recupera en aproximadamente 3 años.

En resumen, se recomienda la implantación de las tres medidas de ahorro energético, ya que, mediante las tres medidas, el ahorro energético obtenido en el polideportivo es del 40,4%. Además, cada una de las medidas de ahorro implanta una mejora tecnológica que actualiza y adapta las instalaciones del polideportivo a las necesidades actuales, y ayudan a cumplir con exigencias normativas. Tal es el caso de la MAE2 que, a pesar de no ser económicamente atractiva, supone el cumplimiento simultáneo de dos exigencias: energía renovable mínima para ACS y control de la legionela.

En el trabajo se han desarrollado también, en forma de ANEXOS, el diseño y dimensionado de las instalaciones propuestas en las MAE2 y 3, en base a la normativa que les son de aplicación y buscando las soluciones óptimas en cada caso. Estos anexos se han elaborado exclusivamente para esta auditoría energética, permitiendo dar así un mayor nivel de detalle y concreción en las medidas de ahorro planteadas. Además, dichos ANEXOS se han elaborado con miras a que, en un hipotético caso, las instalaciones pudieran ser dimensionadas para su ejecución real.

En cuanto al trabajo, nótese la cantidad de conocimientos y áreas de ingeniería que han sido necesarias conocer para el desarrollo de todos los aspectos de la auditoría. Para la obtención de los resultados se han hecho uso de multitud de herramientas, normativas y decretos que hacen que sea necesario un extenso conocimiento. A lo largo de su redacción, se han adquirido multitud de conocimientos que, más allá de lo técnico, han sido de mucha utilidad para un futuro profesional.

El objetivo fundamental de este TFM es, como se indica al principio del mismo, la reducción del consumo energético a través de la mejora de la eficiencia energética en las instalaciones del polideportivo de Foios y, a la vista de los resultados obtenidos, se puede de concluir que se ha cumplido satisfactoriamente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ *CLIMATE DATA*. (2021). Obtenido de CLIMATE DATA: <https://es.climate-data.org/europe/espana/comunidad-valenciana/valencia-845/>
- ❖ *Consulta de datos luminarias catálogos SolidPower*. (s.f.). Obtenido de <https://solidpowerled.com/>
- ❖ *Consulta de producción eléctrica del sistema fotovoltaico*. (2023). Obtenido de PV-GIS: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- ❖ EVO. (2010). *International Performance Measurement and Verification Protocol*. EVO.
- ❖ *Ficha técnica ASTRAL POOL*. (2023). Obtenido de <https://www.astralpool.com/es/es/bombas/bombas-centrifugas/bomba-maxim.html>
- ❖ *Ficha técnica bomba de calor LG*. (2023). Obtenido de LG Electronics: <https://www.lg.com/es/business/climatizacion/buscador-documentacion>
- ❖ *Ficha técnica depósito acumulador 1000 litros*. (2023). Obtenido de Tu Calentador Económico: <https://tucalentadoreconomico.es/>
- ❖ *Ficha técnica ESPA*. (2023). Obtenido de <https://www.espa.com/es/>
- ❖ *Ficha técnica HISENSE*. (s.f.). Obtenido de <https://www.hisense.es/aire-acondicionado-domestico/split/comfort/aire-acondicionado-gama-style-cf35mr04/>
- ❖ *Ficha técnica IDEAL*. (2023). Obtenido de <https://www.bombasideal.com/>
- ❖ *Ficha técnica JINKO SOLAR*. (2023). Obtenido de <https://www.jinkosolar.com/en/>
- ❖ *Ficha técnica JUNKERS*. (2023). Obtenido de <https://blog.suner.es/caldera-junkers-euroline-zw-23-1-ae-manual>
- ❖ *Ficha técnica NEGARRA*. (2023). Obtenido de <http://www.calefaccionfrioycolor.com/es/capacidad-50-litros/255-termo-electrico-negarra-cs50-sentia.html>
- ❖ *Ficha técnica SOLAR BLOC*. (2023). Obtenido de <https://solarbloc.es/>
- ❖ *Ficha técnica VAILLANT*. (2023). Obtenido de <https://www.vaillant.es/instaladores-distribuidores/productos/ecotec-pure-55168.html>
- ❖ *Ficha técnica HUAWEI*. (2023). Obtenido de <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-huawei-sun2000-30ktl-m3-trifasico>
- ❖ *Fichas técnicas SIMON*. (2023). Obtenido de <https://www.simonelectric.com/iluminacion-interior>
- ❖ *Google Maps*. (s.f.). Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/46134+Foios,+Valencia/@39.5365117,-0.3640397,14z/data=!4m6!3m5!1s0xd6046f286423813:0xb8db6d6bd3eb3013!8m2!3d39.5363435!4d-0.3524784!16s%2Fm%2F02qdmp0?entry=ttu>



- ❖ *Granada solar*. (2023). Obtenido de www.gradasolar.com
- ❖ IDAE. (2010). *Guía Técnica de Agua Caliente Sanitaria Central*. Madrid: IDAE.
- ❖ IDAE. (2016). *FACTORES DE EMISIÓN DE CO2 y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA*.
- ❖ IDAE. (2016). *Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X*.
- ❖ *Información Ayto. Foios*. (s.f.). Obtenido de einforma: <https://www.einforma.com/>
- ❖ *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. (s.f.). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- ❖ *Orientación fachadas Certific*. (2023). Obtenido de Certific: <https://certific.es/>
- ❖ *Página de Wikipedia de Foios*. (2023). Obtenido de Página de Wikipedia de Foios: <https://es.wikipedia.org/wiki/Foyos>
- ❖ *Procedimientos para la certificación de edificios*. (s.f.). Obtenido de <https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>
- ❖ *Sede Electrónica del Catastro*. (s.f.). Obtenido de Sede Electrónica del Catastro: <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- ❖ *Termo-reguladores para duchas públicas*. (2023). Obtenido de ACP Clima: www.acpclima.es
- ❖ *Visor cartográfico de la Generalitat*. (s.f.). Obtenido de Visor cartográfico de la Generalitat: <https://visor.gva.es/>

ANEXO I

DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE FOIOS, DE 30 kWn.

ÍNDICE ANEXO I

1. OBJETO DEL ANEXO.....	1
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARTICULAR	1
3. DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN	2
4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	2
5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	3
6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	5
6.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN	6
6.2. SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y ESTRUCTURAS DE FIJACIÓN	7
6.3. INVERSOR	8
6.4. LINEAS DE BAJA TENSIÓN	11
6.4.1. CABLEADO PARTE CONTINUA.....	11
6.4.2. CABLEADO PARTE ALTERNA	11
6.5. CONDUCTORES	12
6.6. PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	14
6.6.1. SOBRECARGAS.....	14
6.6.2. SOBRETENSIONES (ITC-BT-23)	14
6.6.3. CORTOCIRCUITOS.....	15
6.7. PUESTA A TIERRA	16
6.8. MEDIDA DE ENERGÍA EXPORTADA	17
6.9. JUSTIFICACIÓN CAPACIDAD MECÁNICA DE LA CUBIERTA.....	17
6.9.1. ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	17
6.9.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-SE	18
6.9.2.1. SE 1. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD.....	18
6.9.2.2. SE 2. APTITUD AL SERVICIO	19
6.9.2.3. TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	20
7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	21
7.1. DATOS METEOROLÓGICOS	21
7.2. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE	23
7.2.1. CORRIENTE ALTERNA	23
7.2.2. CORRIENTE CONTINUA.....	23
7.3. FÓRMULAS UTILIZADAS	23
7.4. SECCIONES A INSTALAR EN CORRIENTE ALTERNA	24
7.5. SECCIONES A INSTALAR EN CORRIENTE CONTINUA	24
7.6. DISEÑO DE LAS PROTECCIONES.....	25
7.6.1. PROTECCIONES CC.....	25
7.6.2. PROTECCIONES CA	25
7.7. DISEÑO DE PUESTA TIERRA	25
7.8. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL.....	26
7.8.1. RADIACIÓN SOLAR	27
7.9. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	27
7.9.1. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.....	27
7.9.1.1. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LA PARTE DE CORRIENTE CONTINUA DE LA INSTALACIÓN	28
7.9.1.2. CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LA PARTE DE CORRIENTE ALTERNA DE LA INSTALACIÓN	30
7.10. BALANCE MEDIOAMBIENTAL	32



7.11.	JUSTIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS CUBIERTAS UTILIZADAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	33
7.12.	JUSTIFICACIÓN DE LA SEPARACIÓN ENTRE FILAS DE MÓDULOS	35
7.13.	CÁLCULO DE LAS ACCIONES DEL VIENTO SOBRE LAS PLACAS.....	36
7.14.	CONCLUSIONES.....	41
1.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.1.	OBJETO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.	ANTECEDENTES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.1.	VENTAJAS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.	CONSIDERACIONES IMPORTANTES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1.	DEFINICIÓN DE LA DEMANDA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.	DIMENSIONADO DE LOS EQUIPOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.1.	CAUDAL INSTALADO Y SIMULTÁNEO	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2.	CÁLCULO DE POTENCIA DE GENERACIÓN DE ACS Y VOLUMEN DE ACUMULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.	CONSIDERACIÓN DE LA BOMBA DE CALOR COMO ENERGÍA RENOVABLE.	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3.1.	JUSTIFICACIÓN DE LA NO CONSIDERACIÓN DE LA Bdc COMO ENERGÍA RENOVABLE.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.	CONCLUSIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características técnicas generales de la instalación fotovoltaica.....	5
Tabla 2.	Características técnicas del sistema de captación solar. Fuente: Fichas técnicas paneles.	6
Tabla 3.	Datos técnicos inversor. Fuente: Ficha técnica Huawei.	10
Tabla 4.	Caídas de tensión máxima admisible ITC-BT-40. Fuente: REBT.	28
Tabla 5.	Resultado cálculo secciones cableado corriente continua instalación fotovoltaica.	29
Tabla 6.	Resultados cálculo corriente alterna instalación fotovoltaica.	31
Tabla 7.	Características técnicas paneles. Fuente: Ficha técnica JINKO SOLAR.	33
Tabla 8.	Características técnicas bloques de hormigón. Fuente: Ficha técnica SOLAR BLOC.	33
Tabla 9.	Justificación de la no afección de la instalación fv a la cubierta.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Situación instalación fotovoltaica propuesta.....	3
Figura 2.	Ejemplo de instalación mediante bloques de hormigón lastrados. Fuente: SolarBloc.	7
Figura 3.	Ángulo de inclinación y azimut. Fuente: IDAE.	8
Figura 4.	Tabla 1 de la ITC-BT-19. Fuente: REBT.	12
Figura 5.	Tabla 5 ITC-BT-07. Fuente: REBT.....	13



Figura 6. Estudio de generación de energía eléctrica. Fuente: Base de datos PV-GIS.	22
Figura 7. Justificación de la no proyección de sombras a las placas. Fuente: IDAE.	35
Figura 8. Cálculo acción del viento sobre las placas (1). Fuente: CTE DB SE-AE.....	37
Figura 9. Cálculo acción del viento sobre las placas (2). Fuente: CTE DB SE-AE.....	38
Figura 10. Cálculo acción del viento sobre las placas (3). Fuente: CTE DB SE-AE.....	39
Figura 11. Justificación de fijación de placas ante acción del viento.	40

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Condición de protección contra sobrecarga. Fuente: REBT.	14
Ecuación 2. Condición capacidad portante para acciones. Fuente: CTE DB SE	18
Ecuación 3. Condición de acciones desestabilizadoras. Fuente: CTE DB SE.	18
Ecuación 4. Intensidad máxima admisible. Fuente: REBT.	23
Ecuación 5. Sección mínima de los conductores en alterna. Fuente: REBT.	24
Ecuación 6. Sección mínima de los conductores en continua. Fuente: REBT.....	24
Ecuación 7. Condición de puesta a tierra. Fuente: REBT.	25
Ecuación 8. Estimación de la producción energética anual.	26



1. OBJETO DEL ANEXO

El objeto del anexo es describir y prescribir la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo y dar las directrices para la ejecución de la instalación de acuerdo con la legislación vigente; ajustándose a lo dispuesto en las normativas vigentes de aplicación.

Sirva así este anexo como la base de un proyecto para el mismo fin, y que sirva para legalizar las instalaciones proyectadas, obteniendo los permisos para su apertura y correcta puesta en marcha.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN PARTICULAR

A continuación, se expone la normativa de aplicación para la realización de proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas:

- REAL DECRETO 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- LEY 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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.
- 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.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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 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 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

NORMATIVA AUTONÓMICA

- DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.
- DECRETO 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Normativa municipal de Foios.

3. DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN

Los datos generales del titular de la instalación de autoconsumo fotovoltaico se exponen en la memoria a la que se adjunta este ANEXO I.

4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la instalación de paneles solares se dispone sobre la cubierta plana transitable de los vestuarios de la piscina. Esta cubierta cuenta con una pendiente mínima de evacuación de pluviales, por lo que es idónea para ubicar la instalación.

Cuenta con una superficie libre de 420 m², sobre la cual se ha de tener en cuenta que cuenta ya con la disposición de 2 captadores solares térmicos para la generación de ACS. Actualmente, dichos captadores están fuera de servicio, aunque no se valorará su retirada para dejar más espacio de cubierta, ya que se considera suficiente con el disponible.



FIGURA 1. SITUACIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PROPUESTA.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación solar fotovoltaica de generación de energía eléctrica propuesta se compone de 62 módulos fotovoltaicos de 565 Wp, dispuestos en horizontal, con una orientación de $-56,87^\circ$ azimut y una inclinación de 15° respecto la horizontal de la cubierta.

Se disponen los paneles en filas de 4 módulos horizontales, hasta ocupar el ancho de la cubierta, con una separación de 2 metros entre el inicio de los módulos, para evitar cualquier proyección de sombras entre las filas.

Para sujetar la instalación a la cubierta, se plantea la disposición de bloques de hormigón con ajuste de la inclinación, tipo *Solar bloc* o similar. Los módulos se sujetan a los bloques de hormigón a través de



elementos denominados grapas. Los bloques de hormigón se sujetan a la cubierta mediante pasta térmica, previa nivelación para adecuar la inclinación.

Con este número de placas, y potencia por placa, se obtiene una potencia de generación instalada de 36,73 kW pico (potencia máxima en condiciones ideales). Para la conversión de la corriente continua generada por los módulos, a la corriente alterna, con las características necesarias de la red, se selecciona un inversor de 30 kW (potencia útil del sistema) nominales, al cual se asociarán los módulos fotovoltaicos distribuidos en 4 strings (o cadenas) de módulos fotovoltaicos en paralelo.

Cada string deberá de contar con un número de paneles tal que el voltaje generado no sea mayor al permitido por cada entrada del inversor. Esta distribución se realizará como sigue:

- STRING 1: 16 módulos
- STRING 2: 16 módulos
- STRING 3: 16 módulos
- STRING 4: 14 módulos

De esta manera se obtiene un total de 62 módulos, distribuidos equitativamente en cada string, para evitar que un string esté más sobrecargado que otro.

El cableado de corriente continua de cada fila se recoge mediante una bandeja perforada metálica de 100x60 mm de sección tipo *Reji band* o similar.

La energía eléctrica producida en condiciones de red generada por el inversor será recolectada por medio de unos armarios y se conectará directamente a la red del titular, según lo especificado por la compañía eléctrica distribuidora.

Es sabido que tanto la orientación como la inclinación no son óptimas a la hora de diseñar instalaciones fotovoltaicas. En estos casos, la orientación e inclinación óptimas, para ubicaciones como esta (se toma de referencia Valencia) son azimut sur y 30º respecto la horizontal, respectivamente. No obstante, se elige esta modalidad de instalación debido a varias razones:

- En primer lugar, las normativas urbanísticas del municipio de Foios obliga a que las instalaciones de captación solar fotovoltaica no sean vistas desde el vial. Para cumplir esta condición, se ha de establecer una inclinación de 15º respecto la horizontal.
- En segundo lugar, para que quepan el máximo número de placas en cubierta, distribuidas uniformemente, se sigue la línea de fachada más larga, lo que hace que los paneles tengan su mismo azimut, es decir, de -56, 87º (medido en sentido horario positivo y tomando el 0 en el sur).



6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

En el siguiente apartado, se procede a describir las características técnicas de la propuesta de instalación fotovoltaica. Las características generales son:

Potencia Nominal	30 kWn
Potencia por módulo	565 Wp
N.º de módulos	62
Potencia máxima instalada	35,03 kWp
Superficie de ocupación de los paneles fotovoltaicos	2,58 m ² /panel x 62 paneles = 159,96 m ²
Tipología de instalación	Fija sobre bloques lastrados de hormigón tipo <i>SolarBloc</i> o similar
Orientación azimuth	-56,87 °
Inclinación respecto horizontal	15 °
Nº de inversores	1
Potencia nominal de los inversores	30 kWn

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

6.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

Como módulo de captación solar, se propone paneles de la marca JINKO SOLAR, modelo TIGER NEO N-TYPE 72HL4-(V) de 565 Wp de potencia específica por panel.

CARACTERÍSTICAS JINKO SOLAR modelo TIGER NEO N-TYPE 72HL4-(V) 565W	
Potencia máxima	565 Wp
Tipología de célula	Monocristalina (Silicio)
Eficiencia del módulo	22,3
Nº de células	144 (6x24)
Dimensiones	2,27x1,13 m
Tensión máxima potencia	41,92 V
Corriente máxima potencia	13,48 A
Tensión en circuito abierto	50,60 V
Corriente en corto circuito	14,23 A
Temperatura normal de funcionamiento de célula	-40°C ~+85°C
Coefficiente de temperatura V_{oc}	-0,25%/°C
Máximo voltaje de sistema	1000/1500VDC (IEC)

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR. FUENTE: FICHAS TÉCNICAS PANELES.

Los módulos fotovoltaicos están de acuerdo con la norma UNE-EN 50380:2018 y deberán estar debidamente cualificados por laboratorio acreditado ENAC o similar. Se deberán indicar mediante modelo y fabricante, así como el número de serie trazable a la fecha de fabricación

Los módulos deberán ofrecer una garantía de producción durante 20 años de al menos el 80% de la producción total del panel.

6.2. SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y ESTRUCTURAS DE FIJACIÓN

La tipología de cubierta del edificio plana y transitable, aunque para acceder a ella se ha de hacer a través de escalera portátil por alguna de las fachadas.

Por ello, para la estructura de fijación de las placas a la cubierta, se plantea la utilización de bloques de hormigón lastrados tipo *SolarBloc* o similar. Este sistema permite una fácil y rápida instalación de los paneles sobre la cubierta, además de una fijación más que suficiente y una resistencia excepcional ante situaciones climatológicas adversas. Un ejemplo de instalación mediante este tipo de bloques de hormigón lastrados se expone en la siguiente figura.



FIGURA 2. EJEMPLO DE INSTALACIÓN MEDIANTE BLOQUES DE HORMIGÓN LASTRADOS. FUENTE: SOLARBLOC.

Las placas se fijan a los bloques de hormigón mediante grapas, que se atornillan mediante pernos métrica M8 al mismo bloque. Por otro lado, en ocasiones el bloque se puede fijar mediante masilla para materiales pétreos a la cubierta, de forma que se asegure una nivelación óptima.

El número de bloques necesario es uno por lateral de módulo, pudiendo utilizarse un mismo bloque en la unión de dos paneles. Así pues, para una fila de N paneles, el número de bloques será de N+1. A la vista de la distribución en planta de paneles propuesto (adjunta en el documento de planos de este TFM), serán necesarios un total de 83 bloques *SOLARBLOC*.

Según indica el mismo fabricante, para módulos instalados mediante bloques de 15º en horizontal, y menos de 1,65 m de lado horizontal, el montaje es compatible, siendo recomendable la instalación de

placa de hormigón extra para lastrar aún más el bloque. Esto no se valora, ya que se considera suficiente con el bloque por si solo, cuyo peso es de 60 kg.

Dada la ubicación, el ángulo de inclinación (β) de las placas será de 15° respecto la horizontal. La cubierta está orientada con un azimut de (α) $-56,87^\circ$. Esta inclinación y orientación, como ya se ha indicado anteriormente, se ha elegido para disponer el máximo número de placas sobre la cubierta, y que estas no se vean desde la calle.

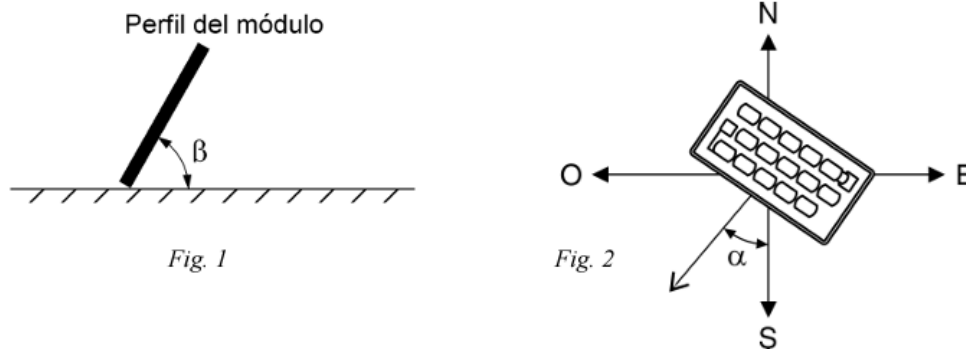


FIGURA 3. ÁNGULO DE INCLINACIÓN Y AZIMUT. FUENTE: IDAE.

La tipología de estructura, así como componentes se detalla en los cálculos correspondientes, así como en los planos.

6.3. INVERSOR

Los inversores son los elementos que transforman la corriente continua generada por los captadores solares en corriente alterna para el posterior consumo de los elementos conectados a la red.

Las funciones de los inversores de la citada instalación fotovoltaica objeto de esta presente memoria son:

- Transformar la corriente continua en corriente alterna
- Realizar el acoplamiento de la red
- Conseguir el mayor rendimiento de producción fotovoltaica.
- Ejecutar las protecciones contra sobretensiones, y evitar el proteger frente al funcionamiento en islas.

Por norma general la potencia del inversor para el dimensionamiento se considera de un 15% inferior a la potencia instalada en el campo de paneles fotovoltaicos. Por ello, la potencia nominal del inversor es un poco más pequeña que la instalada (85%). Esto se justifica por los siguientes condicionantes:



1º - La potencia pico del campo de producción fotovoltaica se alcanza en ocasiones puntuales, por lo que el inversor trabaja con valores de potencia inferiores al 70% de su máxima potencia. Por esto se ha demostrado que el rendimiento del inversor es menor cuando más alejado trabaja de su potencia máxima. Por ello la utilización de un inversor de potencia menor de entre un 10-15% proporciona el ajuste adecuado para el funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

2º - La potencia pico del generador fotovoltaico que nos da el fabricante se obtiene a una temperatura de célula de 25 °C y una irradiancia de 1000 W/m² (Standar Test Conditions). Esta situación es improbable en la realidad ya que con una irradiancia que correspondería al valor medio al mediodía de un día claro de verano sería necesario estar a una temperatura ambiente en el exterior de 10 °C y a 0° C para encontrar la célula a 25° C, lo cual es obviamente imposible. Además, la irradiancia de 1000 W/m² solo se alcanza en condiciones muy puntuales.

Por lo citado anteriormente la potencia de salida será ligeramente inferior a la potencia pico que indica el fabricante.

3º - Existen pérdidas de potencia por sombreados de los strings panelarios, así como caídas de tensión en los conductores y las conexiones entre paneles. Esto hace que se reduzca por tanto la potencia máxima de salida del campo generador y por tanto favorece la aplicación de inversores de menor potencia que la instalada en el campo de producción fotovoltaica.

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente la potencia del inversor necesario para un determinado campo de producción fotovoltaica será de entre un 10% y un 15% menor.

El inversor seleccionado es uno trifásico de la marca HUAWEI, modelo SUN2000-30KTL-M3 de 30 kWn.

En el caso planteado en esta memoria, se dispone un total de 62 módulos de 565 Wp. Con un total de 4 strings, los cuales se conectan al inversor correspondiente de 30 kWn. Se ha de comprobar que la distribución de los paneles por string es adecuada, ya que la tensión máxima de una asociación de paneles fotovoltaicas es el producto de la tensión que genera un panel por el número de paneles. Esta tensión, no puede ser mayor que la máxima permitida de entrada del inversor.

En este caso, el string con mayor número de módulos es de 16, con una tensión máxima por módulo de 41,92 V, se tiene una tensión del string de 670,72 V. La tensión máxima de entrada por string del inversor seleccionado es de 1.100 V, por lo que la distribución de strings se considera adecuada.

Este inversor dispone de todos los elementos necesarios como display de visualización de todos los datos de funcionamiento (tensión CA y CC, rendimiento total y diario (Wh, kWh), potencia instantánea, energía acumulada, temperatura de la célula y ambiente, temperatura del generador PV y radiación PV, indicador de fallos), un registrados de datos con funciones de almacenamiento (se almacenan valores medidos a lo largo de los 15 minutos) e interfaces de datos y el correspondiente software para la evaluación de datos (a través del puerto RS485).



INVERSOR HUAWEI SUN2000-30KTL-M3	
Marca	HUAWEI
Modelo	SUN2000-30KTL-M3
Potencia nominal activa de CA Salida	30.000 W
Tensión nominal de salida	230/400 Vac
Frecuencia nominal	50Hz
Factor de potencia	1
Eficiencia pico	98.5%
Eficiencia europea ponderada	98.00%
Máxima tensión de entrada	1.100V
Máxima intensidad por MMPT	26 A
Máxima intensidad de CC por MMPT	40 A
Cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPTs	4
Conexión	RS485
Peso del inversor	43 kg
Grado de protección	IP 66
Medidas	640x530x270 mm

TABLA 3. DATOS TÉCNICOS INVERSOR. FUENTE: FICHA TÉCNICA HUAWEI.



6.4. LINEAS DE BAJA TENSIÓN

La línea de Baja Tensión (BT) que discurran por la instalación será libre de alógenos y en todos los casos irán canalizadas para evitar posibles manipulaciones.

6.4.1. CABLEADO PARTE CONTINUA

El cableado de la parte continua será de sección de 10 mm² para la conexión entre paneles e inversor. A la salida de cada string, para reducir pérdidas, se gastará el cable unipolar RV-K no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.

Las canalizaciones en cubierta discurrirán mediante canalización de acero galvanizado para exterior tipo *RejiBand* o similar.

6.4.2. CABLEADO PARTE ALTERNA

El cableado de la parte alterna desde el inversor hasta el cuadro de Baja Tensión de fotovoltaica discurrirá mediante una terna de cables unipolares de conductores aislados RV-K 0,6/1kV no propagadores de la llama (aislamiento de polietileno reticulado XLPE y cubierta de PVC) y serán de 10 mm² cada uno, según lo indicado en los cálculos adjuntos a esta memoria.

6.5. CONDUCTORES

Se trata de una instalación que por sus dimensiones requiere gran cantidad de cableado tanto de corriente continua como de corriente alterna. Por lo tanto, con el objetivo de minimizar las pérdidas en los conductores, es importante dimensionar estos elementos de modo adecuado.

En este caso, se ha elegido como criterio, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para Instalaciones Conectadas a Red que la caída de tensión sea inferior a 0,5 % en las de la parte de CC y sea inferior al 1,5% en la parte de CA teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Las características de la instalación de cableado y cuadros de conexionado desde conjuntos de paneles solares hasta inversor tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Los conductores de conexión desde módulos de generación fotovoltaica hasta el equipo inversor, se instalarán al aire en bandeja perforada en una parte de la instalación y enterrados en otra para llegar hasta la conexión del inversor, y serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61.386-24 y sus características mínimas, estarán de acuerdo con:

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A	Diagrama	Descripción	3x		2x		3x		2x				
			PVC	PVC	XLPE o EPR	XLPE o EPR							
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes											
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra											
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra											
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared											
E		Cables multiconductores al aire libre ¹⁾ Distancia a la pared no inferior a 10D ⁵⁾											
F		Cables unipolares en contacto mutuo ³⁾ Distancia a la pared no inferior a 1D ⁵⁾											
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾											
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	166	206
		50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	204	250
		70			149	160	171	188	202	224	244	264	321
		95			180	194	207	230	245	271	296	321	391
		120			208	225	240	267	284	314	348	385	455
	150			236	260	278	310	338	363	404	452	525	
	185			268	297	317	354	386	415	464	525	601	
	240			315	350	374	419	455	490	552	621	711	
	300			360	404	423	484	524	565	640	721	821	

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.
- 5) D es el diámetro del cable.

FIGURA 4. TABLA 1 DE LA ITC-BT-19. FUENTE: REBT.

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

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

FIGURA 5. TABLA 5 ITC-BT-07. FUENTE: REBT.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Los conductores de esta zona de cableado tratándose de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 0,5 %.

La totalidad del cableado de la parte corriente de continua y de corriente alterna será de doble aislamiento, tipo XLPE o similar, y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado de acuerdo con la norma UNE 21123. La longitud de los cables será lo suficiente para que no puedan generarse esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.



6.6. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Nuestra instalación eléctrica irá dispuesta de una serie de instalaciones eléctricas de protección de equipos para proteger a la misma de los siguientes factores:

6.6.1. SOBRECARGAS

Las Sobrecargas son el exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto de aislamiento, una avería o una demanda excesiva de carga. Una sobrecarga no despejada a lo largo del tiempo puede degenerar en cortocircuito.

El efecto principal de una sobrecarga es el calentamiento de los conductores a temperaturas no admisibles, provocando el deterioro de los mismos y de sus aislantes, y reduciendo su vida útil.

El objetivo final de protección contra sobretensiones es permitir aquellas que correspondan a un servicio normal, pero desconectándolas con antelación para que no se sobrepase el tiempo de sobrecarga admisible.

La protección deberá despejar en un tiempo inversamente proporcional a la intensidad de sobrecarga.

El dispositivo de protección podrá ser un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o un cortocircuito fusible (ITC-BT-22). Este último es el dispositivo elegido en este caso.

La característica del equipo de protección contra sobrecarga deberá cumplir con las siguientes dos condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

ECUACIÓN 1. CONDICIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA. FUENTE: REBT.

Dónde:

I_b : Intensidad de dimensionamiento del circuito.

I_n : Intensidad nominal del interruptor automático

I_z : Intensidad de carga admisible del cable.

6.6.2. SOBRETENSIONES (ITC-BT-23)

Las sobretensiones son una elevación de la tensión a valores altos durante un período de milisegundos. En el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión se contemplan las 3 causas más frecuentes para la aparición de sobretensiones transitorias de origen atmosférico que son las siguientes:

- Caída de un rayo sobre una línea de distribución o en sus proximidades.
- El funcionamiento de un sistema de protección externa contra descargas atmosféricas (pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday...) Situado en el propio edificio o en sus proximidades.



- La incidencia directa de una descarga atmosférica en el propio edificio, tanto más probable cuanto más alto sea este, o en sus proximidades.

En el caso que nos concierne la instalación fotovoltaica La instalación incluirá los dispositivos necesarios para poder interrumpir la alimentación a los circuitos eléctricos de potencia, bajo condiciones anormales de funcionamiento de los mismos; garantizando la apertura del circuito y la total extinción del arco sin sufrir avería alguna, quedando en perfectas condiciones de funcionamiento para posteriores maniobras.

6.6.3. CORTOCIRCUITOS

Los cortocircuitos son la unión de dos o más partes de un circuito eléctrico, con una diferencia de potencial entre sí a través de una pequeña impedancia. El origen suele estar en una conexión incorrecta o en un defecto de aislamiento.

La norma IEC 60364 establece que la protección contra cortocircuitos deberá estar diseñada para limitar los esfuerzos de origen térmico y dinámico al mínimo, debiendo detectarlos y despejarlos en milisegundos.



6.7. PUESTA A TIERRA

En el Artículo 15 del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, se especifican las siguientes condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas, siendo éstas:

1. La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
2. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.
3. Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

En el caso que nos concierne para la instalación que se proyecta, se van a diferenciar 2 tipologías de circuitos toma tierra diferente:

PRIMERO: el circuito de puesta a tierra de la parte de la corriente Alterna de la instalación. La totalidad de los elementos existentes en la parte de corriente alterna se conectarán a la red de tierra diferenciada de la red de continua. (Inversor, cuadro de protecciones alterna).

SEGUNDO: el circuito de puesta a tierra a la que irán unidos todos los elementos fundamentales en el campo fotovoltaico de corriente continua se conectarán a la red de toma tierra de la corriente continua. (Módulos fotovoltaicos, inversores, cuadros de corriente continua, estructuras...).



6.8. MEDIDA DE ENERGÍA EXPORTADA

Dado que se proyecta una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con compensación de energía, el punto frontera de la instalación deberá disponer de un equipo de medida bidireccional, de acuerdo con la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

6.9. JUSTIFICACIÓN CAPACIDAD MECÁNICA DE LA CUBIERTA

Según el CTE Art. 2 punto 4, definir que no se incluyen actuaciones en la estructura preexistente, con lo que las obras no implican el riesgo de daño citado en el artículo 17.1, a) de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de la Ordenación de la Edificación.

Las fichas técnicas de los paneles indican que el peso por panel es de 28,9 kg. (dimensiones 2,27 x 1,13 m y 0,04 m de espesor).

Teniendo en cuenta que el número de paneles que se pretende instalar es de 61 unidades, y que la superficie de la cubierta en la que se instalarán es de 42 m² aproximadamente, más adelante se presentan los cálculos justificativos de resistencia estructural.

6.9.1. ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Sus principales características son las siguientes:

- La estructura de soporte cumple las especificaciones del pliego de condiciones técnicas del IDAE. En todo caso se da cumplimiento a lo obligado por el CTE y demás normas aplicables.
- Las estructuras soporte, suministradas soportan con los módulos instalados las posibles cargas producidas por viento y nieve, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación.
- La estructura soporte y el sistema de fijación de los módulos permite las necesarias dilataciones térmicas de forma que no se transmitan cargas a los módulos que puedan afectar a la integridad de estos.
- El diseño de la estructura se realiza en función de la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- Todas las estructuras suministradas están protegidas contra la acción de los agentes ambientales.
- Los módulos quedan siempre al margen de las sombras de los topes de sujeción y de la propia estructura.
- La estructura soporte estará calculada según el Código Técnico de la Edificación: Documento Básico SE-AE.



6.9.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-SE

La tipología estructural del edificio sobre el que se ejecutará la instalación solar fotovoltaica de estudio es la de un edificio compuesto por una cubierta plana con forjado.

6.9.2.1. SE 1. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD

La estructura se ha comprobado frente a los estados límite últimos, que son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo. En general se han considerado los siguientes:

- a) pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido;
- b) fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

Las verificaciones de los estados límite últimos que aseguran la capacidad portante de la estructura, establecidas en el DB-SE 4.2, son las siguientes:

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de todos los elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$E_d \leq R_d$$

ECUACIÓN 2. CONDICIÓN CAPACIDAD PORTANTE PARA ACCIONES. FUENTE: CTE DB SE

Siendo:

E_d : Valor de cálculo del efecto de las acciones

R_d : Valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y de todas las partes independientes del mismo, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$$

ECUACIÓN 3. CONDICIÓN DE ACCIONES DESESTABILIZADORAS. FUENTE: CTE DB SE.

Siendo:

$E_{d,dst}$: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras.

$E_{d,stab}$: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras



6.9.2.2. SE 2. APTITUD AL SERVICIO

La estructura se ha calculado frente a los estados límite de servicio, que son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción.

Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido. En general se han considerado los siguientes:

- a) las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;
- b) las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;
- c) los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Las verificaciones de los estados límite de servicio, que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto en el DB-SE 4.3.



6.9.2.3. TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Como se expone anteriormente, la estructura de soporte de los paneles se basa en bloques de hormigón inclinados y lastrados.

Este tipo de estructura asegura la fijación resistente al viento y a la nieve de acuerdo con lo indicado en Código Técnico de la Edificación y a la corrosión durante 25 años de vida esperada del sistema.

La tipología de estructura, así como componentes se detalla en los cálculos correspondientes, así como en los planos.



7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este apartado se disponen las producciones energéticas y los cálculos necesarios para el diseño de la instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo con compensación de excedentes y conectada a la red de distribución de baja tensión, que se propone situar en la cubierta del edificio de vestuarios del polideportivo municipal de Foios.

Estos cálculos se realizan para el sistema propuesto en puntos anteriores, y sirven para la justificación de la elección de sus elementos, así como modo de obtención de estos.

7.1. DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos de irradiación, temperatura ambiente y velocidad del viento son los factores que determinarán la energía producida por los sistemas fotovoltaicos que se instalen. Dado el importante crecimiento del aprovechamiento de la energía solar en la última década, existen multitud de fuentes de datos meteorológicos disponibles para la consulta de los datos de radiación, entre las que se encuentran:

- S@tel-light (www.satel-light.com)
- PV-GIS, JRC (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>)
- Meteonorm (meteonorm.com)

Las dos primeras son bases de datos de carácter gratuito, cuyos modelos se basan en la toma de imágenes vía satélite o en la creación de una base de datos a través de datos meteorológicos homogeneizados y de técnicas de interpolación para cada lugar. El último es un software de importante difusión en el sector fotovoltaico que utiliza lecturas reales de estaciones meteorológicas e interpola para la obtención de los datos en cada punto seleccionado.

La metodología de Meteonorm está basada en la utilización de datos de radiación en períodos de 10 años, y su error no supera el 2% de media en cualquiera de las estaciones meteorológicas.

Para el cálculo de la energía producida por la instalación fotovoltaica, se hace uso de la base de datos PV-GIS. El cálculo de la energía producida se podría realizar también a partir del producto de la potencia nominal instalada y las Horas Día mensuales. No obstante, un mismo mes en un año distinto puede aportar Horas Día diferentes. Es por ello por lo que se emplea PV-GIS.

A continuación, se expone el resultado del estudio obtenido de PV-GIS, para un sistema conectado a red con las características propuestas para esta instalación.



Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

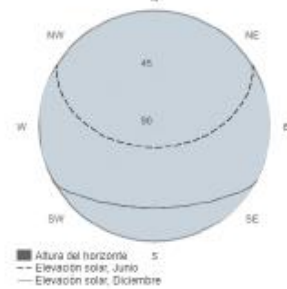
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 39.534,-0.355
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 35.03 kWp
Pérdidas sistema: 15 %

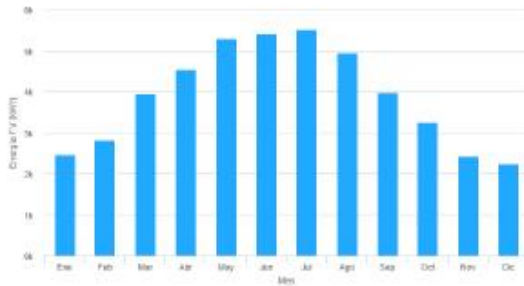
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
Ángulo de azimut: -57 °
Producción anual FV: 46885.58 kWh
Irradiación anual: 1854.89 kWh/m²
Variación interanual: 1180.05 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -3.11 %
Efectos espectrales: 0.44 %
Temperatura y baja irradiancia: -12.75 %
Pérdidas totales: -27.83 %

Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	2475.9	92.8	272.4
Febrero	2820.9	106.7	288.9
Marzo	3950.3	151.2	329.8
Abril	4646.2	177.4	274.4
Mayo	5286.6	211.5	406.5
Junio	5411.2	220.4	145.2
Julio	5519.4	226.6	205.4
Agosto	4957.3	202.3	205.6
Septiembre	3977.7	160.2	180.4
Octubre	3257.9	127.9	302.3
Noviembre	2432.1	93.0	277.3
Diciembre	2250.3	84.6	170.2

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene este sitio web para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. El contenido publicado en este sitio web es informativo y no constituye asesoramiento ni recomendación de ningún tipo.

Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo las errores técnicos, algunas datos o informaciones contenidas en nuestro sitio web pueden haberse vuelto obsoletos o incorrectos sin que nosotros lo sepamos. La Comisión no acepta ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o sus contenidos con enlaces al mismo.

Para obtener más información, por favor visite http://ec.europa.eu/multilingual/index_en

Joint
Research
Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/11/07

FIGURA 6. ESTUDIO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. FUENTE: BASE DE DATOS PV-GIS.

7.2. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

7.2.1. CORRIENTE ALTERNA

En el inversor se realizará la conversión de energía eléctrica obteniéndose una tensión alterna de salida de 400V (AC).

Las caídas máximas de tensión, en la totalidad de la instalación de CC, serán como máximo de 1,5 % y en CA serán como máximo de 2%. Se ha utilizado un factor de potencia de 0,9.

7.2.2. CORRIENTE CONTINUA

La caída de tensión máxima admisible será de 1,5 % para el cableado de corriente continua, según los diferentes tramos de la instalación:

- entre módulos fotovoltaicos hasta caja conexión 0,5%
- desde caja conexión a inversor 1,0%

7.3. FÓRMULAS UTILIZADAS

Para enunciar las diferentes fórmulas que se utilizan en este proyecto diferenciaremos entre dos zonas: en primer lugar tendremos la parte de corriente continua que será la parte de aplicación para el campo fotovoltaico hasta la llegada al inversor, y posteriormente se tendrá la parte de corriente alterna que será la parte de salida del inversor y toda la instalación interior hasta llegar a la derivación individual.

La intensidad máxima admisible es:

$$I = P / [1,7 \times V \times \cos(\varphi)]$$

ECUACIÓN 4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE. FUENTE: REBT.

Dónde:

I = Intensidad máxima (A).

P = Potencia (W).

Cos (φ) = 1

V = Tensión de la línea (V).

El cálculo de las secciones de alterna será desde el inversor hasta la caja de conexiones de Corriente Alterna.

La sección adoptada se calcula en función de la intensidad máxima admisible para los conductores aislados de cobre según ICT-BT-40, que debe ser de un 125% de la intensidad. Utilizamos los datos que aparecen en la tabla 05 del REBT ICT-BT-07 teniendo en cuenta que el cableado a utilizar es del tipo 3 XLPE o similar.

7.4. SECCIONES A INSTALAR EN CORRIENTE ALTERNA

Los cálculos de las secciones por la caída de tensión se determinan según la siguiente expresión:

$$S = (L \times P) / (C \times V_{AC} \times \Delta V)$$

ECUACIÓN 5. SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES EN ALTERNA. FUENTE: REBT.

Dónde:

S= Sección máxima del cableado (mm²).

L= Longitud del inversor al cuadro (m).

P = Potencia (W).

C= Conductividad del cobre (56m/Ω x mm²)

Vac = Tensión línea (V).

Δv = Caída de tensión en %

En cuanto a la caída de tensión en la parte alterna, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su instrucción Técnica ITC- BT 40. Indica que la máxima caída de tensión no podrá ser superior al 1,5%.

7.5. SECCIONES A INSTALAR EN CORRIENTE CONTINUA

Los cálculos de las secciones por caída de tensión se han determinado con la siguiente expresión:

$$S = (2 \times L \times I_{cc}) / (C \times V \times \Delta V)$$

ECUACIÓN 6. SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES EN CONTINUA. FUENTE: REBT.

Dónde:

- S= Sección máxima del cableado (mm²).
- L= Longitud máxima del cableado (m).
- I_{cc}= Intensidad de cortocircuito por serie. (A).
- C= Conductividad del cobre (56 m/Ω x mm²)
- V= Tensión en el punto de máxima potencia por serie (V).
- Δv= Caída de tensión en %

Según el REBT se requiere que la caída de tensión en la parte continua no sea superior al 0,5%.



7.6. DISEÑO DE LAS PROTECCIONES

7.6.1. PROTECCIONES CC

Las protecciones necesarias para el lado de corriente continua están incluidas en el propio equipo inversor.

7.6.2. PROTECCIONES CA

Las protecciones de la parte de corriente alterna serán:

PROTECCIÓN GENERAL DEL INVERSOR:

Protección magnetotérmica: Interruptor magnetotérmico; para el inversor de la instalación se selecciona un interruptor magnetotérmico que reúna las siguientes características:

- $V_{oc} = 400V$
- $I = 50 A$
- $I_c = 6kA$.

Poder de corte (se selecciona un poder de corte mayor que la intensidad máxima de cortocircuito indica por la empresa en el punto de conexión).

Protección diferencial: Interruptor diferencial; para el inversor de la instalación se selecciona un interruptor diferencial que debe reunir las siguientes condiciones:

- $V_{oc} = 400V$
- $I = 63 A$
- Clase A
- $I_c = 30 mA$.

7.7. DISEÑO DE PUESTA TIERRA

La puesta a tierra de la instalación se conectará a la instalación de puesta a tierra existente para el edificio. No obstante, se indica su diseño.

Según ITC-BT-18, la conexión a tierra deberá cumplir la siguiente condición:

$$R_a \leq U_o / I_a$$

ECUACIÓN 7. CONDICIÓN DE PUESTA A TIERRA. FUENTE: REBT.



Dónde:

- Ra es la suma de las resistencias a tierra y de los conductores de protección a masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección, siendo la corriente diferencial residual asignada en dispositivos diferenciales (30mA).
- Uo es la tensión de contacto límite convencional (24 V para lugares húmedos).

Por tanto,

$$Ra \leq 800 \Omega$$

La resistividad del terreno es $\rho_a = 50 \Omega \times m$ y se prevé colocar las tomas a tierra constituidas por electrodos simples, formados por 1 piqueta normalizada.

Estas piquetas serán de cobre, o de acero cableado de 2 metros de longitud y de 35 mm de diámetro, y estarán recubiertas de una capa exterior de cobre de espesor adecuado para protegerlos contra la corrosión. Por tanto, la resistencia Ra será:

$$R_{1pica} \leq \rho_a / L$$

$$Ra \leq R_{1pica} / N$$

Dónde:

- L es la longitud de la pica
- N es el número de picas.

$$R_{1pica} = 50 / 2 = 25 \Omega$$

$$Ra = 25 / 1 = 25 \Omega$$

Con estas disposiciones se cumple la condición indicada anteriormente de $Ra \leq 800 \Omega$, en la que se tiene que $Ra = 25 \Omega$. Cumple con $25 \Omega \leq 800 \Omega$

7.8. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL

Para el cálculo de la producción de energía eléctrica generada por la instalación se tendrá en cuenta la potencia instalada, los rendimientos energéticos de las diversas partes del sistema fotovoltaico y las condiciones de radiación del emplazamiento dónde se va a ubicar la instalación.

$$E_p \text{ (kWh/día)} = G_{dm} (\alpha, \beta) \cdot PMP \cdot PR / G_{CEM}$$

ECUACIÓN 8. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL.

Dónde:

- PMP = Potencia pico del generador
- GCEM = 1 kW/m²



- PR = Performance Ratio. Rendimiento energético de la instalación en condiciones reales de trabajo. Tiene en cuenta:
 - La dependencia de la eficiencia con la temperatura
 - La eficacia del cableado
 - Pérdidas por suciedad, dispersión de parámetros, errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
 - Eficiencia energética del inversor
- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ = valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh /m² . día, teniendo en cuenta la inclinación y el azimut de la instalación.

Como se indica anteriormente, de valor de producción de energía mensual, se tomarán los valores obtenidos en el estudio realizado mediante PV-GIS para la instalación propuesta.

7.8.1. RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar del emplazamiento de la instalación viene dada por los datos estadísticos medidos durante años. Para este estudio se han utilizado los datos provenientes de PV-GIS. Ya se ha indicado anteriormente la procedencia de las bases de datos para el cálculo meteorológico que contiene el PVGIS. La base de datos utilizada en este estudio es la plataforma PV-GIS que corresponde a un sistema de información geográfica fotovoltaico.

Los resultados de este estudio han sido expuestos en el apartado 7.1 de este ANEXO.

7.9. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Los sistemas de generación de energía eléctrica fotovoltaica producen energía en corriente continua, dicha corriente continua se convierte en corriente alterna por medio del inversor. Por tanto, todo sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica tiene dos partes bien diferenciadas en cuanto a características eléctricas, la parte de continua y la parte de alterna.

En estos cálculos se ha utilizado el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. La ITC-BT 40, instrucción dedicada a las instalaciones generadoras de electricidad, indica principalmente que se debe diseñar la sección según criterio técnico para el 125% de corriente máxima del generador, pero para el criterio de caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.

7.9.1. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

La tensión nominal al principio de las instalaciones (Alterna) será de 400V entre fase y neutro. La caída de tensión admisible, desde la caja general de protección hasta las cajas de interconexión de los módulos será de:

CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA			1,5%
CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA	LINEA GENERAL ALIMENTACIÓN.	0,5%	2%
	DERIVACIONES	1,5%	
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA			3,5%

TABLA 4. CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE ITC-BT-40. FUENTE: REBT.

La tensión nominal para el funcionamiento del módulo fotovoltaico es la del punto de máxima potencia, la del generador fotovoltaico (agrupación de los módulos) es la suma de todos los módulos fotovoltaicos que forman la serie (string) de mayor número de módulos fotovoltaicos.

Así pues, con los datos de módulos fotovoltaicos e inversor expuestos, se realizan los cálculos indicados para obtener las secciones necesarias para las líneas eléctricas de baja tensión de la instalación para ambas partes: Corriente Continua y Corriente Alterna.

7.9.1.1. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LA PARTE DE CORRIENTE CONTINUA DE LA INSTALACIÓN

La caída de tensión máxima admisible para un sistema fotovoltaico, en la parte continua, es del 1,5 %, cifra que es mucho más restrictiva que lo establecido en el Reglamento de Baja Tensión (3 %). Los sistemas fotovoltaicos son sistemas de generación, y prima que las pérdidas por caída de tensión sean lo menor posible.

Como se puede observar a continuación, para una sección de 10 mm² de los conductores en la parte de continua, la caída de tensión máxima (ΔV) es del 0,477%, inferior al 1,5 % fijado como valor máximo admisible. Además, se ha sobredimensionado la longitud de las líneas de forma que se esté del lado de la seguridad. Por tanto, se tiene que todas las secciones seleccionadas cumplen las condiciones.

En cuanto a las pérdidas totales de potencia en la parte continua se tiene un total de 84,76 W, valor muy reducido para la potencia del inversor, presentando únicamente el 0,5136 % de pérdidas respecto de la potencia de salida nominal del inversor.

Estos resultados se muestran en la siguiente tabla.



CÁLCULOS DE CABLEADO CONCURRENTES DE STRING CAJA DE COMBINACIÓN (Combiner Box) INVERSOR

Caja de agrupación	String	Nº Strings	Potencia total por string	Máxima intensidad por string	Tensión total por string	Longitud horizontal del conductor	Longitud total del conductor	Sección transversal del conductor	Resistencia del cable por metro a 20°C	Resistencia del cable por metro a t°C	Caída de tensión nivel 1		Condición	Pérdidas de potencia		Pérdidas de potencia por caja de agrupación	Ampacidad del conductor	Ampacidad del cable en condiciones de instalación	Máxima intensidad de cortocircuito por conductor	Condición
			P_{mpp} (W)	I_{mpp} (A)	V_{mpp} (V)	ℓ (m)	ℓ (m)	A (mm ²)	r_{m20} (Ω/m)	r_{mt} (Ω/m)	ΔV_{String} (V)	(%)	$\Delta V/V < 0.5\%$	(W)	(%)					(W)
INVERSOR 30 kWn	S1	1	7910,00	13,48	670,72	20	24,15	10	0,001830	0,001866	1,21	0,181%	ok	13,56	0,171%	84,766	98,00	97,02	17,79	ok
	S2	1	9040,00	13,48	670,72	20	24,15	10	0,001830	0,001866	1,21	0,181%	ok	13,56	0,150%		98,00	97,02	17,79	ok
	S3	1	9040,00	13,48	586,88	35	39,90	10	0,001830	0,001866	2,01	0,342%	ok	23,73	0,263%		98,00	97,02	17,79	ok
	S4	1	9040,00	13,48	586,88	50	55,65	10	0,001830	0,001866	2,80	0,477%	ok	33,91	0,375%		98,00	97,02	17,79	ok

TABLA 5. RESULTADO CÁLCULO SECCIONES CABLEADO CORRIENTE CONTINUA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.



7.9.1.2. *CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LA PARTE DE CORRIENTE ALTERNA DE LA INSTALACIÓN*

La corriente continua que generan los módulos fotovoltaicos se convierte en corriente alterna, por medio de los inversores. Se establece una caída de tensión máxima en la parte de alterna del 1.5 %. Como se puede observar a continuación, el tramo más desfavorable en corriente alterna posee una caída de tensión de 0,42%, muy inferior al 1.5 % fijado como valor máximo admisible.

Estos resultados se muestran en la tabla siguiente.



Nº Linea	CONCEPTO	P(W)	l(m)	V(V)	cos	Inom	F	Ical			S	TIPO	∅	I adm	c.d.t	cdt	cdt	In	p.d.c	In	Is
		DEM			fi	(A)		(A)			(mm2)		TUBO	(A)	(V)	total	(%)	MAGN.	KA	dif	dif
	Inversor de 30 kWn	30000	55	400	1	43,30	1,00	43,30	3x	16,0	+16mm2	RZ1-K	32	80	4,60	4,81	1,20	4x50A	6	4x63	30 mA
	Linea vatímetro	50	2	400	1	0,07	1,00	0,07	1x	2,5	+2,5mm2	H07Z1-K	20	21	0,00	0,21	0,05	4x10A	6		

TABLA 6. RESULTADOS CÁLCULO CORRIENTE ALTERNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.



7.10. BALANCE MEDIOAMBIENTAL

La energía solar fotovoltaica es una fuente de producción de energía renovable que respeta el medio ambiente y no emite ningún residuo contaminante dentro de los recogidos en el ordenamiento legislativo sobre emisión de productos contaminantes (CO₂, SO₂ y NO_x). Ni vertido a medio acuático o terrestre ni genera ningún tipo de residuo durante su explotación.

Adicionalmente cabe indicar que, no genera ningún tipo de ruido ni vibraciones. Y, por otro lado, produciendo energía mediante este tipo de instalaciones, se evita la contaminación producida por las otras fuentes de producción de energía, como podría ser la instalación de generación de ACS planteada en la MAE2, el consumo de los equipos del bar del polideportivo o las instalaciones de bombeo, ya que todas estas consumen energía eléctrica.

La combinación de la instalación de generación eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos planteada puede ayudar a suprimir parte del consumo de la instalación de generación de ACS a partir de aerotermia planteada en la MAE 2 y desarrollada en el ANEXO II.



7.11. JUSTIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LAS CUBIERTAS UTILIZADAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En este apartado se va a realizar un cálculo sencillo mediante el cual se justifique la no afección de la instalación fotovoltaica a la cubierta de los vestuarios de la piscina del polideportivo municipal de Foios. Para ello, se ha de cumplir la indicación del CTE DB SE AE, concretamente en la tabla 3.1, en la que se indica que la sobrecarga de uso máxima admisible para cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (que es a la que más se asemeja la cubierta en la que se dispone la instalación) de 1 kN/m².

Para el cálculo de la carga superficial real, se tiene en cuenta el número de módulos fotovoltaicos, bloques de hormigón *SOLARBLOC*, y de la superficie equivalente sobre la que se distribuyen.

PANEL SOLAR JINKO SOLAR	
Modelo	JKM565-72HL4
Peso (kg)	28,9
Largo (m)	2,273
Ancho (m)	1,134
Espesor (m)	0,035

TABLA 7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PANELES. FUENTE: FICHA TÉCNICA JINKO SOLAR.

BLOQUES DE HORMIGÓN SOLARBLOC	
Modelo	SOLARBLOC 15º
Peso (kg)	60
Longitud (m)	0,1
Alto 1 (m)	0,37
Alto 2 (m)	0,12
Composición	HM-20

TABLA 8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BLOQUES DE HORMIGÓN. FUENTE: FICHA TÉCNICA SOLAR BLOC.



Con estos pesos y dimensiones, la distribución de la carga superficial es:

CÁLCULO ESTRUCTURAL		
	PANEL JKM565-72HL4	SOLARBLOC
PESO (Kg)	28,90	60,00
Ud	62	83
TOTAL (kg)	1791,80	4980,00
PESO TOTAL (kg)	6771,80	
SUP. OCUPADA (m2)	420	
CARGA SUPERFICIAL (kN/m2)	0,158	
CARGA MÁXIMA SEGÚN CTE (kN/m2)	1,000	
CUMPLE CTE DB SE AE	SÍ	

TABLA 9. JUSTIFICACIÓN DE LA NO AFECCIÓN DE LA INSTALACIÓN FV A LA CUBIERTA.

A la vista de los resultados, se puede observar como la instalación fotovoltaica está lejos de afectar a la cubierta del edificio de vestuarios sobre la que se proyecta.

Además, cabe destacar que según el CTE Art. 2 punto 4, definir que no se incluyen actuaciones en la estructura preexistente, con lo que las obras no implican el riesgo de daño citado en el artículo 17.1, a) de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de la Ordenación de la Edificación.

7.12. JUSTIFICACIÓN DE LA SEPARACIÓN ENTRE FILAS DE MÓDULOS

CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE FILAS DE MÓDULOS	
<p>La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior al producto de $k h$, siendo:</p>	
<p>k = factor adimensional dependiente de la latitud</p>	<p>$k = 1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$</p>
<p>h = diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior</p>	

1. CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE FILAS		
Emplazamiento	Foios	
Tipología de cubierta	Plana	
Latitud	39,54	
Disposición placas	Horizontal	
Largo	2,27	
Ancho	1,13	
Ángulo de inclinación (β)	15	
k	2,544	-
h	0,292465521	m
$k h$	0,744	m
SEPARACIÓN ENTRE PLACAS (m)	2	> 0,744

FIGURA 7. JUSTIFICACIÓN DE LA NO PROYECCIÓN DE SOMBRAS A LAS PLACAS. FUENTE: IDAE.



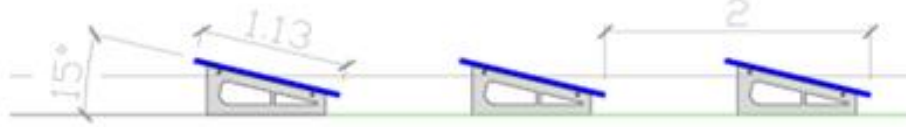
7.13. CÁLCULO DE LAS ACCIONES DEL VIENTO SOBRE LAS PLACAS

Se procede a justificar que la instalación está correctamente sujeta a la cubierta mediante el tipo de estructura propuesta basada en bloques de hormigón tipo *SolarBloc*.

Para esta justificación, las acciones del viento sobre una instalación fotovoltaica pueden ser consideradas como la presión ejercida por el viento sobre una marquesina. Por ello, la presión ejercida (y por lo tanto la fuerza) por el viento, se puede estimar a partir del método propuesto por el CTE DB SE-AE punto 3.3 Viento.

A continuación, se expone el cálculo detallado y correctamente explicado.

ESTRUCTURA DE BLOQUES DE HORMIGON TIPO SOLARBLOC



1. CARGAS DEBIDAS AL VIENTO

Viento

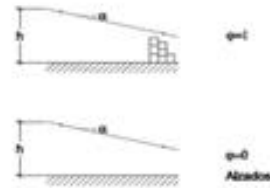
La acción del viento sobre la superficie del campo fotovoltaico puede ser considerada como la presión ejercida por el viento sobre una marquesina. Se debe tener en cuenta el efecto del viento actuando en la superficie inferior y superior.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

q_b : Presión dinámica del viento
 c_e : Coeficiente de exposición
 c_p : Coeficiente eólico



2. PRESION DINAMICA DEL VIENTO (q_b)

Presión dinámica P:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot V_b^2$$

Donde:

q_b = Presión dinámica (N/m^2)	422,5 N/m^2	ZONA A
δ = densidad del aire (kg/m^3)	1,25 kg/m^3	
V_b = Velocidad básica del viento (m/s)	26 m/s	



FIGURA 8. CÁLCULO ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS PLACAS (1). FUENTE: CTE DB SE-AE.

3. COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN (ce)

Coef. Exposición *ce* para alturas sobre terreno $z < 200$ m

$$ce = F \sqrt{F+7k}$$

$$F = k \ln(\max(z, Z)/L)$$

Donde:

k, *L* y *Z* son parámetros característicos del cada tipo de entorno, según la tabla mostrada a continuación.

z = cota de la instalación (m)

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	<i>k</i>	<i>L</i> (m)	<i>Z</i> (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Entorno de la instalación	II	
<i>k</i>	0,17	
<i>L</i>	0,01	m
<i>Z</i>	1	m
<i>z</i>	11	m
<i>F</i>	1,191	
<i>ce</i>	2,834	

FIGURA 9. CÁLCULO ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS PLACAS (2). FUENTE: CTE DB SE-AE.

4. COEFICIENTE EÓLICO (c_p)

El coeficiente eólico o de presión exterior, C_p , depende de la dirección del viento, la forma de edificio, la posición del elemento considerado y de su área de influencia

			Coeficientes de presión exterior		
			$C_{p, i}$		
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción ψ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,8	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,8	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,8	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,8	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \psi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Inclinación de la instalación	15°	ZONA A
Coefficiente de obstrucción	0	

cp	Presión	3,2
	Succión	-3,8

5. ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LA INSTALACION (q_e)

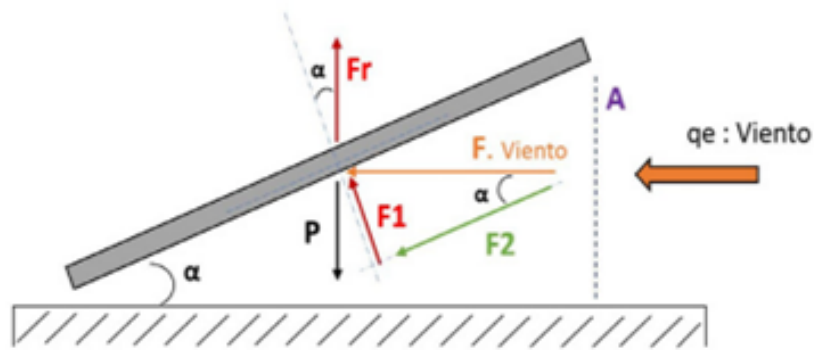
Acción a barlovento (PRESIÓN)	3831,650	N/m ²
Acción a sotavento (SUCCIÓN)	-4550,084	N/m ²

*El signo positivo indica que la acción es la fuerza presiona a la estructura sobre el terreno/cubierta, mientras que el signo negativo indica que la fuerza separa la estructura del terreno/cubierta.

FIGURA 10. CÁLCULO ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS PLACAS (3). FUENTE: CTE DB SE-AE.

6. SUJECIÓN/LASTRE A CUBIERTA

El sistema de sujeción tendrá el objetivo de asegurar la fuerza suficiente para contrarrestar los esfuerzos producidos sobre los paneles.



Donde:

q_e = Presión ejercida por el viento (N/m²)

A = proyección del área del módulo sobre el eje vertical perpendicular a la dirección del viento (m²)

F = Fuerza ejercida por el viento sobre área A

F_1 = Componente de la fuerza F , perpendicular al módulo

F_2 = Componente de la fuerza F , paralela al módulo

F_r = Fuerza resultante debida a la presión del viento

Cálculo:

α	15,000°
Largo	1,130 m
Ancho	2,270 m

q_e	4550,084 N/m ²
A	0,664 m ²
F	3020,786 N
F_1	781,837 N

F_1'	79,698 kp
P	-89,000 kp
P_1	-85,967 kp

$F_r = F_1 + P_1$	-6,269 kp	Perpend. al panel
-------------------	-----------	-------------------

*signo positivo indica que la fuerza tiende a separar la placa de la cubierta.

FIGURA 11. JUSTIFICACIÓN DE FIJACIÓN DE PLACAS ANTE ACCIÓN DEL VIENTO.



Como se puede observar, se ha considerado que la acción del viento es contrarrestada por el peso propio del panel + 1 bloque, ya que, aunque los paneles de los extremos de las filas sean soportados por bloque y medio, los centrales son soportados por 2 medios, es decir, uno.

Ante esta suposición, se observa como el peso propio de la instalación es suficiente para soportar las acciones del viento según el CTE DB SE-AE. No obstante, si se desease asegurar aún más, se podrían instalar lastres a los bloques *Solar Bloc*, de manera que el peso aumente, y con ello la seguridad.

7.14. CONCLUSIONES

Con los datos, detalles y características técnicas indicadas en esta memoria fotovoltaica se estima como suficiente la información detallada para el diseño de la instalación, sirviendo esta memoria como base para un posible proyecto.

Además, dicho proyecto sería necesario para la obtención de las autorizaciones y permisos pertinentes en los diferentes órganos territoriales para poner a punto la instalación fotovoltaica planteada.

ANEXO II

DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE AEROTERMIA PARA
GENERACIÓN DE ACS EN EL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE FOIOS.



ÍNDICE ANEXO II

1.	OBJETO DEL ANEXO II.....	1
2.	ANTECEDENTES.....	1
3.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	3
4.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS.....	4
4.1.1.	VENTAJAS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	9
4.2.	CONSIDERACIONES IMPORTANTES.....	10
5.	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN.....	11
5.1.	DEFINICIÓN DE LA DEMANDA	11
5.2.	DIMENSIONADO DE LOS EQUIPOS	11
5.2.1.	CAUDAL INSTALADO Y SIMULTÁNEO	11
5.2.2.	CÁLCULO DE POTENCIA DE GENERACIÓN DE ACS Y VOLUMEN DE ACUMULACIÓN.....	12
5.3.	CONSIDERACIÓN DE LA BOMBA DE CALOR COMO ENERGÍA RENOVABLE.	16
5.3.1.	JUSTIFICACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE DE LA BdC.	16
5.4.	CONCLUSIONES.....	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Datos para obtener parámetros de cálculo. Fuente: CTE DB HE 4.	11
Tabla 2.	Parámetros de cálculo de ACS. Fuente: CTE DB HE 4.....	11
Tabla 3.	Cálculo potencia generación ACS y acumulador.....	15
Tabla 4.	Balance energético del sistema de producción de ACS.	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Duchas vestuario pistas pilota valenciana.	2
Figura 2.	Grifo mezclador para duchas. Fuente: ACP Clima.	2
Figura 3.	Tabla c-Anejo F Demanda orientativa de ACS. Fuente: CTE DB HE4.	4
Figura 4.	Rendimientos bomba de calor LG THERMA V. Fuente: Ficha técnica LG.....	6
Figura 5.	Especificaciones unidad exterior LG THERMA V HU163MRB U30. Fuente: Ficha técnica LG.....	7
Figura 6.	Esquema de principio de instalación de generación de ACS. Fuente: Guía técnica de ACS central del IDAE.	8

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Caudal simultáneo. Fuente: UNE 149201.	12
Ecuación 2.	Energía útil ACS. Fuente: Guía técnica de ACS central del IDAE.	12
Ecuación 3.	Energía producción. Fuente: Guía técnica de ACS central del IDAE.....	13
Ecuación 4.	Energía acumulada. Fuente: Guía técnica de ACS central del IDAE.	13



Ecuación 5. Potencia generación ACS. Fuente: Guía técnica de ACS central del IDAE.	14
Ecuación 6. Energía renovable procedente de BdC. Fuente: Directiva de Energías Renovables (2009/29/CE). 16	16
Ecuación 7. Energía térmica de ACS generada por las bombas de calor.....	17



1. OBJETO DEL ANEXO II

El objeto de este anexo es establecer las características técnicas y dimensionar los nuevos equipos a instalar para la sustitución del sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS) actual del Polideportivo de municipal de Foios (vestuarios de la piscina, fútbol, trinquet y posibles extensiones), mejorando de este modo la eficiencia de producción de ACS, con respecto de los actuales equipos y reduciendo los consumos equivalentes.

El sistema que se propone se basa en la tecnología de aerotermia, la cual obtiene la energía térmica del aire a partir de un ciclo termodinámico el cual, para su funcionamiento, únicamente precisa de electricidad. Estos sistemas se caracterizan por tener rendimientos elevados, pudiendo producir el doble o el triple de energía térmica que energía eléctrica consumida.

Además, bajo determinadas condiciones, parte de la energía generada por estos equipos puede considerarse como renovable, permitiendo cumplir con el porcentaje mínimo de 60 o 70% de aporte mínimo de energía renovable.

2. ANTECEDENTES

La instalación actual de producción de ACS de los vestuarios del polideportivo de Foios, como se ha analizado en la memoria a la que se adjunta este ANEXO, se compone de equipos individualizados para cada vestuario, notándose que se han ido instalando conforme han ido creciendo las necesidades de ACS del polideportivo.

Actualmente, se emplean tres calentadores de combustión de propano, apoyados algunos por acumuladores, y por dos termos eléctricos con termo-acumuladores para el caso de los vestuarios del trinquet.

A día de hoy, la capacidad de producción de ACS para dar servicio a todos los vestuarios, así como la potencia instalada de producción, se considera suficiente, pero en ocasiones en las que el volumen de utilización de las duchas es elevado, esta capacidad de producción de ACS puede ser insuficiente, provocando que los usuarios deban ducharse con Agua Fría (AF), y a la vez que los acumuladores de los termos eléctricos prácticamente nunca lleguen a temperatura de consigna, con el consiguiente riesgo de existencia de legionela en la instalación, y posibles contagios hacia los usuarios de los mismos.

Además, el tipo de grifería de las duchas instaladas en los vestuarios es antigua, siendo el sistema de regulación de ACS responsabilidad del usuario, a partir de dos manillas (una para agua fría y otra para agua caliente). Desde el punto de vista del ahorro energético y de agua, esto no es lo óptimo, siendo más conveniente sistemas de regulación únicos con temporizador. De acuerdo con el CTE, en las zonas de pública concurrencia la instalación de AF y ACS, como vestuarios y aseos públicos, los grifos de los lavabos, las duchas y los urinarios, estarán dotados de dispositivos de ahorro de agua, por ejemplo, tipo fluxor o mezclador AF y ACS. Para cumplir con esto, se deberá sustituir la grifería existente tal y como se ha comentado anteriormente.

En las siguientes figuras, se muestra el tipo de duchas instalado actualmente en los vestuarios del polideportivo de Foios y, a continuación, un ejemplo de propuesta de termo-regulador que se ha considerado incluir en la medida de ahorro 2 de la memoria. Este termo-regulador consiste en una manilla pulsadora (temporizada) a partir de la cual el usuario puede regular el flujo de agua fría y agua caliente a placer.



FIGURA 1. DUCHAS VESTUARIO PISTAS PILOTA VALENCIANA.



FIGURA 2. GRIFO MEZCLADOR PARA DUCHAS. FUENTE: ACP CLIMA.



3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

A continuación, se expone la normativa de aplicación para la realización de proyectos de instalaciones de fontanería y ACS:

- Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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 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 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Normas y recomendaciones de tipo técnico, tales como Normas UNE, ANSI y ASTM.

4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS

A continuación, se describe la propuesta de instalación de producción de ACS de manera conjunta para los vestuarios de la piscina, fútbol y trinquet

Actualmente, existe un total de 6 vestuarios generales con 5 duchas cada uno, y un vestuario para árbitros en el edificio del campo de fútbol. En la tabla c del Anejo F del CTE DB HE4 se exponen una serie de demandas de ACS orientativas para edificios de uso distinto al residencial privado.

Tabla c-Anejo F Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21

FIGURA 3. TABLA C-ANEJO F DEMANDA ORIENTATIVA DE ACS. FUENTE: CTE DB HE4.



Este valor de consumo diario por persona es el que se toma para estimar el consumo de ACS en el polideportivo. No obstante, para la ocupación de usuarios no se ha tomado el dato del aforo obtenido en el apartado 3.5.3 de la memoria, ya que se considera un valor de fluencia de usuarios excesivo para el diseño del sistema, por lo que estaría sobredimensionado.

Se ha realizado un cálculo de consumo de ACS diario, bastante aproximado y realista, de 208 usuarios diarios lo que equivaldría a 16 equipos de fútbol 11, pilota valenciana, básquet, etc., de unos 13 jugadores cada equipo al día. Este cálculo está pensado para poder abastecer sin problemas a la totalidad de las duchas que se puedan realizar en los seis vestuarios existentes a la temperatura de acumulación de consigna que establece la normativa, con los litros/persona y día para este tipo de actividad que establece la HE4 del CTE. Con esto se obtiene un consumo de 4386 litros de ACS/día.

La propuesta consiste en cambiar el sistema de producción de ACS existente por otro mucho más eficiente, éste se realizaría mediante la tecnología de aerotermia, que aprovecha la energía térmica presente en el aire exterior para calentar agua. El tipo de instalación se propone centralizada, de manera que desde un mismo equipo generador se distribuya agua caliente a todos los vestuarios existentes.

La instalación propuesta se compone de dos bombas de calor aire-agua en paralelo de la marca LG THERMA V R32 HYDROSPLIT HYDROMODUL, concretamente el modelo de unidad exterior HU163MRB U30 trifásico de 16 kW de capacidad de calefacción y ACS. Como apoyo a estas bombas de calor, se añade un acumulador de 1000 litros de acero vitrificado que sirva de apoyo en los periodos punta de consumo. El modelo de bomba incluye una unidad interior de 200 litros, pero debido a las necesidades de demanda de ACS del polideportivo, la acumulación se aumenta a 1000 litros.

En el punto 2 se detalla el cálculo de los parámetros de diseño de la instalación, el cual se ha realizado siguiendo las indicaciones de la Guía Técnica para ACS del IDAE. (IDAE, Guía Técnica para Agua Caliente Sanitaria Central, 2010).

Las principales características de la bomba de calor seleccionada se exponen en las tablas siguientes:



Descripción			Unidad exterior	HU121MRB U30 (1Ø)	HU141MRB U30 (1Ø)	HU161MRB U30 (1Ø)
				HU123MRB U30 (3Ø)	HU143MRB U30 (3Ø)	HU163MRB U30 (3Ø)
			Unidad interior	HN1616Y NB1		
Calefacción de espacios (de conformidad con EN14825)	Salida de agua en condiciones climáticas medias 35 °C	SCOP	-	4,60	4,57	4,55
		Eficiencia de la calefacción estacional de los espacios (η_s)	%	181	180	179
		Clase de efic. de calef. estacional de espacios (escala de A+++ a D)	-	A+++	A+++	A+++
	Salida de agua en condiciones climáticas medias 55 °C	SCOP	-	3,50	3,47	3,45
		Eficiencia de la calefacción estacional de los espacios (η_s)	%	137	136	135
		Clase de efic. de calef. estacional de espacios (escala de A+++ a D)	-	A++	A++	A++
Eficiencia del agua caliente sanitaria (de conformidad con EN16147)	Condiciones climáticas medias	Perfil de carga declarada	-	L	L	L
		Eficiencia de la calefacción del agua (η_{WHV})	%	120	120	120
		SCOP _{ACS}	-	2,74	2,74	2,74
		Clase de efic. de calef. de agua	-	A+	A+	A+
	Condiciones climáticas más cálidas	Perfil de carga declarada	-	L	L	L
		Eficiencia de la calefacción del agua (η_{WHV})	%	151	151	151
		SCOP _{ACS}	-	3,43	3,43	3,43
	Condiciones climáticas más frías	Perfil de carga declarada	-	L	L	L
		Eficiencia de la calefacción del agua (η_{WHV})	%	101	101	101
		SCOP _{ACS}	-	2,34	2,34	2,34

FIGURA 4. RENDIMIENTOS BOMBA DE CALOR LG THERMA V. FUENTE: FICHA TÉCNICA LG.



Especificación técnica			Unidad	HU121MRB U30	HU141MRB U30	HU161MRB U30	HU123MRB U30	HU143MRB U30	HU163MRB U30
Rango de funcionamiento (temp. exterior)	Calefacción	mín. – máx.	°C DB	-25 – 35					
	Refrigeración								
Compresor	Cantidad	EA		1					
	Tipo	-		Scroll R1					
Refrigerante	Tipo	-		R32					
	GWP (potencial de calentamiento global)	-		675					
	Cantidad precargada	g		2.100					
	t-CO ₂ eq	-		1.418					
Conexiones de tuberías	Circuito de agua	Entrada	mm (in)	PT macho de 1" de conformidad con ISO 7-1 (roscas cónicas para tubería)					
		Salida	mm (in)	PT macho de 1" de conformidad con ISO 7-1 (roscas cónicas para tubería)					
Caudal de agua nominal (a una LWT de 35 °C)			LPM	34,5	40,3	46,0	34,5	40,3	46,0
Nivel de potencia acústica	Calefacción	Nominal	dB(A)	61	62	63	61	62	63
Nivel de presión acústica (a 1m)	Calefacción	Nominal	dB(A)	53	54	55	53	54	55
Dimensiones	Unidad	ancho x alto x profundo	mm	950 x 1.380 x 330					
Peso	Unidad	kg		91,7					
Exterior	Color / Código RAL		-	Gris cálido / RAL 7044					
Alimentación	Voltaje, Fase, Frecuencia		V, Ø, Hz	220-240, 1, 50			380-415, 3, 50		
	Nominal	Calefacción	A	10,6	12,7	14,8	3,5	4,2	4,9
		Refrigeración	A	11,2	14,4	17,7	3,7	4,8	5,9
	Interruptor recomendado		A	40			16		
Cableado de conexiones	Cable de alimentación (incluida la conexión a tierra, HO7RN-F)		mm ² x cables	6,0 x 3C			2,5 x 5C		

FIGURA 5. ESPECIFICACIONES UNIDAD EXTERIOR LG THERMA V HU163MRB U30. FUENTE: FICHA TÉCNICA LG.

La ubicación propuesta de la bomba de calor, acumulador y elementos auxiliares de los que precise la instalación, es sobre la cubierta de los vestuarios de fútbol, con el acumulador en la sala de máquinas donde se encuentran los calentadores de ACS actuales. Las bombas de calor tienen un mejor rendimiento si se sitúan en el exterior, al realizarse el intercambio de calor aire-agua. En cambio, los acumuladores han de disponerse en interior, rodeados de una chaqueta de aislamiento térmico, así como las conducciones de suministro de ACS. Se ha elegido esta ubicación ya que se considera que es un punto medio entre todos los vestuarios.

El esquema de instalación tipo elegido es el que se muestra en la siguiente imagen:

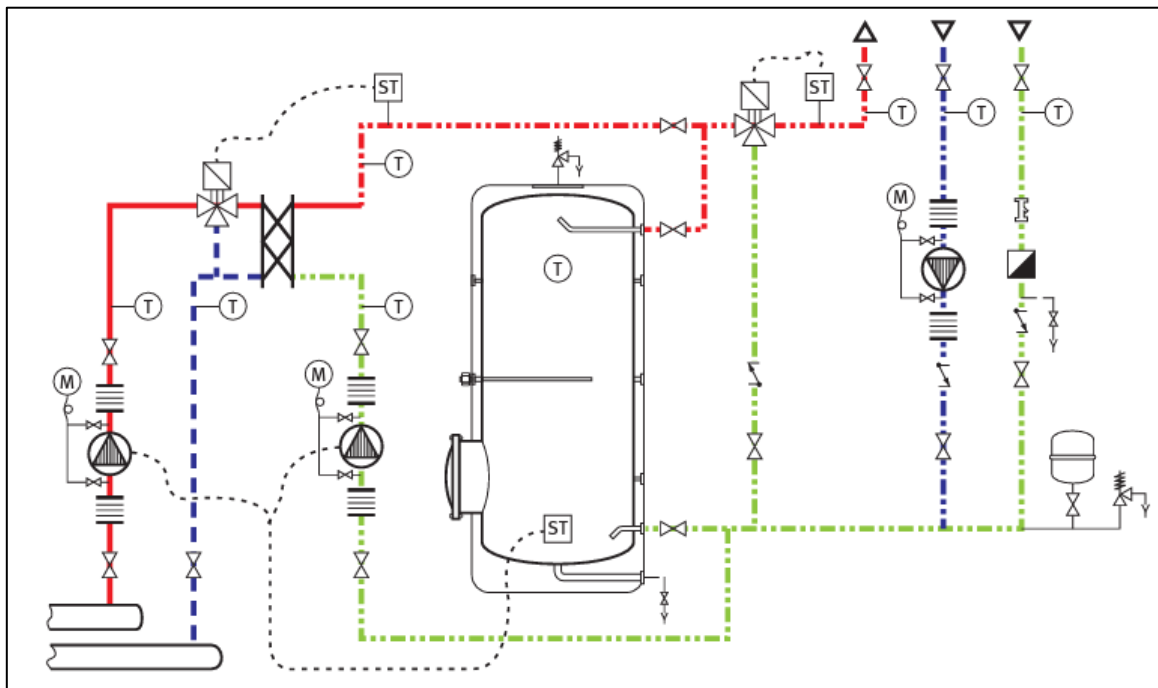


FIGURA 6. ESQUEMA DE PRINCIPIO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ACS. FUENTE: GUÍA TÉCNICA DE ACS CENTRAL DEL IDAE.

La alimentación del sistema previsto es eléctrica, sin embargo, la instalación consta de un rendimiento de ACS estacional (SCOP) de los equipos de 2,74 para las bombas de calor, por lo que, por cada kWh de energía eléctrica consumida, serán generados aproximadamente 2,74 kWh térmicos.

Por otra parte, el CTE DB HE4 exige una generación mínima del 60% del ACS a partir de energía renovable (por ser el consumo inferior a 5000 litros/día) en edificios nuevos e intervenciones energéticamente importantes. Al tratarse de una instalación mediante bombas de calor, se puede justificar si el aporte de energía de estas es renovable o no (esto se aborda en el apartado 2.4 de este ANEXO).

La instalación propuesta incluye todos los elementos necesarios para el correcto control y monitorización de la producción y distribución del agua caliente, como son válvulas, cableado, sondas, bombas, calderines, etc.



4.1.1. VENTAJAS DEL SISTEMA PROPUESTO

A continuación, se exponen algunas ventajas del sistema de generación de ACS propuesto:

- Mejor rendimiento y eficiencia en la producción de ACS para los vestuarios.
- El propio sistema elegido de producción de ACS cumple con la contribución mínima de energía proveniente de fuentes renovables establecida en el CTE DB HE4, sin necesidad de añadir otro sistema.
- El sistema propuesto permite la recuperación del agua de los depósitos a temperatura de consigna, con un consumo total, mediante una producción en punta de 1.310,40 litros, en aproximadamente 3 horas.
- Control de consumo mediante contador de agua en la instalación, con adquisición y almacenamiento de datos.
- Monitorización de la instalación y alarmas en tiempo real, mediante la centralita, adquisición de datos y comunicación a través de internet.
- Tratamiento anti-legionela mediante incremento de temperatura de los depósitos de ACS, realizado por el propio sistema propuesto.
- Se elimina la necesidad de consumo de combustibles fósiles, como es el propano que se consume actualmente en el polideportivo.
- Menor mantenimiento que calderas de combustibles fósiles u otros sistemas convencionales.
- Menor espacio de instalación, respecto a otros tipos de instalaciones de producción de ACS convencionales.
- Mayor optimización de la instalación de producción de ACS al unificarse las producciones de todos los vestuarios en un solo sistema.
- Reducción de impacto ambiental al disponer de un alto rendimiento de energía térmica obtenida, con relación a la energía eléctrica consumida.
- La baja emisión sonora de los equipos que componen el sistema propuesto, juntamente con su propuesta de ubicación para la instalación, forman un aspecto favorable a tener en cuenta a la hora de evitar posibles molestias.



4.2. CONSIDERACIONES IMPORTANTES

Como indicaciones extra para el diseño y dimensionado de esta instalación, cabe destacar:

- Como se comenta anteriormente, la bomba de calor se puede instalar en exterior, debiéndose instalar en interior el resto de los elementos como bombas y acumuladores. Estos últimos no están preparados para soportar las condiciones climatológicas exteriores. Si se tuviesen que instalar en exterior, sería necesario realizar algún tipo de estructura para su resguardo.
- De acuerdo con el CTE, en las zonas de pública concurrencia la instalación de AF y ACS, como vestuarios y aseos públicos, los grifos de los lavabos, las duchas y los urinarios, estarán dotados de dispositivos de ahorro de agua, por ejemplo, tipo fluxor o mezclador AF y ACS. Para cumplir con esto, se deberá sustituir la grifería existente tal y como se ha comentado anteriormente.
- Debido a que la instalación anterior a esta es principalmente térmica, y la propuesta es eléctrica, se deberá tener en cuenta un posible aumento de la potencia contratada por la instalación de nuevos equipos eléctrico, ya que analizando las potencias máximas en la memoria de la auditoría energética a la que se anexa esta memoria, la potencia contratada no es excesivamente superior a las máximas registradas.



5. DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

5.1. DEFINICIÓN DE LA DEMANDA

A continuación, se presenta el cálculo de la demanda de referencia de agua caliente sanitaria a 60°C de acuerdo con los criterios establecidos en el anejo F del DB HE4 para los distintos tipos de uso contemplados en la normativa, incrementada de acuerdo con las pérdidas térmicas correspondientes por distribución, acumulación y recirculación.

DATOS REQUERIDOS	
Provincia	Valencia
Altitud	9 m
Pérdidas térmicas	5%
Tipo de instalación	Vestuarios/Duchas

TABLA 1 DATOS PARA OBTENER PARÁMETROS DE CÁLCULO. FUENTE: CTE DB HE 4.

DATOS OBTENIDOS	
N.º personas	208
Consumo estimado	21 l/per y día
Consumo diario total	4368 l/día
Energía renovable exigida	60%
Consumo en punta	90%
Consumo en punta	3931,20 litros

TABLA 2. PARÁMETROS DE CÁLCULO DE ACS. FUENTE: CTE DB HE 4.

5.2. DIMENSIONADO DE LOS EQUIPOS

En este apartado, se procede a diseñar los parámetros principales de la instalación de generación de ACS propuesta, como son potencia térmica necesaria y volumen de acumulación. Para ello, se ha seguido lo indicado en la Guía Técnica de ACS central del IDAE para el diseño de instalaciones de agua caliente.

5.2.1. CAUDAL INSTALADO Y SIMULTÁNEO

El número de duchas en el polideportivo municipal de Foios, y su distribución, es la que se indica a continuación:

- Vestuarios piscina: 10 duchas
- Vestuarios fútbol: 11 duchas
- Vestuarios pilota valenciana: 8 duchas

El total es de 29 duchas.

Para calcular el caudal instalado, se hace uso del caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato de ACS indicados en la tabla 2.1 del apartado 2.1.3. del CTE DB HS 4 Suministro de agua. En ella, se indica que, para duchas, el caudal mínimo de ACS ha de ser de 0,1 l/s.

Con esto se obtiene un caudal mínimo instalado de ACS de 2,9 l/s. Pero este es el caudal que debería suministrar el sistema de ACS si todas las duchas estuvieran abiertas consumiendo agua caliente. Para tener en cuenta que no todas las duchas se usan a la misma vez siempre, y no sobredimensionar en exceso el sistema, se ha de aplicar un coeficiente de simultaneidad.

Para ello, en la misma Guía Técnica del IDAE se extrae un cálculo del caudal simultáneo para el caso de polideportivos. Este método de cálculo de caudales se extrae de la norma UNE 149201, en la cual se plantea un método de cálculo de redes para consumo de agua.

Así pues, el caudal simultáneo para polideportivos, y en concreto para este caso se calcula como:

$$Q_c = 4,4 \cdot (Q_i)^{0,27} - 3,41 \text{ (l/s)}$$

ECUACIÓN 1. CAUDAL SIMULTÁNEO. FUENTE: UNE 149201.

Siendo:

- Q_c : Caudal simultáneo de cálculo (l/s)
- Q_i : Caudal instalado (l/s). En nuestro caso de 2,9 l/s.

Con esta expresión se obtiene un valor de caudal simultáneo de 2,46 l/s. Es importante remarcar que este caudal es el máximo posible a suministrar por la instalación. Una cosa es el caudal demandado (calculado en el apartado 2.1) y otra cosa es el instalado.

5.2.2. CÁLCULO DE POTENCIA DE GENERACIÓN DE ACS Y VOLUMEN DE ACUMULACIÓN

La producción de ACS está determinada por el binomio “potencia/capacidad de la acumulación”. Se denominan sistemas de acumulación a aquellos cuyo volumen cubre la hora punta, mientras que la denominación semiacumulación se reserva para capacidades de acumulación que sólo cubren unos minutos punta.

La energía útil que proporcione el sistema debe ser capaz de cubrir la demanda en la punta que es:

$$E_{\text{útil}} \text{ (Wh)} = Q_{\text{punta}} \text{ (l)} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) \text{ (}^{\circ}\text{C)} \cdot 1,16 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{l} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right)$$

ECUACIÓN 2. ENERGÍA ÚTIL ACS. FUENTE: GUÍA TÉCNICA DE ACS CENTRAL DEL IDAE.

Dónde:

- T_{ACS} = Temperatura de utilización de ACS.
- T_{AFCH} = Temperatura del agua de red.

Para la temperatura de red del agua fría, se hará uso de los valores medios aportados en la tabla – Anejo G del CTE DB HE, la cual aporta valores medios mensuales para las provincias de España. El diseño del equipo generador se ha de realizar para que pueda abastecer de ACS al polideportivo en las circunstancias más desfavorables y, por lo tanto, cuando la temperatura de red del agua fría sea mínima. Para el caso de Valencia, la mínima temperatura de agua fría de red es de 10 °C el mes de enero.

La energía proporcionada por el sistema es la suma de la que aporta la producción (intercambiador) más la almacenada en los depósitos de acumulación. La energía que aporta la producción referida a 1 hora resulta:

$$E_{\text{producción}} (Wh) = P_{\text{calderas}} (W) \cdot 1 (h) \cdot \eta_{\text{prodACS}}$$

ECUACIÓN 3. ENERGÍA PRODUCCIÓN. FUENTE: GUÍA TÉCNICA DE ACS CENTRAL DEL IDAE.

Donde:

- P_{calderas} = Potencia útil del equipo generador de ACS.
- η_{prodACS} = Rendimiento del sistema de producción de ACS, incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación. Se supone del 75%.

La energía acumulada en los depósitos, que puede ser utilizada durante la punta de consumo es:

$$E_{\text{acumulada}} (Wh) = V_{\text{acumulación}} (l) \cdot (T_{\text{acum.}} - T_{\text{AFCH}})(^{\circ}\text{C}) \cdot 1,16 \left(\frac{Wh}{l \cdot ^{\circ}\text{C}} \right) \cdot F_{\text{uso acum.}}$$

ECUACIÓN 4. ENERGÍA ACUMULADA. FUENTE: GUÍA TÉCNICA DE ACS CENTRAL DEL IDAE.

Donde:

- $V_{\text{acumulación}}$ = Volumen total de los depósitos (acumulación o interacumuladores).
- $T_{\text{acumulación}}$ = Temperatura de acumulación del agua, puede ser igual o superior a la de uso (T_{ACS}).
- $F_{\text{uso acumulación}}$ = Es el factor de uso del volumen acumulado, depende de la geometría (esbeltez) y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de los mismos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.
- $F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot (H/D)$ con H y D altura y diámetro del acumulador o interacumulador, respectivamente.

Si existen varios depósitos conectados hidráulicamente en serie, el factor de uso se aplicará a uno solo, los demás contribuirán con su volumen total; si la conexión es en paralelo afecta a todos.

Para dimensionar la instalación de producción de ACS debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) ha de igualar a la consumida en la punta; por ello si los volúmenes de acumulación son menores las potencias deberán ser mayores (sistemas de semiacumulación, o



seminstantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación).

La potencia térmica a instalar para la generación de agua caliente resulta:

$$P_{calderas} (W) = \left[(Q_{punta} \left(\frac{l}{h} \right) \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH})(^{\circ}C) - V_{acum.} (l) \cdot (T_{acum.} - T_{AFCH})(^{\circ}C) \cdot F_{uso acum.} \right] \cdot 1,16 \left(\frac{Wh}{l \cdot ^{\circ}C} \right) / \eta_{prodACS}$$

ECUACIÓN 5. POTENCIA GENERACIÓN ACS. FUENTE: GUÍA TÉCNICA DE ACS CENTRAL DEL IDAE.

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal durante la punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar. La potencia térmica a instalar será mayor cuanto mayor sea el consumo en punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas.

Hay algunos métodos de cálculo que determinan la punta y la duración del mismo, pero todos son métodos empíricos, basados en estimaciones. Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles, mientras que en polideportivos el consumo presenta más puntas, por lo que se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 30% del medio diario.

Con todo lo expuesto anteriormente y haciendo uso de las ecuaciones, se indica la tabla resumen de los cálculos, a partir de la cual se obtiene la potencia de generación térmica necesaria.



DIMENSIONADO EQUIPOS	Guía Técnica IDAE de ACS central	
Nº duchas	29	
Caudal instantáneo por ducha (BD HS 4)	0,10	l/s
Caudal instalado ACS	2,90	l/s
Caudal simultáneo ACS (UNE 149201:2017)	2,46	l/s
Caudal demandado ACS (DB HE 4)	4389,00	l/día
Tiempo de consumo punta sostenido	29,79	min/día
T demanda ACS	38,00	°C
T agua red mínima	10,00	°C
T acumulación ACS	60,00	°C
Potencia térmica de producción instantánea		
	512,69	kW
Hipótesis de consumo en hora punta		
	30,00%	
Consumo en hora punta	1316,70	litros
Porcentaje de acumulación	75%	
Volumen acumulación	1000,00	litros
Dimensiones depósitos (H/D)	2,00	m
	0,81	m
Factor de uso acumulación	0,98	
P generación	26,37	kW
T recuperación calentamiento depósito	3,86	horas

TABLA 3. CÁLCULO POTENCIA GENERACIÓN ACS Y ACUMULADOR.

A la vista de los resultados, para que el volumen de acumulación tenga un tiempo de recuperación inferior a 4 horas, se decide acumular un 75% del consumo en hora punta a partir de un depósito acumulador de 1000 litros.

Con esto, se obtiene una potencia térmica de generación de ACS necesaria de 26,37 kW.

Por ello, se seleccionan 2 bombas de calor LG THERMA V HU163MRB U30, de 16 kW térmicos. Con esto, la potencia térmica instalada es de 32 kW, dejando un margen de diferencia de algunos kW para prever ampliaciones o nuevos suministros de ACS. La potencia eléctrica instalada en bombas de calor es de 9,6 kW (4,8 kW cada bomba de calor).



5.3. CONSIDERACIÓN DE LA BOMBA DE CALOR COMO ENERGÍA RENOVABLE.

Según el DB HE4, la contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual de ACS obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima se reducirá al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/día.

Para el caso estudiado, con un consumo diario de 4368 l/día a 60 °C, la contribución renovable mínima exigida sería del 60 %.

5.3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE DE LA BdC.

Conforme establece la Directiva de Energías Renovables (2009/28/CE), no toda la energía generada por las bombas de calor puede considerarse como energía renovable. El Anejo VII de dicha Directiva, cuantifica la energía procedente de fuentes renovables (ERES) aportada por las bombas de calor mediante la fórmula siguiente:

$$ERES = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SCOP}\right)$$

ECUACIÓN 6. ENERGÍA RENOVABLE PROCEDENTE DE BDC. FUENTE: DIRECTIVA DE ENERGÍAS RENOVABLES (2009/29/CE).

Siendo:

- ERES =Energía renovable aportada por la bomba de calor.
- Q_{usable} : Calor útil total estimado proporcionado por la bomba de calor.
- SCOP: Rendimiento medio estacional.

Tal y como establece el documento para el cálculo de Prestaciones Medias Estacionales de las Bombas de Calor para producción de calor en edificios, publicado por el IDAE:

“Las bombas de calor que podrán considerarse como renovables son aquellas en las que la producción final de energía supere de forma significativa el insumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.

Posteriormente, la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE) establece el parámetro η con el valor del 45,5 %, por lo que las bombas de calor accionadas eléctricamente deben de considerarse como renovables siempre que su SPF sea superior a 2,5.” (IDAE, Prestaciones Medias Estacionales de las Bombas de Calor Para Producción de Calor en Edificios, 2014)

Para el caso de las bombas de calor seleccionadas, se observa en las fichas características aportadas por el fabricante que el SCOP (equivalente a SPF) para ACS (en condiciones climáticas medias) es de 2,74. Al ser este valor mayor que el mínimo de 2,5 que establece la directiva mencionada anteriormente, se puede considerar las bombas de calor seleccionadas como energía renovable.



El fabricante indica que el SCOP para ACS se obtiene en base a la normativa EN 16147: Bombas de calor con compresor accionado eléctricamente. Ensayos y requisitos para el marcado de equipos para agua caliente sanitaria.

Es por ello por lo que se puede afirmar que el SCOP propuesto de 2,74 hace referencia al SPF mencionado por la directiva y empleado para establecer o no la bomba de calor como renovable.

Se realiza pues una estimación del consumo energético del sistema planteado. En este cálculo, se considera que, en los meses de invierno, los vestuarios de la piscina están cerrados y, por lo tanto, no tienen consumo de ACS. Por ello, se considera en estos meses que el consumo de ACS del polideportivo es el 65% del total del polideportivo. Este factor se corresponde al número de duchas que sí que se usan durante estos meses.

Con esto, considerando los días del mes de utilización de los vestuarios y las temperaturas de agua fría de red que aporta a tabla a – Anejo G del CTE DB HE, se calcula la energía térmica necesaria a partir de la siguiente expresión, considerando un coeficiente de pérdidas del 15% debido a la distribución, acumulación y recirculación de ACS. Por lo tanto, la energía que ha de producir el sistema es un 15% mayor que la que demandan los usuarios del polideportivo.

$$E_{t,consumida}(kWh) = \left(\frac{Q_d \left(\frac{l}{s} \right) \cdot (T_{ACS} - T_{AF})(^{\circ}C) \cdot C_p \left(\frac{Wh}{^{\circ}C \cdot l} \right)}{1000} \right) \cdot 1,15$$

ECUACIÓN 7. ENERGÍA TÉRMICA DE ACS GENERADA POR LAS BOMBAS DE CALOR.

Siendo:

- $E_{t,consumida}$: Energía térmica total consumida por la instalación de ACS (kWh)
- Q_d : Caudal de consumo (l/s)
- T_{ACS} : Temperatura de generación de ACS ($^{\circ}C$)
- T_{AF} : Temperatura del agua fría de red ($^{\circ}C$)
- C_p : Calor específico del agua (1,16 Wh/ $^{\circ}C \cdot l$)

Con todo esto, haciendo uso de las ecuaciones anteriores, se calcula la energía útil generada por las bombas de calor, así como la energía eléctrica necesaria para abastecer la demanda de ACS. Además, se justifica el cumplimiento del aporte mínimo del 60% de energía renovable, siendo un 64% de la energía térmica total consumida por el sistema considerada como renovable.



		<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<i>TOT ANUAL</i>
Demanda diaria ACS (l/día a 60°C)	<i>[l/día]</i>	2852,85	2852,85	2852,85	2852,85	2852,85	4389,00	4389,00	4389,00	4389,00	2852,85	2852,85	2852,85	952.632,5
Días mes	<i>[días]</i>	26	23	26	25	26	25	26	26	25	26	25	26	
Temperatura agua de red	<i>[°C]</i>	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	
Temperatura generación ACS	<i>[°C]</i>	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Demanda energética BdC (red - 60°C)	<i>[kWh]</i>	4302,1	3729,6	4130,0	3888,4	3871,9	5473,1	5427,3	5294,9	5345,8	3785,8	3888,4	4216,1	53353,4
15% pérdidas (distrib./acum./recirc.)	<i>[kWh]</i>	645,3	559,4	619,5	583,3	580,8	821,0	814,1	794,2	801,9	567,9	583,3	632,4	8003,0
Demanda energética total (red a 60°C)	<i>[kWh]</i>	4947,4	4289,0	4749,5	4471,7	4452,7	6294,0	6241,4	6089,1	6147,7	4353,7	4471,7	4848,5	61356,4
COP BdC	<i>[adim]</i>	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,74	2,7
Qusable - Calor aportado por BdC	<i>[kWh]</i>	4947,41	4289,03	4749,52	4471,70	4452,67	6294,05	6241,35	6089,12	6147,67	4353,72	4471,70	4848,46	61356,4
ERES - Energía renovable	<i>[kWh]</i>	3141,79	2723,69	3016,12	2839,69	2827,61	3996,95	3963,49	3866,82	3904,00	2764,77	2839,69	3078,95	38963,6
E eléctrica BdC - Energía no renovable	<i>[kWh]</i>	1805,6	1565,3	1733,4	1632,0	1625,1	2297,1	2277,9	2222,3	2243,7	1588,9	1632,0	1769,5	22392,8
% E renov aportada	<i>%</i>	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%

TABLA 4. BALANCE ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS.

Cp agua	1,16	Wh/°C·l
Densidad agua	1	kg/l



5.4. CONCLUSIONES

Con todo esto, se considera suficiente el predimensionado y diseño de la instalación de ACS correspondiente a la medida de mejora planteada MAE2 para la auditoría, de forma que, si se decidiese realizar la medida, esta memoria sirva de base para un posible proyecto, así como para la obtención de los permisos necesarios por las administraciones.

El sistema planteado se considera suficiente para cumplir con la exigencia del CTE DB HE4, siendo el total de energía renovable aportada por la instalación del 64%, mayor del 60% exigido.

Así pues, el sistema plantea una mejora de las condiciones de ACS en el polideportivo, suponiendo una serie de mejoras que hacen muy aconsejable la implantación de esta instalación en cuanto a aspectos energéticos se refiere. Además, se asegura el suministro de agua a temperaturas adecuadas para el control y prevención de la legionela.

El consumo energético final es eléctrico, y se estima en 22.392,8 kWh/año destinados a las necesidades de ACS del polideportivo.

ANEXO III

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS MEDIDAS DE AHORRO
PLANTEADAS PARA EL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE FOIOS, OBTENIDO
MEDIANTE CE3X.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Polideportivo municipal de Foios		
Dirección	CI Proyecto, 4		
Municipio	Foios	Código Postal	46134
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1977
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7597102YJ2779N0001PR		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Álvaro Santamaría Chuliá	NIF(NIE)	23853289N
Razón social	Álvaro Santamaría Chuliá	NIF	23853289N
Domicilio	Calle Santos Justo y Pastor, 158		
Municipio	Valencia	Código Postal	46022
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	alvarosantamaria48@gmail.com	Teléfono	645443086
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<p style="text-align: center;">284.4 D</p>	<p style="text-align: center;">55.1 D</p>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 11/11/2023

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.



Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	732.0
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada piscina (Norte)	Fachada	57.36	2.56	Estimadas
Fachada a campo de fútbol (SO)	Fachada	57.36	2.56	Estimadas
Fachada a entrada/salida (SE)	Fachada	31.44	2.56	Estimadas
Muro a sala de máquinas (Norte)	Partición Interior	31.44	2.25	Por defecto
Suelo al terreno	Suelo	210.0	0.72	Estimadas
Cubierta plana	Cubierta	210.0	2.27	Estimadas
Fachada lado norte vest fútbol (Norte)	Fachada	30.0	2.38	Estimadas
Fachada a campo fútbol vest fútbol (Norte)	Fachada	140.4	2.38	Estimadas
Fachada lado SO vest fútbol (SO)	Fachada	30.0	2.38	Estimadas
Fachada a trinquet vest fútbol (SE)	Fachada	140.4	2.38	Estimadas
Suelo al terreno vest fútbol	Suelo	252.0	0.95	Estimadas
Cubierta plana vest piscina	Cubierta	250.56	2.27	Estimadas
Fachada a entrada (Norte)	Fachada	33.8	2.56	Estimadas
Fachada a pádel (SO)	Fachada	33.8	2.56	Estimadas
Fachada a vestuarios fútbol (Norte)	Fachada	19.6	2.56	Estimadas
Fachada a vestuarios fútbol 2 (Norte)	Fachada	19.6	2.56	Estimadas
Fachada a vestuarios frotón 1 (SE)	Fachada	19.6	2.56	Estimadas
Fachada a vestuarios frotón 2 (SE)	Fachada	19.6	2.56	Estimadas
Suelo vestuario trinquet 1	Suelo	60.0	0.99	Estimadas
Suelo vestuario trinquet 2	Suelo	60.0	0.99	Estimadas

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Forjado a mirador superior 1	Partición Interior	60.0	1.70	Por defecto
Forjado a mirador superior 2	Partición Interior	60.0	1.70	Por defecto
Fachada trasera bar (SO)	Fachada	16.4	1.69	Estimadas
Fachada a vest piscina bar (SE)	Fachada	30.76	1.69	Estimadas
Fachada a piscina bar (Norte)	Fachada	16.89	1.69	Estimadas
Fachada a camino (Norte)	Fachada	31.5	1.69	Estimadas
Suelo con terreno bar	Suelo	150.0	0.93	Estimadas
Cubierta con aire bar	Cubierta	150.0	2.27	Estimadas
Muro de fachada a interior trinquet 1	Fachada	31.08	2.56	Estimadas
Muro de fachada a interior trinquet 2	Fachada	31.08	2.56	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanal superior corredera	Hueco	3.6	5.70	0.67	Estimado	Estimado
Ventanal superior corredera a trinquet	Hueco	3.6	5.70	0.67	Estimado	Estimado
Lucernario vestuarios fútbol	Lucernario	1.44	5.70	0.29	Estimado	Estimado
Ventana vestuario trinquet 1	Hueco	1.2	5.70	0.69	Estimado	Estimado
Ventana vestuario trinquet 2	Hueco	1.2	5.70	0.22	Estimado	Estimado
Ventanales vest piscina norte	Hueco	2.16	5.70	0.67	Estimado	Estimado
Ventanales vest piscina a fútbol	Hueco	2.16	5.70	0.67	Estimado	Estimado
Ventanal bar a piscina	Hueco	69.0	3.37	0.68	Estimado	Estimado
Ventanal bar a fútbol	Hueco	69.0	3.37	0.68	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Split Hisense	Bomba de Calor		263.9	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Split Hisense	Bomba de Calor		271.6	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	4368.0
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Termo-acumulador NEGARRA	Efecto Joule		98.0	Electricidad	Estimado
Termo-acumulador NEGARRA T2	Efecto Joule		98.0	Electricidad	Estimado
Caldera condensación VAILLANT piscina	Caldera Condensación	28	98.4	GLP	Estimado
Caldera condensación VAILLANT	Caldera Condensación	28	98.4	GLP	Estimado
Split Hisense	Bomba de Calor		233.1	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
VESTUARIOS PISCINA	8.57	2.45	350.00	Conocido
VESTUARIOS FÚTBOL	7.14	2.04	350.00	Conocido
VESTUARIO TRINQUET 1	10.00	2.86	350.00	Conocido
VESTUARIO TRINQUET 2	10.00	2.86	350.00	Conocido
BAR	2.88	0.72	400.00	Conocido
TOTALES	7.15			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	732.0	Intensidad Alta - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Alta - 8h
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	55.1 D		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	E
	17.81		28.85	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	B	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	B
	2.56		5.92	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	20.21	14796.99
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	34.93	25568.50

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	284.4 D		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	F	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	E
	86.33		147.98	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	B	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	B
	15.11		34.97	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

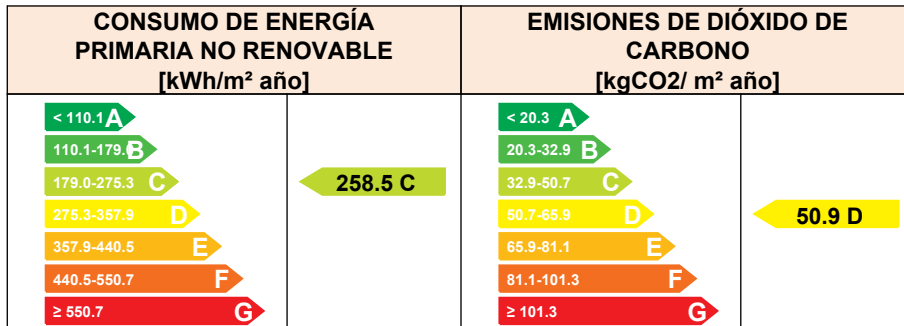
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
73.2 G	16.4 C
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

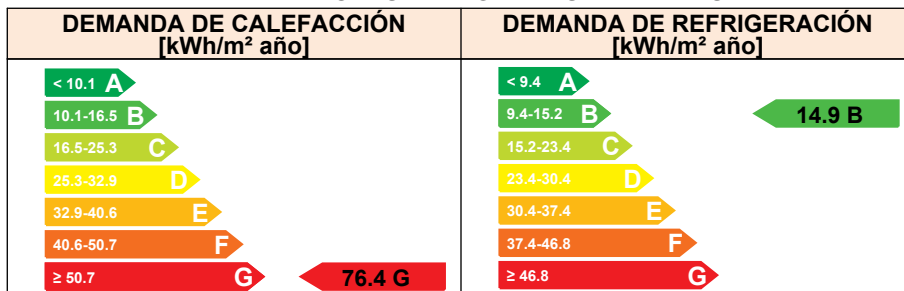
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Sustitución de las luminarias convencionales por tipo LED

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	71.99	-4.5%	7.04	9.0%	104.55	-0.0%	3.61	79.8%	187.19	6.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	90.20 G	-4.5%	13.75 B	9.0%	147.5 3 E	0.3%	7.06 A	79.8%	258.5 4 C	9.1%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	18.61 F	-4.5%	2.33 B	9.0%	28.77 E	0.3%	1.20 A	79.8%	50.90 D	7.7%
Demanda [kWh/m ² año]	76.43 G	-4.5%	14.88 B	9.0%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

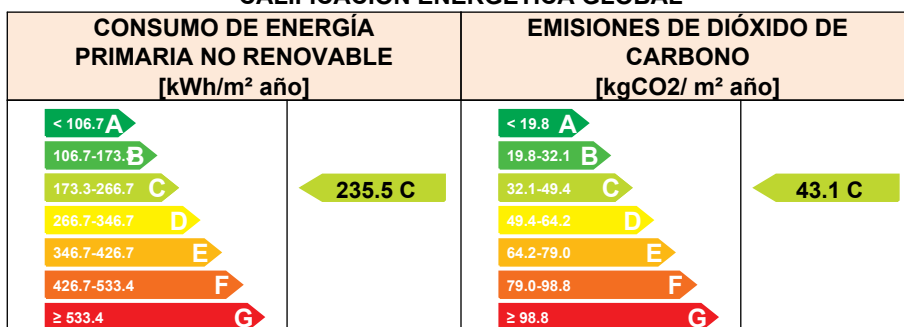
Se plantea como medida de mejora el cambio de las luminarias de las dependencias interiores actuales, que no son tipo LED, por luminarias más eficientes. Esta medida se aplica únicamente a los equipos de iluminación convencionales, y no a las luminarias tipo LED. Para la sustitución de los downlight de halógenos metálicos de los vestuarios, se propone sustituirlos por downlights tipo LED de 24 W de potencia total, de la marca SIMON o similar. Para su instalación, se puede hacer uso de los huecos ya existentes de los downlight, sin ser necesarios accesorios extra. En cuanto a los tubos fluorescentes del bar, se opta por tubos LED de 18 W de potencia de 1,20 m de la marca SIMON o similar. Al igual que con los downlight, se puede hacer uso de las instalaciones existentes, ya que estos tubos son para instalación en portatubos, los cuales ya existen en las instalaciones del polideportivo.

Coste estimado de la medida

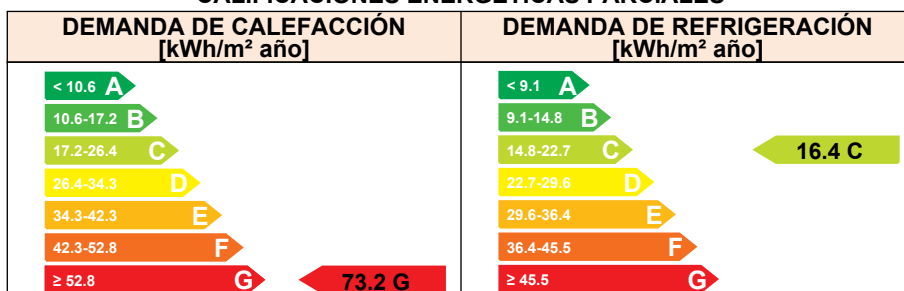
2565.68 €

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	68.90	0.0%	7.74	0.0%	50.70	51.5%	17.90	0.0%	145.23	27.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	86.33 F	0.0%	15.11 B	0.0%	99.07 C	33.1%	34.97 B	0.0%	235.49 C	17.2%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	17.81 E	0.0%	2.56 B	0.0%	16.78 C	41.8%	5.92 B	0.0%	43.08 C	21.9%
Demanda [kWh/m ² año]	73.15 G	0.0%	16.35 C	0.0%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

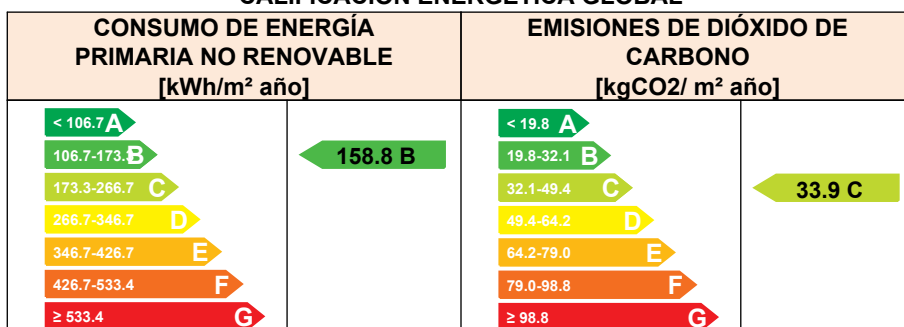
Sustitución de las calderas de propano, termos eléctricos y acumuladores por una instalación centralizada de generación de ACS a partir de la combinación de dos bombas de calor en paralelo LG THERMA V HU163MRB U30 (Ficha técnica bomba de calor LG, 2023)de 16 kW térmicos y SCOP 2,74; y un depósito acumulador de 1.000 litros de apoyo al sistema para cubrir los periodos punta de la demanda.

Coste estimado de la medida

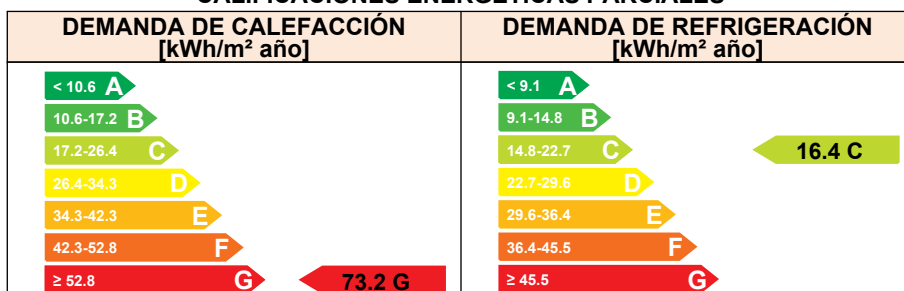
54871.25 €

Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	68.90	0.0%	7.74	0.0%	104.55	-0.0%	17.90	0.0%	135.04	32.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	86.33 F	0.0%	15.11 B	0.0%	147.53 E	0.3%	34.97 B	0.0%	158.79 B	44.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	17.81 E	0.0%	2.56 B	0.0%	28.77 E	0.3%	5.92 B	0.0%	33.86 C	38.6%
Demanda [kWh/m² año]	73.15 G	0.0%	16.35 C	0.0%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Se propone una instalación de generación de energía eléctrica a partir de 62 placas fotovoltaicas de 565 Wp dispuestas en la cubierta de los vestuarios de la piscina distribuidas en 4 strings asociados a un inversor trifásico de 30 kWn de potencia.

Coste estimado de la medida

31002.32 €


Otros datos de interés

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	02/08/2023
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
Se han realizado diversas visitas a las instalaciones del polideportivo.

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Sustitución de las luminarias convencionales por tipo LED

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

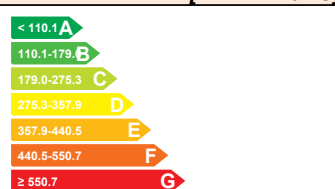
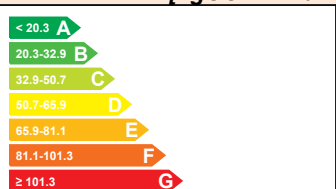
Se plantea como medida de mejora el cambio de las luminarias de las dependencias interiores actuales, que no son tipo LED, por luminarias más eficientes. Esta medida se aplica únicamente a los equipos de iluminación convencionales, y no a las luminarias tipo LED. Para la sustitución de los downlight de halogenuros metálicos de los vestuarios, se propone sustituirlos por downlights tipo LED de 24 W de potencia total, de la marca SIMON o similar. Para su instalación, se puede hacer uso de los huecos ya existentes de los downlight, sin ser necesarios accesorios extra. En cuanto a los tubos fluorescentes del bar, se opta por tubos LED de 18 W de potencia de 1,20 m de la marca SIMON o similar. Al igual que con los downlight, se puede hacer uso de las instalaciones existentes, ya que estos tubos son para instalación en portatubos, los cuales ya existen en las instalaciones del polideportivo.

Coste estimado de la medida

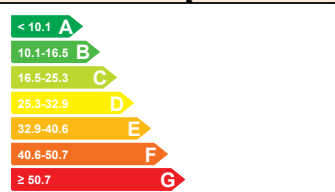
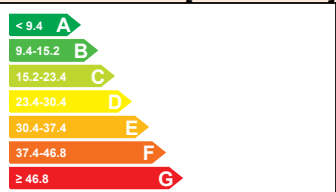
2565.68 €


Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
	
258.54 C	50.9 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
76.43 G	14.88 B

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	71.99	-4.5%	7.04	9.0%	104.55	-0.0%	3.61	79.8%	187.19	6.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	90.20	G -4.5%	13.75	B 9.0%	147.5 3	E 0.3%	7.06	A 79.8%	258.5 4	C 9.1%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	18.61	F -4.5%	2.33	B 9.0%	28.77	E 0.3%	1.20	A 79.8%	50.90	D 7.7%
Demanda [kWh/m ² año]	76.43	G -4.5%	14.88	B 9.0%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada piscina (Norte)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a campo de fútbol (SO)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a entrada/salida (SE)	Fachada	31.44	2.56	31.44	2.56
Muro a sala de máquinas (Norte)	Partición Interior	31.44	2.25	31.44	2.25
Suelo al terreno	Suelo	210.00	0.72	210.00	0.72
Cubierta plana	Cubierta	210.00	2.27	210.00	2.27
Fachada lado norte vest fútbol (Norte)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a campo fútbol vest fútbol (Norte)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Fachada lado SO vest fútbol (SO)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a trinquet vest fútbol (SE)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Suelo al terreno vest fútbol	Suelo	252.00	0.95	252.00	0.95
Cubierta plana vest piscina	Cubierta	250.56	2.27	250.56	2.27
Fachada a entrada (Norte)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a pádel (SO)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a vestuarios fútbol (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios fútbol 2 (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios frotón (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios frotón 2 (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Suelo vestuario trinquet 1	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99
Suelo vestuario trinquet 2	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Forjado a mirador superior 1	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Forjado a mirador superior 2	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Fachada trasera bar (SO)	Fachada	16.40	1.69	16.40	1.69
Fachada a vest piscina bar (SE)	Fachada	30.76	1.69	30.76	1.69
Fachada a piscina bar (Norte)	Fachada	16.89	1.69	16.89	1.69
Fachada a camino (Norte)	Fachada	31.50	1.69	31.50	1.69
Suelo con terreno bar	Suelo	150.00	0.93	150.00	0.93
Cubierta con aire bar	Cubierta	150.00	2.27	150.00	2.27
Muro de fachada a interior trinquet 1	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56
Muro de fachada a interior trinquet 2	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
Ventanal superior corredera	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Ventanal superior corredera a trinquet	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Lucernario vestuarios fútbol	Lucernario	1.44	5.70	5.70	1.44	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 1	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 2	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventanales vest piscina norte	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanales vest piscina a fútbol	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanal bar a piscina	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30
Ventanal bar a fútbol	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		263.9%	-	Bomba de Calor		263.9%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		271.6%	-	Bomba de Calor		271.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Termo-acumulador NEGARRA	Efecto Joule		98.0%	-	Efecto Joule		98.0%	-	-
Termo-acumulador NEGARRA T2	Efecto Joule		98.0%	-	Efecto Joule		98.0%	-	-
Caldera condensación VAILLANT piscina	Caldera Condensación	28	98.4%	-	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-
Caldera condensación VAILLANT	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-	-	-	-	-
Split Hisense	Bomba de Calor		233.1%	-	Bomba de Calor		233.1%	-	-
Caldera condensación VAILLANT	-	-	-	-	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)


Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora


INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia a media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
VESTUARIOS PISCINA	8.57	2.4	350	1.37	0.3	400
VESTUARIOS FÚTBOL	7.14	2.0	350	1.14	0.3	400
VESTUARIO TRINQUET 1	10.0	2.9	350	1.6	0.4	400
VESTUARIO TRINQUET 2	10.0	2.9	350	1.6	0.4	400
BAR	2.88	0.7	400	1.92	0.5	400
TOTALES	7.15	-	-	1.44	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
VESTUARIOS FÚTBOL	252.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 1	60.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 2	60.00	Intensidad Alta - 8h
BAR	150.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIOS PISCINA	210.00	Intensidad Alta - 8h

 <p>Certificación Energética de Edificios</p>	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Sustitución de los equipos de ACS actuales por una instalación centralizada de aerotermia

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

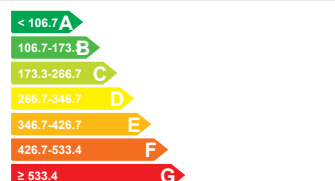

Sustitución de las calderas de propano, termos eléctricos y acumuladores por una instalación centralizada de generación de ACS a partir de la combinación de dos bombas de calor en paralelo LG THERMA V HU163MRB U30 (Ficha técnica bomba de calor LG, 2023) de 16 kW térmicos y SCOP 2,74; y un depósito acumulador de 1.000 litros de apoyo al sistema para cubrir los periodos punta de la demanda.

Coste estimado de la medida



54871.25 €


Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
	
235.49 C	43.08 C

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
73.15 G	16.35 C

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	68.90	0.0%	7.74	0.0%	50.70	51.5%	17.90	0.0%	145.23	27.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	86.33	F 0.0%	15.11	B 0.0%	99.07	C 33.1%	34.97	B 0.0%	235.49	C 17.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	17.81	E 0.0%	2.56	B 0.0%	16.78	C 41.8%	5.92	B 0.0%	43.08	C 21.9%
Demanda [kWh/m ² año]	73.15	G 0.0%	16.35	C 0.0%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada piscina (Norte)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a campo de fútbol (SO)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a entrada/salida (SE)	Fachada	31.44	2.56	31.44	2.56
Muro a sala de máquinas (Norte)	Partición Interior	31.44	2.25	31.44	2.25
Suelo al terreno	Suelo	210.00	0.72	210.00	0.72
Cubierta plana	Cubierta	210.00	2.27	210.00	2.27
Fachada lado norte vest fútbol (Norte)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a campo fútbol vest fútbol (Norte)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Fachada lado SO vest fútbol (SO)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a trinquet vest fútbol (SE)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Suelo al terreno vest fútbol	Suelo	252.00	0.95	252.00	0.95
Cubierta plana vest piscina	Cubierta	250.56	2.27	250.56	2.27
Fachada a entrada (Norte)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a pádel (SO)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a vestuarios fútbol (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios fútbol 2 (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios frotón (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios frotón 2 (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Suelo vestuario trinquet 1	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99
Suelo vestuario trinquet 2	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Forjado a mirador superior 1	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Forjado a mirador superior 2	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Fachada trasera bar (SO)	Fachada	16.40	1.69	16.40	1.69
Fachada a vest piscina bar (SE)	Fachada	30.76	1.69	30.76	1.69
Fachada a piscina bar (Norte)	Fachada	16.89	1.69	16.89	1.69
Fachada a camino (Norte)	Fachada	31.50	1.69	31.50	1.69
Suelo con terreno bar	Suelo	150.00	0.93	150.00	0.93
Cubierta con aire bar	Cubierta	150.00	2.27	150.00	2.27
Muro de fachada a interior trinquet 1	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56
Muro de fachada a interior trinquet 2	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
Ventanal superior corredera	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Ventanal superior corredera a trinquet	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Lucernario vestuarios fútbol	Lucernario	1.44	5.70	5.70	1.44	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 1	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 2	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventanales vest piscina norte	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanales vest piscina a fútbol	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanal bar a piscina	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30
Ventanal bar a fútbol	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		263.9%	-	-	-	-	-	-
Split HISENSE	-	-	-	-	Bomba de Calor		263.9%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		271.6%	-	-	-	-	-	-
Split HISENSE	-	-	-	-	Bomba de Calor		271.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Termo-acumulador NEGARRA	Efecto Joule		98.0%	-	-	-	-	-	-
Termo-acumulador NEGARRA T2	Efecto Joule		98.0%	-	-	-	-	-	-
Caldera condensación VAILLANT piscina	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-	-	-	-	-
Caldera condensación VAILLANT	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-	-	-	-	-
Split Hisense	Bomba de Calor		233.1%	-	-	-	-	-	-
Bomba de calor LG THERMA V 16 kW	-	-	-	-	Bomba de Calor		230.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)


Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora


INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
VESTUARIOS PISCINA	8.57	2.4	350	8.57	2.4	350
VESTUARIOS FÚTBOL	7.14	2.0	350	7.14	2.0	350
VESTUARIO TRINQUET 1	10.0	2.9	350	10.0	2.9	350
VESTUARIO TRINQUET 2	10.0	2.9	350	10.0	2.9	350
BAR	2.88	0.7	400	2.88	0.7	400
TOTALES	7.15	-	-	7.15	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
VESTUARIOS FÚTBOL	252.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 1	60.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 2	60.00	Intensidad Alta - 8h
BAR	150.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIOS PISCINA	210.00	Intensidad Alta - 8h

 <p>Certificación Energética de Edificios</p>	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Implantación de una instalación solar fotovoltaica de 30 kWn

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

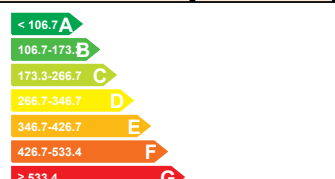
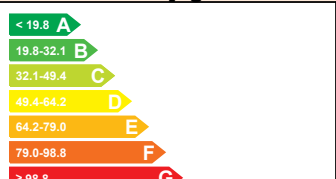
Se propone una instalación de generación de energía eléctrica a partir de 62 placas fotovoltaicas de 565 Wp dispuestas en la cubierta de los vestuarios de la piscina distribuidas en 4 strings asociados a un inversor trifásico de 30 kWn de potencia.

Coste estimado de la medida



31002.32 €


Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	158.79 B		33.86 C

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	73.15 G		16.35 C

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	68.90	0.0%	7.74	0.0%	104.55	-0.0%	17.90	0.0%	135.04	32.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	86.33	F 0.0%	15.11	B 0.0%	147.53	E 0.3%	34.97	B 0.0%	158.79	B 44.2%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	17.81	E 0.0%	2.56	B 0.0%	28.77	E 0.3%	5.92	B 0.0%	33.86	C 38.6%
Demanda [kWh/m ² año]	73.15	G 0.0%	16.35	C 0.0%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada piscina (Norte)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a campo de fútbol (SO)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a entrada/salida (SE)	Fachada	31.44	2.56	31.44	2.56
Muro a sala de máquinas (Norte)	Partición Interior	31.44	2.25	31.44	2.25
Suelo al terreno	Suelo	210.00	0.72	210.00	0.72
Cubierta plana	Cubierta	210.00	2.27	210.00	2.27
Fachada lado norte vest fútbol (Norte)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a campo fútbol vest fútbol (Norte)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Fachada lado SO vest fútbol (SO)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a trinquet vest fútbol (SE)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Suelo al terreno vest fútbol	Suelo	252.00	0.95	252.00	0.95
Cubierta plana vest piscina	Cubierta	250.56	2.27	250.56	2.27
Fachada a entrada (Norte)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a pádel (SO)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a vestuarios fútbol (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios fútbol 2 (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios frotón (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios frotón 2 (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Suelo vestuario trinquet 1	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99
Suelo vestuario trinquet 2	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Forjado a mirador superior 1	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Forjado a mirador superior 2	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Fachada trasera bar (SO)	Fachada	16.40	1.69	16.40	1.69
Fachada a vest piscina bar (SE)	Fachada	30.76	1.69	30.76	1.69
Fachada a piscina bar (Norte)	Fachada	16.89	1.69	16.89	1.69
Fachada a camino (Norte)	Fachada	31.50	1.69	31.50	1.69
Suelo con terreno bar	Suelo	150.00	0.93	150.00	0.93
Cubierta con aire bar	Cubierta	150.00	2.27	150.00	2.27
Muro de fachada a interior trinquet 1	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56
Muro de fachada a interior trinquet 2	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
Ventanal superior corredera	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Ventanal superior corredera a trinquet	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Lucernario vestuarios fútbol	Lucernario	1.44	5.70	5.70	1.44	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 1	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 2	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventanales vest piscina norte	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanales vest piscina a fútbol	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanal bar a piscina	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30
Ventanal bar a fútbol	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		263.9%	-	Bomba de Calor		263.9%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		271.6%	-	Bomba de Calor		271.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Termo-acumulador NEGARRA	Efecto Joule		98.0%	-	Efecto Joule		98.0%	-	-
Termo-acumulador NEGARRA T2	Efecto Joule		98.0%	-	Efecto Joule		98.0%	-	-
Caldera condensación VAILLANT piscina	Caldera Condensación	28	98.4%	-	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-
Caldera condensación VAILLANT	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-	-	-	-	-
Split Hisense	Bomba de Calor		233.1%	-	Bomba de Calor		233.1%	-	-
Caldera condensación VAILLANT	-	-	-	-	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)


Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia a media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
VESTUARIOS PISCINA	8.57	2.4	350	8.57	2.4	350
VESTUARIOS FÚTBOL	7.14	2.0	350	7.14	2.0	350
VESTUARIO TRINQUET 1	10.0	2.9	350	10.0	2.9	350
VESTUARIO TRINQUET 2	10.0	2.9	350	10.0	2.9	350
BAR	2.88	0.7	400	2.88	0.7	400
TOTALES	7.15	-	-	7.15	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)


Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
VESTUARIOS FÚTBOL	252.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 1	60.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 2	60.00	Intensidad Alta - 8h
BAR	150.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIOS PISCINA	210.00	Intensidad Alta - 8h

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]	Energía eléctrica generada y autoconsumida post mejora [kWh/año]
Instalación fotovoltaica de 30 kWn	-	46885.6
TOTALES	-	46885.6

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Implantación de las tres medidas de ahorro energético planteadas (MAE1, MAE2 y MAE3) simultáneamente

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

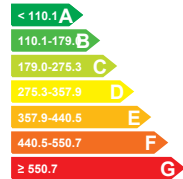
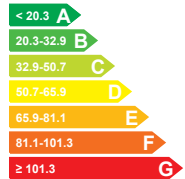
Se propone como mejora la implantación de las tres medidas de ahorro energético (MAE) planteadas en la Auditoría Energética, y analizadas por separado anteriormente. Las medidas de ahorro y mejora energética son: - Sustitución de las luminarias convencionales por luminarias tipo LED - Sustitución de las calderas de propano y termo-acumuladores eléctricos para agua caliente individuales, por una instalación centralizada para ACS mediante aerotermia - Implantación de una instalación de autoconsumo solar fotovoltaico de 30 kWn

Coste estimado de la medida

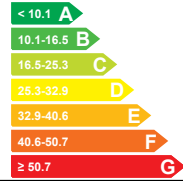
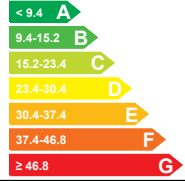
92144.79 €


Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
	
84.92 A	17.72 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
	
76.43 G	14.88 B

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	71.99	-4.5%	7.04	9.0%	50.70	51.5%	3.61	79.8%	69.29	65.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	90.20	G -4.5%	13.75	B 9.0%	99.07	C 33.1%	7.06	A 79.8%	84.92	A 70.1%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	18.61	F -4.5%	2.33	B 9.0%	16.78	C 41.8%	1.20	A 79.8%	17.72	A 67.9%
Demanda [kWh/m ² año]	76.43	G -4.5%	14.88	B 9.0%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada piscina (Norte)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a campo de fútbol (SO)	Fachada	57.36	2.56	57.36	2.56
Fachada a entrada/salida (SE)	Fachada	31.44	2.56	31.44	2.56
Muro a sala de máquinas (Norte)	Partición Interior	31.44	2.25	31.44	2.25
Suelo al terreno	Suelo	210.00	0.72	210.00	0.72
Cubierta plana	Cubierta	210.00	2.27	210.00	2.27
Fachada lado norte vest fútbol (Norte)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a campo fútbol vest fútbol (Norte)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Fachada lado SO vest fútbol (SO)	Fachada	30.00	2.38	30.00	2.38
Fachada a trinquet vest fútbol (SE)	Fachada	140.40	2.38	140.40	2.38
Suelo al terreno vest fútbol	Suelo	252.00	0.95	252.00	0.95
Cubierta plana vest piscina	Cubierta	250.56	2.27	250.56	2.27
Fachada a entrada (Norte)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a pádel (SO)	Fachada	33.80	2.56	33.80	2.56
Fachada a vestuarios fútbol (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios fútbol 2 (Norte)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios fútbol 1 (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Fachada a vestuarios fútbol 2 (SE)	Fachada	19.60	2.56	19.60	2.56
Suelo vestuario trinquet 1	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99
Suelo vestuario trinquet 2	Suelo	60.00	0.99	60.00	0.99

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Forjado a mirador superior 1	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Forjado a mirador superior 2	Partición Interior	60.00	1.70	60.00	1.70
Fachada trasera bar (SO)	Fachada	16.40	1.69	16.40	1.69
Fachada a vest piscina bar (SE)	Fachada	30.76	1.69	30.76	1.69
Fachada a piscina bar (Norte)	Fachada	16.89	1.69	16.89	1.69
Fachada a camino (Norte)	Fachada	31.50	1.69	31.50	1.69
Suelo con terreno bar	Suelo	150.00	0.93	150.00	0.93
Cubierta con aire bar	Cubierta	150.00	2.27	150.00	2.27
Muro de fachada a interior trinquet 1	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56
Muro de fachada a interior trinquet 2	Fachada	31.08	2.56	31.08	2.56

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
Ventanal superior corredera	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Ventanal superior corredera a trinquet	Hueco	3.60	5.70	5.70	3.60	5.70	5.70
Lucernario vestuarios fútbol	Lucernario	1.44	5.70	5.70	1.44	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 1	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventana vestuario trinquet 2	Hueco	1.20	5.70	5.70	1.20	5.70	5.70
Ventanales vest piscina norte	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanales vest piscina a fútbol	Hueco	2.16	5.70	5.70	2.16	5.70	5.70
Ventanal bar a piscina	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30
Ventanal bar a fútbol	Hueco	69.00	3.37	3.30	69.00	3.37	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		263.9%	-	-	-	-	-	-
Split HISENSE	-	-	-	-	Bomba de Calor		263.9%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Split Hisense	Bomba de Calor		271.6%	-	-	-	-	-	-
Split HISENSE	-	-	-	-	Bomba de Calor		271.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Termo-acumulador NEGARRA	Efecto Joule		98.0%	-	-	-	-	-	-
Termo-acumulador NEGARRA T2	Efecto Joule		98.0%	-	-	-	-	-	-
Caldera condensación VAILLANT piscina	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-	-	-	-	-
Caldera condensación VAILLANT	Caldera Condensación	28	98.4%	-	-	-	-	-	-
Split Hisense	Bomba de Calor		233.1%	-	-	-	-	-	-
Bomba de calor LG THERMA V	-	-	-	-	Bomba de Calor		230.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)


Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
VESTUARIOS PISCINA	8.57	2.4	350	1.37	0.3	400
VESTUARIOS FÚTBOL	7.14	2.0	350	1.14	0.3	400
VESTUARIO TRINQUET 1	10.0	2.9	350	1.6	0.4	400
VESTUARIO TRINQUET 2	10.0	2.9	350	1.6	0.4	400
BAR	2.88	0.7	400	1.92	0.5	400
TOTALES	7.15	-	-	1.44	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
VESTUARIOS FÚTBOL	252.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 1	60.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIO TRINQUET 2	60.00	Intensidad Alta - 8h
BAR	150.00	Intensidad Alta - 8h
VESTUARIOS PISCINA	210.00	Intensidad Alta - 8h

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	7597102YJ2779N0001PR	Versión informe asociado	11/11/2023
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	14/11/2023

ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]	Energía eléctrica generada y autoconsumida post mejora [kWh/año]
Instalación fotovoltaica de 30 kWn	-	46885.6
TOTALES	-	46885.6

PRESUPUESTO

*AUDITORÍA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL POLIDEPORTIVO
MUNICIPAL DE FOIOS (VALENCIA)*



ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1.	NECESIDAD DE LOS PRESUPUESTOS.....	1
2.	PRESUPUESTO MAE1: SUSTITUCIÓN LUMINARIAS	2
3.	PRESUPUESTO MAE2: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE ACS POR INSTALACIÓN DE AEROTERMIA	3
4.	PRESUPUESTO MAE3: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	5
5.	PRESUPUESTO TRABAJOS DE INGENIERÍA	8
6.	PRESUPUESTO GLOBAL	10



1. NECESIDAD DE LOS PRESUPUESTOS

En este documento se incluyen los presupuestos asociados a cada Medida de Ahorro Energético planteada en la Memoria de este TFM, en los que se desglosan los costes y partidas presupuestarias necesarias para llevar a cabo su ejecución material.

Además, se incluye un presupuesto referido a los costes de los trabajos de ingeniería que se han realizado para la elaboración de este TFM.

Los presupuestos se han elaborado mediante el programa ARQUÍMEDES, un software de la compañía CYPE Ingenieros S.A. No obstante, se ha modificado levemente el formato para adaptarlo a este TFM.



2. PRESUPUESTO MAE1: SUSTITUCIÓN LUMINARIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
----	----	-------------	----------	-----------------	-------------

CAPÍTULO Nº 1 Sustitución de luminarias convencionales por tipo LED

1.1.- Iluminación

1.1.1.- Lámparas

1.1.1.1	Ud	Rehabilitación energética en el sistema de alumbrado del edificio mediante la sustitución de lámpara fluorescente existente por Tubo de tecnología LED de SIMON para un color de luz blanco frío con una potencia de 18 vatios que ofrece 1800 lúmenes, previo desmontaje de la lámpara con medios manuales y carga manual del material desmontado sobre camión o contenedor.			
			Total Ud :	8,000	17,04
					136,31
1.1.1.2	Ud	Rehabilitación energética en el sistema de alumbrado del edificio mediante la sustitución del downlight de Halogenuros Metálicos de 150W existente por downlight LED SIMON de 24W de potencia, previo desmontaje de la lámpara con medios manuales y carga manual del material desmontado sobre camión o contenedor.			
			Total Ud :	32,000	53,01
					1.696,32
Total subcapítulo 1.1.1.- Lámparas:					1.832,63
Total subcapítulo 1.1.- Iluminación:					1.832,63
Parcial Nº 1 Rehabilitación energética :					1.832,63

Presupuesto de ejecución material (PEM)	1.832,63
--	-----------------

13% de gastos generales	238,24
-------------------------	--------

6% de beneficio industrial	109,96
----------------------------	--------

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	2.180,83
--	-----------------

21% IVA	457,97
---------	--------

Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	2.565,68
--	-----------------

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de DOS MIL QUINIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS.



3. PRESUPUESTO MAE2: SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE ACS POR INSTALACIÓN DE AEROTERMIA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
Capítulo Nº 1 Acondicionamiento del terreno					
1.1.- Movimiento de tierras en edificación					
1.1.1.- Excavaciones					
1.1.1.1	M³	Excavación en zanjas para conducciones de impulsión y retorno de red de ACS en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
			Total m³ :	82,32	21,38
					1.759,97
			Total subcapítulo 1.1.1.- Excavaciones:		1.759,97
1.1.2.- Rellenos					
1.1.2.1	M³	Relleno de zanjas para conducciones de impulsión y retorno de ACS, con arena 0/5 mm, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.			
			Total m³ :	106,36	19,81
					2.107,03
			Total subcapítulo 1.1.2.- Rellenos:		2.107,03
			Total subcapítulo 1.1.- Movimiento de tierras en edificación:		3.867,00
			Parcial Nº 1 Acondicionamiento del terreno :		3.867,00

Capítulo N.º 2 Instalación de ACS

2.1.- Calefacción, climatización y A.C.S.

2.1.1.- Agua caliente

2.1.1.1.- Instalación centralizada de generación de ACS a partir de bomba de calor aire-agua

2.1.1.1.1	H	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.			
			Total h :	32,000	80,32
					2.570,24
2.1.1.1.2	Ud.	Circuito primario de bomba de calor para sistema Q-TON, modelo ESA30E-25C			
			Total Ud. :	1,000	1.333,13
					1.333,13
2.1.1.1.3	Ud	Intercambiador de calor para impulsión de agua a distintos consumos.			
			Total Ud :	1,000	1.834,35
					1.834,35
2.1.1.1.4	Ud.	Bomba de ACS AMC 40/12-B T2 S (S/B)			
			Total Ud. :	1,000	2.071,52
					2.071,52
2.1.1.1.5	Ud.	Bomba de circuito de retorno de ACS			
			Total Ud. :	1,000	647,44
					647,44
2.1.1.1.6	Ud	Depósito para ACS de 1000 litros de capacidad CORDIVARI DAB de PLOLYWARM			
			Total Ud :	1,000	1.503,56
					1.503,56
2.1.1.1.7	Ud	Bomba de calor LG THERMA V R32 unidad exterior HU163MRB U30 trifásica de 16 kW de potencia térmica nominal.			



Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
			Total Ud :	2,000	7.376,04
					14.752,08

Total subcapítulo 2.1.1.1.- Instalación centralizada de generación de ACS a partir de bomba de calor aire-agua: 22.212,32

Total subcapítulo 2.1.1.- Agua caliente: 22.212,32

2.1.2.- Sistemas de conducción de agua

2.1.2.1 M Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 40 mm de diámetro exterior, PN=6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Total m : 60,000 30,91 **1.854,60**

Total subcapítulo 2.1.2.- Sistemas de conducción de agua: 1.854,60

Total subcapítulo 2.1.- Calefacción, climatización y A.C.S.: 24.066,92

2.2.- Eléctricas

2.2.1 Ud. Valoración instalación eléctrica para cuadro eléctrico de bombas de calor.

Total Ud. : 1,000 4.353,00 **4.173,00**

Total subcapítulo 2.2.- Eléctricas: 4.173,00

2.3.- Fontanería

2.3.1.- Elementos

2.3.1.1 Ud. Conjunto de grifo temporizado para ducha con rociador orientable con racores Alpa 80 Presto o similar con conexiones 3/4" y con válvula de vaciado.

Total Ud. : 28,000 125,03 **3.500,76**

Total subcapítulo 2.3.1.- Elementos: 3.500,76

Total subcapítulo 2.3.- Fontanería: 3.500,76

Parcial Nº 2 Instalaciones : 31.740,68

Presupuesto de ejecución material (PEM) 38.107,68

13% de gastos generales 4.953,99

6% de beneficio industrial 2.286,46

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI) 45.348,14

21% IVA 9.523,11

Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA) 54.871,25

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.



4. PRESUPUESTO MAE3: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
----	----	-------------	----------	-----------------	-------------

Capítulo Nº 1 Maquinaria para elevación del material a cubierta

1.1.- Andamios y maquinaria de elevación

1.1.1.- Plataformas elevadoras

1.1.1.1	H	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.			
---------	---	---	--	--	--

Total h :	4,000	84,32	337,28
-----------	-------	-------	---------------

Total subcapítulo 1.1.1.- Plataformas elevadoras:	337,28
--	---------------

Total subcapítulo 1.1.- Andamios y maquinaria de elevación:	337,28
--	---------------

Parcial Nº 1 Actuaciones previas :	337,28
---	---------------

Capítulo Nº 2 Estructuras de sustentación de las placas

2.1.- Hormigón armado

2.1.1.- Lastres y apollos para la instalación

2.1.1.1	Ud	Suministro y montaje de bloques de hormigón para lastre de instalación fotovoltaica tipo SOLARBLOC o similar, de 100x37x16 cm y peso de 60 kg, de 15º de inclinación respecto la horizontal para paneles tanto en horizontal como en vertical.			
---------	----	--	--	--	--

Total Ud :	83,000	27,58	2.289,14
------------	--------	-------	-----------------

2.1.1.2	M²	Impermeabilización de cubiertas, realizada mediante el sistema SikaRoof MTC 22 "SIKA", de 2,2 mm de espesor total de película seca, acabado visto, compuesta por: capa base de impermeabilizante líquido elástico monocomponente, Sikalastic 601 BC "SIKA", de color Rojo Óxido, aplicada con rodillo de pelo corto; malla de fibra de vidrio, Sika Reemat Premium "SIKA"; y capa de sellado con sellante líquido elástico de poliuretano, Sikalastic 621 TC "SIKA", de color Gris Pizarra RAL 7015, aplicada en dos manos con rodillo de pelo corto; previa aplicación de imprimación transparente, de dos componentes, Sika Concrete Primer "SIKA", aplicada con brocha o rodillo, sobre superficie soporte (no incluida en este precio).			
---------	----	---	--	--	--

Total m² :	6,750	60,63	409,25
------------	-------	-------	---------------

2.1.1.3	Ud	Construcción de escalera metálica para acceso a cubierta.			
---------	----	---	--	--	--

Total Ud :	1,000	134,33	134,33
------------	-------	--------	---------------

Total subcapítulo 2.1.1.- Lastres y apollos para la instalación:	2.832,72
---	-----------------

Total subcapítulo 2.1.- Hormigón armado:	2.832,72
---	-----------------

Parcial Nº 2 Estructuras :	2.832,72
-----------------------------------	-----------------

Capítulo Nº 3 Placas fotovoltaicas y equipos eléctricos auxiliares

3.1.- Eléctricas

3.1.1.- Puesta a tierra

3.1.1.1	Ud	Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud.			
---------	----	---	--	--	--

Total Ud :	1,000	136,65	136,65
------------	-------	--------	---------------

3.1.1.2	M	Conductor de tierra formado por cable con recubrimiento, de cobre, de 16 mm² de sección.			
---------	---	--	--	--	--

Total m :	58,840	4,02	236,54
-----------	--------	------	---------------



Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
----	----	-------------	----------	-----------------	-------------

Total subcapítulo 3.1.1.- Puesta a tierra: 373,19

3.1.2.- Canalizaciones

3.1.2.1	M	Canalización fija en superficie de bandeja perforada Tipo Rejiband o similar de acero galvanizado, de 100x60 mm.	Total m :	55,000	10,80	594,00
3.1.2.2	M	Canalización fija en superficie de canal protectora de PVC rígido, de 60x150 mm.	Total m :	61,000	15,18	925,98
Total subcapítulo 3.1.2.- Canalizaciones:						1.519,98

3.1.3.- Cables

3.1.3.1	M	Cable eléctrico unipolar, Prysmian Prysolar "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x10 mm ² de sección, aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo.	Total m :	122,000	4,31	525,82
3.1.3.2	M	Cable comunicación RS-485	Total m :	2,000	4,09	8,18
3.1.3.3	M	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	Total m :	8,000	1,42	11,36
3.1.3.4	M	Cable eléctrico multiconductor, Afumex Class Firs (AS+) "PRYSMIAN", de fácil pelado y tendido (ahorro del 30% del tiempo de mano de obra), tipo mRZ1-K (AS+), tensión nominal 0,6/1 kV, de alta seguridad y resistencia al fuego (AS+), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 4G16 mm ² de sección, aislamiento de cinta de mica y polietileno reticulado (XLPE), de tipo DIX 3, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex Z1, de color naranja, y con las siguientes características: resistencia al fuego, no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, baja emisión de calor, reducido desprendimiento de gotas y partículas inflamadas, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío y resistencia a los rayos ultravioleta.	Total m :	55,000	24,19	1.330,45
Total subcapítulo 3.1.3.- Cables:						1.875,81

3.1.4.- Solar fotovoltaica

3.1.4.1	Ud	Módulo solar fotovoltaico tipo Jinko Tiger pro 72HC modelo JKM565N-72HL4 o similar de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 565 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 41,92 V; intensidad a máxima potencia (Imp) 13,43 A; intensidad de cortocircuito (Isc) 14,23 A; tensión en circuito abierto (Voc) 50,60 V; eficiencia 22,33%.	Total ud :	62,000	162,65	10.084,30
3.1.4.2	Ud	Suministro e instalación de Vatímetro para instalación trifásica de producción fotovoltaica. Wattímetro Precisión de medición: clase 1, Montaje en carril DIN estándar de 35mm, Tamaño pequeño, 3P4W 72mm, Pantalla LCD para facilitar la configuración y la comprobación por los usuarios, Identificación visual de colores para cableado simple, 1 W Tensión de Línea 304 Vac ~ 499 Vac, Tensión por fase 176 Vac ~ 288 Vac, Intensidad 0 ~ 250 A. Incluidos ACCESORIOS Incluido: 3 CT 250A/50mA con 25 metros de cable	Total ud :	1,000	197,58	197,58
3.1.4.3	Ud	Inversor Huawei Sun2000-30KTL-M3 de 30 kW de potencia nominal trifásico, de eficiencia máxima 97,8%; tensión máxima de entrea 1,1 kV; intensidad máxima de entrada de 26 A; intensidad de cc 40 A; tensión mínima de arranque de 200 V.	Total ud :	1,000	2.808,41	2.808,41



Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
Total subcapítulo 3.1.4.- Solar fotovoltaica:					13.090,29
3.1.5.- Aparamenta					
3.1.5.1	Ud	Armario PVC, de superficie, modular, con puerta transparente, grado de protección IP 65, aislamiento clase II, para 48 módulos, en 4 filas, de 600x580x95 mm, con carril DIN, cierre con llave, acabado con pintura epoxi, incluso material de montaje, según UNE-EN 60670-1.			
		Total Ud :	1,000	296,89	296,89
3.1.5.2	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA, clase A, modelo iID A9R21463 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.			
		Total Ud :	1,000	891,93	891,93
3.1.5.3	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iC60N A9F79450 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x85x78,5 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.			
		Total Ud :	1,000	163,99	163,99
3.1.5.4	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iK60N A9K17410 "SCHNEIDER ELECTRIC".			
		Total Ud :	1,000	148,80	148,80
Total subcapítulo 3.1.5.- Aparamenta:					1.501,61
Total subcapítulo 3.1.- Eléctricas:					18.360,88
Parcial Nº 3 Instalaciones :					18.360,88
Presupuesto de ejecución material (PEM)					21.530,88
13% de gastos generales					2.799,01
6% de beneficio industrial					1.291,85
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)					25.621,75
21% IVA					5.380,57
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)					31.002,32

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TRENTA Y UN MIL DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS.



5. PRESUPUESTO TRABAJOS DE INGENIERÍA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
CAPÍTULO Nº 1 Trabajos realizados					
1.1.- Trabajos realizados en la auditoría energética					
1.1.1.- Redacción de los documentos del trabajo					
1.1.1.1	h	Horas dedicadas a la redacción de la memoria del trabajo.			
		Total h :	50,00	14,10	705,00
1.1.1.2	h	Horas dedicadas a la elaboración de planos del trabajo.			
		Total h :	20,00	14,10	282,00
1.1.1.3	h	Horas dedicadas a la elaboración del presupuesto del trabajo			
		Total h:	16,00	14,10	225,60
1.1.1.4	h	Horas dedicadas a la elaboración de los ANEXOS del trabajo			
		Total h:	50,00	14,10	705,00
Total subcapítulo 1.1.1. – Redacción de los documentos del trabajo					1.917,00
1.1.2.- Trabajos de auditoría					
1.1.2.1	h	Visitas a las instalaciones para recogida de datos, fotos y mediciones.			
		Total h:	5,00	14,10	70,50
1.1.2.2	h	Introducción y análisis de los datos en los diversos programas empleados tales como Excel, CE3X, Arquímedes, etc.			
		Total h:	64,00	14,10	902,40
1.1.2.3	h	Análisis y síntesis de las medidas de mejora			
		Total h:	30,00	14,10	423,00
1.1.2.4	h	Gastos varios			
		Total:	1,00	200,00	200,00
1.1.2.5	km	Desplazamiento visitas a polideportivo (20,4 ida y vuelta x 3 veces)			
		Total:	61,20	0,16	9,79
Total subcapítulo 1.1.2. – Trabajos previos a la auditoría					1.605,69
Total subcapítulo 1.1.- Trabajos realizados en la auditoría energética:					3.522,69
Parcial Nº 1 Trabajos realizados :					3.522,69
Presupuesto de ejecución material (PEM)					3.522,69
13% de gastos generales					457,94
6% de beneficio industrial					211,36
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)					4.191,99



21% IVA

880,32

Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)

5.072,31

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CINCO MIL SETENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.



6. PRESUPUESTO GLOBAL

Así pues, el presupuesto global del TFM es el siguiente:

PRESUPUESTO GLOBAL TFM		
N.º	Concepto	Importe
1	Implantación MAE1	1.832,63 €
2	Implantación MAE2	38.107,68 €
3	Implantación MAE3	21.530,88 €
4	Trabajos de ingeniería	3.522,69 €
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)		63.993,88 €
13% de gastos generales (GG)		8.319,20 €
6% de beneficio industrial (BI)		3.839,63 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC = PEM + GG + BI)		76.152,72 €
21% de IVA		15.992,07 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata con IVA (PEC + IVA)		92.144,79 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Contrata con IVA del TFM a la expresada cantidad de **NOVENTA Y DOS MIL CIENTO CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

PLANOS

*AUDITORÍA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL POLIDEPORTIVO
MUNICIPAL DE FOIOS (VALENCIA)*



ÍNDICE DE LOS PLANOS

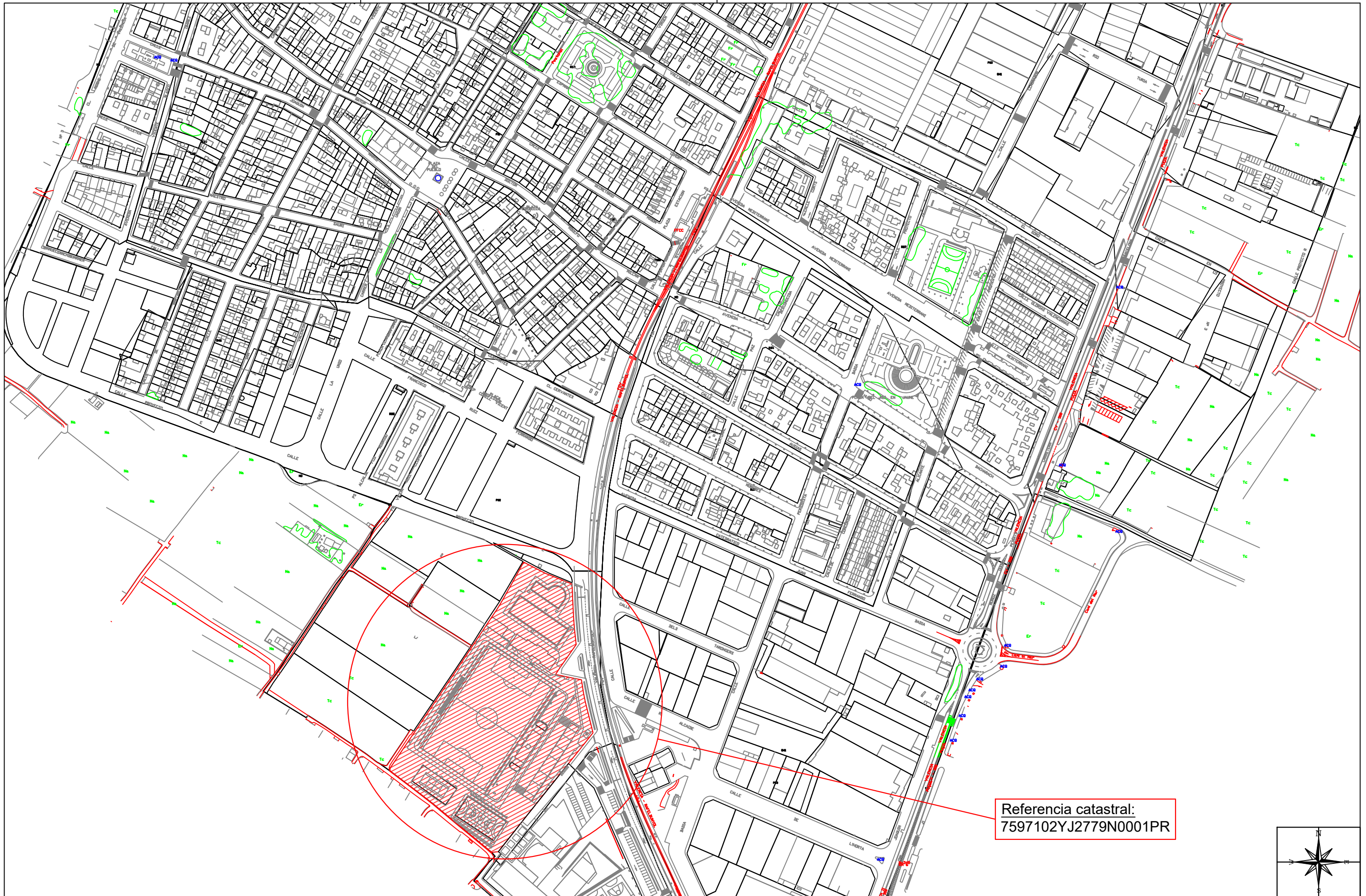
1. PLANOS.....	1
• PLANO N.º 1: EMPLAZAMIENTO DEL POLIDEPORTIVO EN LA LOCALIDAD DE FOIOS	1
• PLANO N.º 2: PLANTA GENERAL.....	1
• PLANO N.º 3: PLANTA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	1
• PLANO N.º 4: SECCIÓN A-A' Y UBICACIÓN INVERSOR Y CUADRO ELÉCTRICO FV	1
• PLANO N.º 5: ESQUEMA UNIFILAR ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA MAE3	1



1. PLANOS

Este documento está compuesto por 5 planos, los cuales son:

- **PLANO N.º 1:** Emplazamiento del polideportivo en la localidad de Foios
- **PLANO N.º 2:** Planta general
- **PLANO N.º 3:** Planta instalación fotovoltaica
- **PLANO N.º 4:** SecciónA-A' y ubicación inversor y cuadro eléctrico FV
- **PLANO N.º 5:** Esquema unifilar eléctrico de la instalación fotovoltaica MAE3



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **AUDITORÍA ENERGÉTICA Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE FOIOS (VALENCIA)**

Plano: **Emplazamiento del polideportivo en la localidad de Foios**

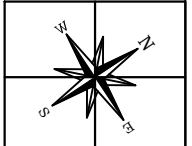
Autor: **Álvaro Santamaría Chuliá**

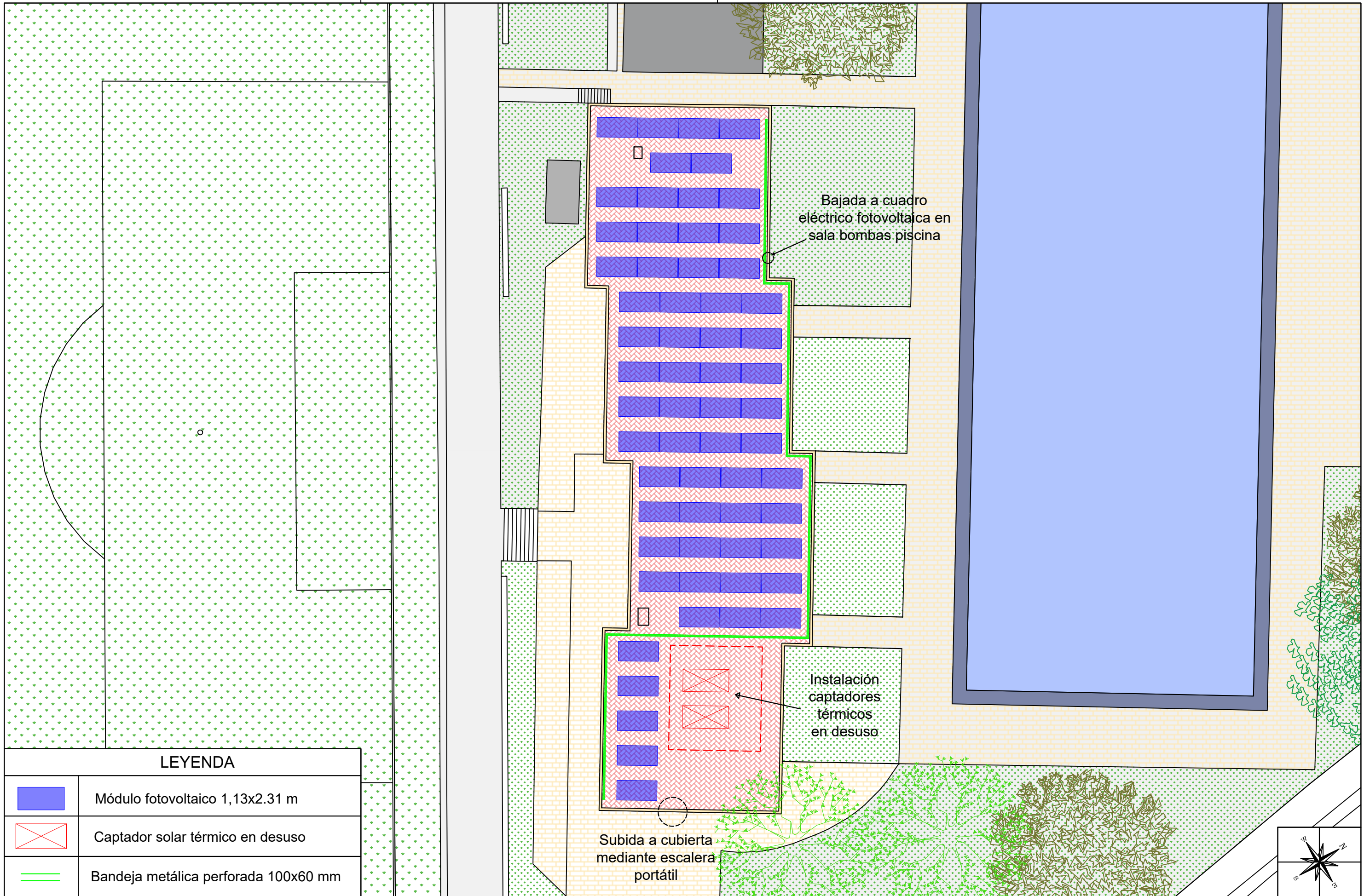
Fecha: **Noviembre de 2023**

Escala: **1:3000**



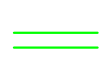
Nº Plano:

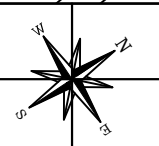
1



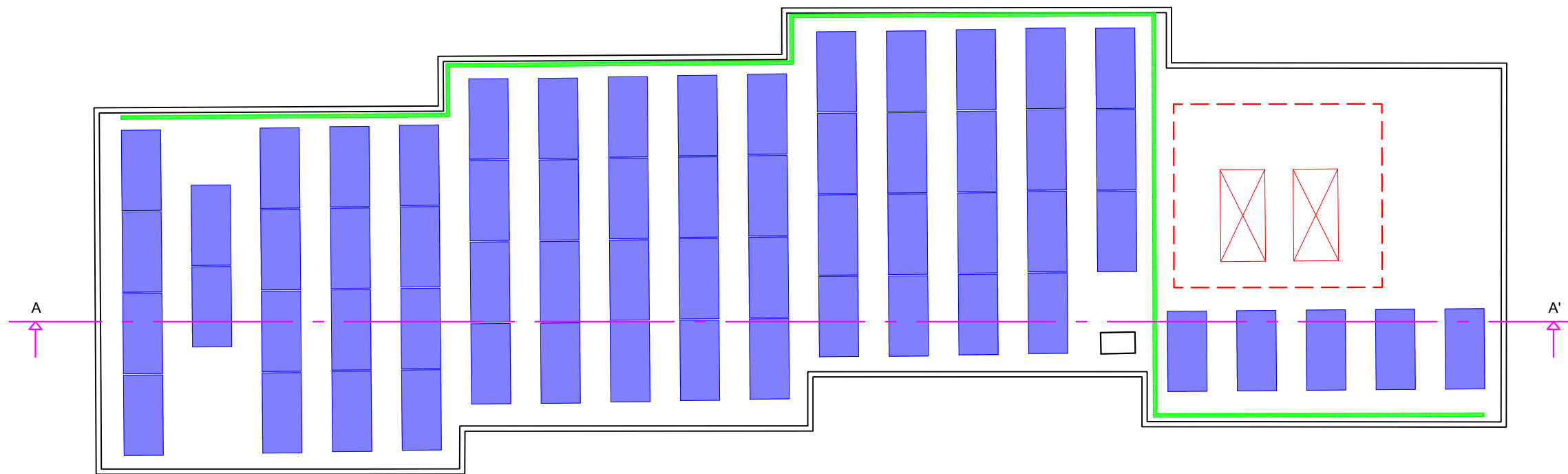
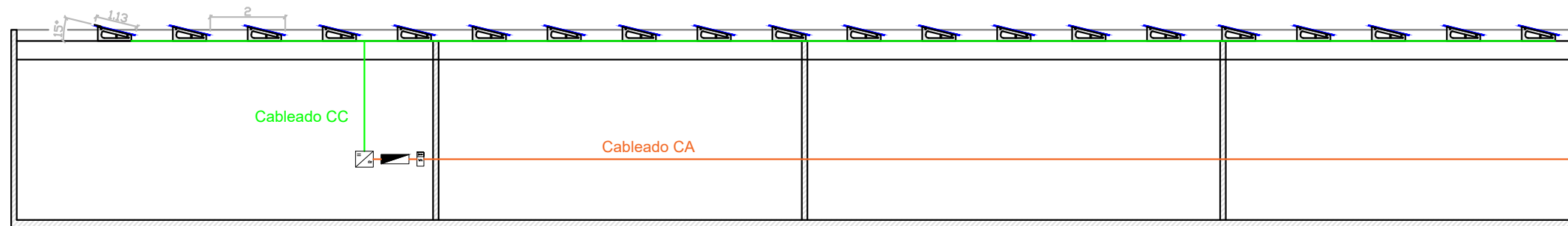


LEYENDA

	Módulo fotovoltaico 1,13x2.31 m
	Captador solar térmico en desuso
	Bandeja metálica perforada 100x60 mm



SECCIÓN A-A'



LEYENDA

	Equipo inversor
	Cuadro eléctrico fotovoltaica
	Vatímetro

