



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

Estudio de eficiencia energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras.

AGRADECIMIENTOS

Tras estos duros años de estudios, quiero manifestar mi agradecimiento a mi familia por el apoyo incondicional que me han mostrado en todo momento, especialmente a mis padres, y a mi hermana Paloma, alentando y animándome para que no me diera por vencido, para que luchara por lograr el objetivo final.

Agradecer tanto a mis compañeros del colegio San Pedro Pascual, donde cursé mis estudios hasta Bachiller, como a todas aquellas personas que conocí durante la carrera en la Universidad Politécnica de Valencia los momentos compartidos. Agradecerles los consejos y ayuda que me han brindado en los momentos que más lo necesitaba; todos ellos han dejado una huella imborrable y forman parte importante de lo que hoy soy como persona.

Cabe especial mención la ayuda de D.Enrique Orts López, Jefe de Sección de Proyectos y Obras de la Fundación Deportiva Municipal de Valencia, que fue el primero en mostrarme su colaboración, facilitándome información sobre el polideportivo caso de estudio.

Es importante para mí mencionar a mis compañeros de Diverxia, que me han ofrecido toda la ayuda necesaria para poder elaborar puntos específicos del proyecto, resolviéndome dudas que iban surgiendo en su desarrollo.

Mi reconocimiento al tutor y co-tutor de este Trabajo de Fin de Grado (TFG), D.Sergio Gallardo Bermell y D.Ricardo Sanchís Arnal respectivamente, por sus consejos e instrucciones para el buen hacer del Proyecto

Y siento la necesidad de hacer un agradecimiento póstumo a mi abuelo José Segrelles, que falleció en mitad de mi carrera. Siempre me mostró su apoyo incondicional y su confianza, valorando el esfuerzo y el gusto por un trabajo bien hecho. No podía terminar estas líneas sin mencionarlo.

RESUMEN

El polideportivo de Malilla es el complejo deportivo caso de estudio, situado en Valencia en el barrio de Malilla. Dicho centro cuenta con la sala de recepción, salas polivalentes y la zona del gimnasio y vestuarios en ambos pisos del edificio. Los datos del mismo, aportados por la Fundación Deportiva Municipal de Valencia, han sido analizados con el fin de obtener la etiqueta energética del centro, partiendo de la base del edificio original.

Dicha etiqueta ha sido obtenida mediante dos programas habilitados para la realización de certificados energéticos, el CE3X, que se trata de una herramienta simplificada de certificaciones, y el Lider - Calener, con el que se obtiene, además de la etiqueta, el cumplimiento o no del edificio base del Código Técnico de la Edificación (CTE) mediante una modelación previa del centro deportivo.

Tras la obtención del certificado de eficiencia energética, se ha considerado una serie de mejoras en el edificio, de las cuales, se ha realizado un estudio de viabilidad, comprobando si, para un cierto tiempo de vida útil de los elementos de mejora, es rentable llevarlas a cabo teniendo en cuenta el posible ahorro económico total anual.

Dichas mejoras se han centrado en las energías renovables, con el objetivo de disminuir, en la medida de lo posible, las emisiones del CO₂ del centro.

Por último, se incluye un presupuesto de los costes de la introducción de las mejoras, contando los materiales utilizados, la mano de obra necesaria o el coste de los estudios previos realizados para ser llevadas a cabo.

Palabras clave: eficiencia, energética, etiqueta, reducción, mejoras.

RESUM

El poliesportiu de Malilla és el complex esportiu cas d'estudi, situat a València en el barri de Malilla. El dit centre compta amb una sala de recepció, sales polivalents i la zona del gimnàs i vestuaris en ambdós pisos de l'edifici. Les dades d'aquest, aportats per la Fundació Esportiva Municipal de València, han sigut analitzats a fi d'obtindre l'etiqueta energètica del centre, partint de la base de l'edifici original.

La dita etiqueta ha sigut obtinguda per mitjà de dos programes habilitats per a la realització de certificats energètics, CE3X, que es tracta d'una ferramenta simplificada de certificacions, i Líder - Calener, amb el que s'obté, a més de l'etiqueta, el compliment o no de l'edifici base del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) per mitjà d'una modelació prèvia del centre esportiu.

Després de l'obtenció del certificat d'eficiència energètica, s'ha considerat una sèrie de millores en l'edifici, de les quals, s'ha realitzat un estudi de viabilitat, comprovant si, per a un cert temps de vida útil dels elements de millora, és rendible portar-les a cap tenint en compte el possible estalvi econòmic total anual.

Les dites millores s'han centrat en les energies renovables, amb l'objectiu de disminuir, en la mesura que siga possible, les emissions del CO₂ del centre.

Finalment, s'inclou un pressupost dels costos de la introducció de les millores, comptant els materials utilitzats, la mà d'obra necessària o el cost dels estudis previs realitzats per a ser dutes a terme.

Paraules clau: eficiència, energètica, etiqueta, reducció, millores.

ABSTRACT

The Malilla's neighbourhood sports centre is the sports complex case of study, located in Valencia. The above mentioned centre possesses the room of receipt, multipurpose rooms and the gymnasium zone and wardrobes in both floors of the building. The information of the same one, contributed by the Sports Municipal Foundation of Valencia, has been analysed in order to obtain the energetic label of the centre, departing from the base of the original building.

The above mentioned label has been obtained by means of two programs enabled for the accomplishment of energetic certificates, the CE3X, which treats itself about a tool simplified of certifications, and the Leader - Calener, with which the fulfilment is obtained, besides the label, or not of the building base of the Technical Code of the Building (CTE) by means of a previous modelling of the sports centre.

After the obtaining of the certificate of energy efficiency, it has been considered to be a series of improvements in the building, of which, a study of viability has been realized, verifying if, for a certain time of useful life of the elements of improvement, it is profitable to carry out them bearing the possible economic saving in mind annual total.

The above mentioned improvements have centred on the renewable energies, with the aim to reduce, as far as possible, the CO₂ emissions of the center.

Finally, there is included a budget of the costs of the introduction of the improvements, counting the used materials, the necessary workforce or the cost of the previous studies realized to be carried out.

Key words: efficiency, energy, label, reduction, improvements.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

MEMORIA
PRESUPUESTO
PLANOS

ÍNDICE DE LA MEMORIA

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | OBJETO DEL TFG..... | 5 |
| 2. | JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN..... | 6 |
| 3. | ALCANCE..... | 6 |
| 4. | NORMATIVA APLICABLE | 7 |
| 5. | ANTECEDENTES..... | 8 |
| 6. | ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA..... | 11 |
| 6.1. | DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO..... | 11 |
| 6.2. | CÁLCULO DE LA ETIQUETA DE EFICIENCIA..... | 16 |
| 6.2.1. | PROGRAMA CE3X..... | 16 |
| 6.2.2. | PROGRAMA LIDER - CALENER..... | 21 |
| 7. | PROPUESTAS DE MEJORAS | 27 |
| 7.1. | CAPTADORES SOLARES PARA ACS..... | 27 |
| 7.2. | INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA..... | 31 |
| 7.3. | LUMINARIAS..... | 34 |
| 7.4. | ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LAS PROPUESTAS | 35 |
| 8. | CONCLUSIONES..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 9. REFERENCIAS | 38 |
| 10. ANEXOS..... | 39 |
| ANEXO I: Certificado energético con CE3X..... | 40 |
| ANEXO II: Certificado energético con Lider - Calener | 41 |

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. CAPTADORES SOLARES | 43 |
| 2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 45 |
| 3. LUMINARIAS | 48 |

ÍNDICE DE LOS PLANOS

| | |
|--|----|
| 1. PLANO 1: Planta baja del polideportivo | 50 |
| 2. PLANO 2: Primera planta del polideportivo | 51 |
| 3. PLANO 3: Cubierta del polideportivo | 52 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 6.1. Planta del polideportivo. Fuente. https://polideportivomalilla.com | 11 |
| Figura 6.2. Localización del polideportivo. Fuente. https://www.google.es/maps/ | 11 |
| Figura 6.3. Especificaciones de la fachada. Fuente. Programa CE3X..... | 16 |
| Figura 6.4. Especificaciones de la cubierta. Fuente. Programa CE3X | 17 |
| Figura 6.5. Calificación energética del polideportivo. Fuente. Programa CE3X | 20 |
| Figura 6.6. Diseño del polideportivo con Lider – Calener. Fuente. Programa Lider - Calener | 21 |
| Figura 6.7. Especificaciones de la fachada. Fuente. Programa Lider - Calener | 21 |
| Figura 6.8. Especificaciones de las particiones interiores. Fuente. Programa Lider - Calener..... | 22 |
| Figura 6.9. Especificaciones de los forjados. Fuente. Programa Lider - Calener..... | 22 |
| Figura 6.10. Cumplimiento de los requisitos del DB HE 1. Fuente. Programa Lider - Calener | 23 |
| Figura 6.11. Calificación energética del polideportivo. Fuente. Programa Lider - Calener..... | 25 |

| | |
|---|----|
| Figura 6.12. Cumplimiento de los requisitos del DB HE 0. Fuente. Programa Lider - Calener | 26 |
| Figura 7.1. Instalación de captadores solares para ACS. Fuente. Herramienta Baxi | 29 |
| Figura 7.2. Contribución solar media mensual. Fuente. Herramienta Baxi | 30 |
| Figura 7.3. Mejora mediante captadores solares para ACS. Fuente. Programa CE3X..... | 31 |
| Figura 7.4. Mejora energética mediante paneles solares. Fuente. Programa CE3X..... | 33 |
| Figura 7.5. Mejora energética mediante cambio de luminarias. Fuente. Programa CE3X | 35 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 6.1. Zonas climáticas de la Península Ibérica. Fuente. https://www.codigotecnico.org | 13 |
| Tabla 6.2. Densidad de ocupación en edificios. Fuente. https://www.codigotecnico.org | 14 |
| Tabla 6.3. Demanda de ACS en litros por persona. Fuente. https://www.codigotecnico.org | 15 |
| Tabla 6.4. Caudal mínimo de aire exterior. Fuente. http://www.minetad.gob.es | 15 |
| Tabla 6.5. Iluminancia media horizontal. Fuente. https://enerfigente.files.wordpress.com | 18 |
| Tabla 6.6. Clase de alumbrado según el nivel competitivo. Fuente. http://www.renew-tech-consult.com | 18 |
| Tabla 6.7. Iluminancia media horizontal según la actividad desarrollada. Fuente. http://www.renew-tech-consult.com | 19 |
| Tabla 6.8. Valores límite de eficiencia energética de la instalación. Fuente. https://www.codigotecnico.org | 24 |
| Tabla 6.9. Iluminancia media horizontal según los espacios del polideportivo. Fuente. Elaboración propia | 24 |
| Tabla 7.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %. Fuente. https://www.codigotecnico.org | 27 |
| Tabla 7.2. Temperaturas medias y radiación de la instalación. Fuente. Herramienta Baxi | 28 |
| Tabla 7.3. Necesidades básicas del polideportivo. Fuente. Herramienta Baxi..... | 30 |
| Tabla 7.4. Irradiancia media según la localización del polideportivo. Fuente. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis | 32 |
| Tabla 7.5. Iluminancia del polideportivo. Fuente. Elaboración propia | 34 |
| Tabla 7.6. Equivalencias entre luminarias. Fuente. https://blog.ledbox.es | 35 |

MEMORIA

1. OBJETO DEL TFG

En el presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) se realiza un estudio de eficiencia energética del centro deportivo de Malilla, situado en la calle Bernat Descoll – Ingeniero Joaquín Benlloch, en el barrio de Malilla, municipio de Valencia.

Dicho estudio se realiza con los programas informáticos CE3X y la herramienta unificada del Lider - Calener, con el objetivo de hacer una comparación entre ambos, poder proponer mejoras de ahorro energético y reducir las emisiones de CO₂ en la medida de lo posible.

Para la realización de dicho estudio, se establecen los siguientes objetivos:

- Estudio de la normativa aplicable para satisfacer las condiciones mínimas exigidas en centros deportivos.
- Explicación y comparativa de las características de los programas habituales para la realización de las certificaciones energéticas.
- Modelización del centro deportivo caso de estudio mediante el programa CE3X.
- Modelización del centro deportivo caso de estudio mediante el programa Lider - Calener.
- Propuesta de mejoras con objeto de reducir, en la medida de lo posible, las emisiones de CO₂ del centro.
- Estudio de la viabilidad económica de las diferentes propuestas de mejora.

2. JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN

La obligatoriedad de la certificación energética de edificios existentes, viene justificada desde el mes de junio de 2013 por el Real Decreto 235/2013, derogando de esta manera el Real Decreto 47/2007, por el que se aprobaba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética en edificios de nueva construcción. Con el decreto de 2013, se incluye el procedimiento básico para la certificación energética de edificios ya existentes.

Desde el 1 de junio de 2013, es exigible el certificado de eficiencia energética, siendo el promotor o propietario del edificio o parte del mismo, ya sea de nueva construcción o existente, el responsable de encargar y conservar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, teniendo ésta un periodo de validez de 10 años.

Por lo tanto, en cumplimiento de la legislación vigente, es preceptiva la realización de un estudio de eficiencia energética en los edificios públicos, como el caso que se analiza en el presente Trabajo de Fin de Grado.

Este trabajo es de carácter académico, sirviendo éste para la finalización del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

3. ALCANCE

El alcance del TFG es la determinación de la etiqueta de eficiencia energética del centro deportivo caso de estudio, a partir de su modelización en los programas de certificación energética CE3X y Lider – Calener.

Tras la obtención del certificado energético, se realiza una comparativa de los resultados obtenidos con cada uno de los programas con el fin de ser justificados en base a los diferentes sistemas de introducción de datos de dichos programas.

Se proponen una serie de mejoras basadas en las energías renovables, con la que se pretenden reducir las emisiones de CO₂ del polideportivo, y se hace una valoración de la viabilidad económica de dichas mejoras a partir del análisis del VAN y TIR de los presupuestos obtenidos.

4. NORMATIVA APLICABLE

La normativa consultada necesaria para poder realizar el presente TFG es la que se lista a continuación:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE)
- Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI)
- Real Decreto 235/2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- UNE EN 12464 - 1:2012 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- UNE EN 12193. Iluminación. Iluminación de instalaciones deportivas.
- El Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).
- Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética.

5. ANTECEDENTES

A causa del calentamiento global, causado por la emisión de gases de efecto invernadero, se establece, a nivel de los Estados miembros de la Unión Europea, el Objetivo 20-20-20 para mejorar la eficiencia energética. Con dicho documento se establecen los siguientes objetivos:

- Reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero en un 20% respecto las emisiones de 1990.
- Obtener el 20% como mínimo de consumo energético a partir de fuentes de energía renovable, y cubrir con biocombustible al menos el 10% de las necesidades del transporte.
- Reducir un 20% el consumo energético respecto a lo previsto para el 2020.

Los estados pasan, de esta manera, a fijar objetivos de renovación de edificios existentes, tanto públicos como privados, con la promoción del uso eficiente de la energía.

El Objetivo 20-20-20 se plasma en la Directiva 2012/27/UE, en la cual se estudia el concepto de sistemas de gestión energética y auditorías energéticas. Los Estados miembros fomentan la elaboración de programas destinados a aumentar la concienciación de los clientes a cerca de los beneficios de las auditorías energéticas.

Con ello, se estandarizan programas de cálculo de eficiencia energética, como el CE3X, el Cerma o la herramienta unificada del Lider-Calener. Todos ellos tienen como objeto calcular la etiqueta energética del edificio caso de estudio. A pesar de proporcionar resultados similares, cada uno tiene características y funcionalidades diferentes. Quizá la diferencia más notoria entre ellos es que CE3X y Cerma son opciones simplificadas. Sin embargo, Lider-Calener es la opción más completa, permitiendo realizar un estudio previo de comprobación del cumplimiento del edificio del CTE.

- CE3X. Se trata de un programa con el que, de manera simplificada, puede certificarse cualquier tipo de edificio, permitiendo diferentes posibilidades de entrada de los datos del edificio, con valores conocidos, estimados o por defecto. Uno de sus objetivos principales es la adaptación al sector y ampliación de sus funcionalidades.
- Cerma. Únicamente tiene la opción de realizar la certificación energética de viviendas y no para edificios comerciales, administrativos u otros. Gracias a sus actualizaciones, puede utilizarse para edificaciones existentes y propone automáticamente ciertas mejoras energéticas y las compara entre ellas. Además, permite simular un edificio mejorado y ver cuáles serían sus ahorros respecto el edificio original.
- Lider, constituye el único método de cálculo para la verificación del cumplimiento del CTE en su opción general y Calener GT determina el nivel de eficiencia de un edificio de viviendas o de edificios terciarios.

Lider-Calener (Hulc), es la herramienta unificada de dichos programas generales. Evalúa la demanda energética, consumo energético y los procedimientos generales para la certificación energética de edificios Unifica la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

Permite la verificación de las exigencias 2.2.1 de la sección HE0 (Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado), 2.2.1.1 (Limitación de la demanda energética del edificio para edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes) y 2.2.2.1 de la sección HE1 (Limitación de la demanda energética del edificio en intervenciones en edificios existentes) del DB HE. Permite la verificación del apartado 2.2.2 de la sección HE0 del DB HE (Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de otros usos).

El hecho de que el CE3X sea una herramienta simplificada hace que la obtención de resultados sea sencilla, ya que la información que debe introducirse no requiere de muchas especificaciones, lo que hace que los resultados puedan desvirtuarse y que la certificación energética no sea tan fiable como con el Lider – Calener. A continuación, se comentan las diferencias de mayor importancia entre ambos programas:

- Datos generales:
 - Lider – Calener hace distinción entre edificios nuevos y existentes y permite la selección de diferentes normativas vigentes en cuanto a las instalaciones térmicas.
 - A diferencia de CE3X, Lider – Calener tiene en cuenta todas las plantas del edificio para la obtención del certificado, ya sean habitables o no.

- Definición geométrica:
 - La herramienta unificada del Lider permite definir la estructura general del edificio, ya sea por el método de puntos (definir el edificio mediante coordenadas), o mediante un archivo de Autocad, con el cual se genera automáticamente la estructura del edificio.

En CE3X no existe la opción de definición del edificio. La estructura del edificio se define mediante las opciones que el programa incorpora en la parte de envolvente térmica del edificio. En ella se da la opción de definir una cubierta, muro, suelo, partición interior, huecos/lucernarios y los puentes térmicos, con características por defecto.

En cuanto a la inserción de huecos/lucernarios, la información a introducir en ambos programas es la misma, pero la manera de introducción es mucho más intuitiva en CE3X.

- Lider – Calener permite la definición de las instalaciones por espacios. Por ejemplo, la iluminación se define de manera específica para cada uno de los espacios del edificio pudiendo especificar los lúmenes por metro cuadrado según la zona del inmueble. Lo mismo ocurre con los sistemas de acondicionamiento, los cuales se introducen en los espacios acondicionados.

CE3X no distingue entre espacios, por lo que la definición de las instalaciones se hace de manera genérica para el edificio completo. Ciertas instalaciones no son necesarias en algunas partes del mismo, lo que empeora la certificación por el hecho de introducir equipos innecesarios. Es el caso de la iluminación, que se diseña un sistema con la iluminancia media horizontal necesaria para satisfacer la parte del edificio que requiere más luz. De esta manera, se define una iluminancia superior a la realmente necesaria en ciertas partes del edificio.

Lo mismo ocurre con la climatización, que se define con la potencia y un caudal de aire de ventilación necesario para cubrir las partes del edificio con mayores exigencias. Esto implica un sobredimensionamiento en ciertos espacios.

- Una opción interesante de CE3X, es la introducción de mejoras. Se puede hacer una valoración de mejoras en el edificio de todos y cada uno de los aspectos que se consideren necesarios, desde la definición de contribuciones energéticas, hasta la mejora de los cerramientos. Para cada una de las mejoras, el programa presenta una calificación energética donde muestra la variación de cada uno de los aspectos valorados.

Tras la introducción de las mejoras, y en función del precio de la energía utilizada, el programa estima el ahorro económico de las mejoras propuestas y el periodo de amortización de las nuevas instalaciones.

La herramienta Lider – Calener es más completa que CE3X, y los resultados obtenidos se consideran más acordes con el edificio real, pero la manera de definir las características generales del inmueble se considera más intuitiva y sencilla en CE3X.

6. ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

6.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El polideportivo objeto de estudio, cuya planta y localización se muestran a continuación, está situado en el barrio de Malilla, en el municipio de Valencia, construido en el año 2013. Ciertas características del edificio, como la superficie del polideportivo, horarios de apertura y cierre, el consumo energético total o la tipología de los cerramientos del mismo, han sido facilitados por la Fundación Deportiva Municipal de Valencia.



Figura 6.1. Planta del polideportivo. Fuente. <https://polideportivomalilla.com>



Figura 6.2. Localización del polideportivo. Fuente. <https://www.google.es/maps/>

Para llevar a cabo la certificación energética tanto en CE3X, como en Lider – Calener, se han considerado los siguientes aspectos:

- Edificio de nueva construcción, considerado como un edificio terciario pequeño o mediano.
- El horario de apertura del centro es de 08:00 h a 24:00 h de lunes a sábado, considerando por tanto un perfil de uso de intensidad alta durante unas 16 horas diarias.
- Superficie total del polideportivo de unos 2929.76 m² compartimentados en:
 - o Sótano o planta bajo rasante de 172.45 m², cuyo fin es servir de almacén para el edificio.
 - o Planta baja, con una superficie de 1378,65 m². En ella se han definido cuatro espacios generales, oficinas, pasillo, vestuarios y sala polivalente.
 - o Planta primera, con la misma superficie que la planta baja, 1378,65 m². Incluye una zona para musculación, otra parte de vestuarios y un pasillo de comunicación.
- Se ha considerado que el edificio tiene orientación Norte, por lo que, según el Manual del usuario de CE3X, no es aplicable ningún criterio de sombras. En el caso del edificio tuviera cualquier otra orientación, se debería de aplicar en cada uno de los programas, el criterio de sombras adecuado. Aún así, el polideportivo ocupa una manzana de calles, y los edificios colindantes no tienen la altura suficiente como para proyectar ninguna sombra sobre él.
- El consumo energético del edificio es de 70.247 kWh/año, dato aportado por la Fundación Deportiva Municipal de Valencia.
- Al estar situado en la ciudad de Valencia y de acuerdo con el Apéndice B del DB HE 1, mostrado a continuación, se considera una zona climatológica B3, con una altitud respecto del nivel del mar de 8 m.

Tabla 6.1. Zonas climáticas de la Península Ibérica. Fuente. <https://www.codigotecnico.org>

| Zonas climáticas Península Ibérica | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|---------|---------|----|----|----|---------|---------|----|----|---------|---------|---------|----|----------|----------|---------|----------|
| Capital | Z.C. | Altitud | A4 | A3 | A2 | A1 | B4 | B3 | B2 | B1 | C4 | C3 | C2 | C1 | D3 | D2 | D1 | E1 |
| Albacete | D3 | 677 | | | | | | | | | | h < 450 | | | h < 950 | | | h ≥ 950 |
| Alicante/Alacant | B4 | 7 | | | | | h < 250 | | | | | h < 700 | | | h ≥ 700 | | | |
| Almería | A4 | 0 | h < 100 | | | | h < 250 | h < 400 | | | | h < 800 | | | h ≥ 800 | | | |
| Ávila | E1 | 1054 | | | | | | | | | | | | | | h < 550 | h < 850 | h ≥ 850 |
| Badajoz | C4 | 168 | | | | | | | | | h < 400 | h < 450 | | | h ≥ 450 | | | |
| Barcelona | C2 | 1 | | | | | | | | | | h < 250 | | | h < 450 | h < 750 | h ≥ 750 | |
| Bilbao/Bilbo | C1 | 214 | | | | | | | | | | | h < 250 | | | | | h ≥ 250 |
| Burgos | E1 | 861 | | | | | | | | | | | | | | h < 600 | h ≥ 600 | |
| Cáceres | C4 | 385 | | | | | | | | | h < 600 | | | | h < 1050 | | | h ≥ 1050 |
| Cádiz | A3 | 0 | h < 150 | | | | h < 450 | | | | | h < 600 | h < 850 | | | h ≥ 850 | | |
| Castellón/Castelló | B3 | 18 | | | | | h < 50 | | | | | h < 500 | | | h < 600 | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Ceuta | B3 | 0 | | | | | h < 50 | | | | | | | | | | | h ≥ 1000 |
| Ciudad Real | D3 | 630 | | | | | | | | | h < 450 | h < 500 | | | h ≥ 500 | | | |
| Córdoba | B4 | 113 | | | | | h < 150 | | | | h < 550 | | | | h ≥ 550 | | | |
| Coruña, La/ A Coruña | C1 | 0 | | | | | | | | | | | h < 200 | | | | h ≥ 200 | |
| Cuenca | D2 | 975 | | | | | | | | | | | | | h < 800 | h < 1050 | | h ≥ 1050 |
| Gerona/Girona | D2 | 143 | | | | | | | | | | | h < 100 | | h < 600 | | | h ≥ 600 |
| Granada | C3 | 754 | h < 50 | | | | h < 350 | | | | h < 600 | h < 800 | | | h < 1300 | | | h ≥ 1300 |
| Guadalajara | D3 | 708 | | | | | | | | | | | | | h < 950 | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Huelva | A4 | 50 | h < 50 | | | | h < 150 | h < 350 | | | | h < 800 | | | h ≥ 800 | | | |
| Huesca | D2 | 432 | | | | | | | | | h < 200 | | | | h < 400 | h < 700 | | h ≥ 700 |
| Jaén | C4 | 436 | | | | | h < 350 | | | | h < 750 | | | | h < 1250 | | | h ≥ 1250 |
| León | E1 | 346 | | | | | | | | | | | | | | | | h < 1250 |
| Lérida/Lleida | D3 | 131 | | | | | | | | | | h < 100 | | | h < 600 | | | h ≥ 600 |
| Logroño | D2 | 379 | | | | | | | | | | | h < 200 | | h < 700 | | | h ≥ 700 |
| Lugo | D1 | 412 | | | | | | | | | | | | | | | h < 500 | h ≥ 500 |
| Madrid | D3 | 589 | | | | | | | | | | h < 500 | | | h < 950 | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Málaga | A3 | 0 | | | | | | h < 300 | | | | h < 700 | | | h ≥ 700 | | | |
| Melilla | A3 | 130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Murcia | B3 | 25 | | | | | h < 100 | | | | | h < 550 | | | h ≥ 550 | | | |
| Orense/Ourense | D2 | 327 | | | | | | | | | h < 150 | h < 300 | | | h < 800 | | | h ≥ 800 |
| Oviedo | D1 | 214 | | | | | | | | | | | h < 50 | | | | h < 550 | h ≥ 550 |
| Palencia | D1 | 722 | | | | | | | | | | | | | | | h < 800 | h ≥ 800 |
| Palma de Mallorca | B3 | 1 | | | | | h < 250 | | | | | h ≥ 250 | | | | | | |
| Pamplona/Iruña | D1 | 456 | | | | | | | | | h < 100 | | | | h < 300 | h < 600 | h ≥ 600 | |
| Pontevedra | C1 | 77 | | | | | | | | | | | h < 350 | | | h ≥ 350 | | |
| Salamanca | D2 | 770 | | | | | | | | | | | | | h < 800 | | | h ≥ 800 |
| San Sebastián/Donostia | D1 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | h < 400 | h ≥ 400 |
| Santander | C1 | 1 | | | | | | | | | | | h < 150 | | | h < 650 | h ≥ 650 | |
| Segovia | D2 | 1013 | | | | | | | | | | | | | h < 1000 | | | h ≥ 1000 |
| Sevilla | B4 | 9 | | | | | h < 200 | | | | | h ≥ 200 | | | | | | |
| Soria | E1 | 984 | | | | | | | | | | | | | h < 750 | h < 800 | | h ≥ 800 |
| Tarragona | B3 | 1 | | | | | h < 50 | | | | h < 500 | | | | h ≥ 500 | | | |
| Teruel | D2 | 995 | | | | | | | | | h < 450 | h < 500 | | | | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Donostia | D1 | 5 | | | | | | | | | h < 300 | | | | h < 300 | | | |
| Valencia/València | B3 | 8 | | | | | h < 50 | | | | h < 500 | | | | h < 950 | | | h ≥ 950 |
| Madrid | D3 | 704 | | | | | | | | | | | | | h < 900 | | | h ≥ 900 |
| Vitoria/Gasteiz | D1 | 512 | | | | | | | | | | | | | | | h < 500 | h ≥ 500 |
| Zamora | D2 | 617 | | | | | | | | | | | | | h < 800 | | | h ≥ 800 |
| Zaragoza | D3 | 207 | | | | | | | | | | h < 200 | | | h < 650 | | | h ≥ 650 |
| Capital | Z.C. | Altitud | A4 | A3 | A2 | A1 | B4 | B3 | B2 | B1 | C4 | C3 | C2 | C1 | D3 | D2 | D1 | E1 |

- El uso diario de ACS del edificio se obtiene con las tablas del DB SI 3 y del DB HE 4 que se muestran a continuación, que reflejan los valores de la densidad de ocupación en edificios, y la demanda de litros por persona, respectivamente.

La densidad ocupacional para gimnasios se ha obtenido de la tabla 2.1 de la sección 3 del Documento Básico de Seguridad contra Incendios, en la que se estipula que, la ocupación debe ser 5 m²/ persona.

Tabla 6.2. Densidad de ocupación en edificios. Fuente: <https://www.codigotecnico.org>

| <i>Uso previsto</i> | <i>Zona, tipo de actividad</i> | <i>Ocupación (m²/persona)</i> |
|------------------------------------|---|--|
| Cualquiera | Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. | <i>Ocupación nula</i> |
| | Aseos de planta | 3 |
| <i>Residencial Vivienda</i> | Plantas de vivienda | 20 |
| <i>Residencial Público</i> | Zonas de alojamiento | 20 |
| | Salones de uso múltiple | 1 |
| | Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta | 2 |
| <i>Aparcamiento</i> ⁽²⁾ | Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. | 15 |
| | En otros casos | 40 |
| <i>Administrativo</i> | Plantas o zonas de oficinas | 10 |
| | Vestíbulos generales y zonas de uso público | 2 |
| <i>Docente</i> | Conjunto de la planta o del edificio | 10 |
| | Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc. | 5 |
| | Aulas (excepto de escuelas infantiles) | 1,5 |
| | Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas | 2 |
| <i>Hospitalario</i> | Salas de espera | 2 |
| | Zonas de hospitalización | 15 |

Sabiendo el número de personas permitida por m², se obtiene aforo máximo del polideportivo:

$$\frac{2929.76 \text{ m}^2}{5 \text{ m}^2/\text{persona}} \approx 586 \text{ personas}$$

Tabla 6.3. Demanda de ACS en litros por persona. Fuente. <https://www.codigotecnico.org>

| Criterio de demanda | Litros/día-unidad | unidad |
|-------------------------------|-------------------|-------------|
| Vivienda | 28 | Por persona |
| Hospitales y clínicas | 55 | Por persona |
| Ambulatorio y centro de salud | 41 | Por persona |
| Hotel ***** | 69 | Por persona |
| Hotel **** | 55 | Por persona |
| Hotel *** | 41 | Por persona |
| Hotel/hostal ** | 34 | Por persona |
| Camping | 21 | Por persona |
| Hostal/pensión * | 28 | Por persona |
| Residencia | 41 | Por persona |
| Centro penitenciario | 28 | Por persona |
| Albergue | 24 | Por persona |
| Vestuarios/Duchas colectivas | 21 | Por persona |
| Escuela sin ducha | 4 | Por persona |
| Escuela con ducha | 21 | Por persona |
| Cuarteles | 28 | Por persona |
| Fábricas y talleres | 21 | Por persona |
| Oficinas | 2 | Por persona |
| Gimnasios | 21 | Por persona |
| Restaurantes | 8 | Por persona |
| Cafeterías | 1 | Por persona |

A continuación, mediante la tabla 4.1 del DB HE 4, se sabe que el consumo diario por persona es de 21 litros de agua. Con ello, se obtiene que el consumo diario de agua total es de 12.306 litros.

- El valor recomendado en cuanto a renovaciones de aire, tanto en CE3X, como en Lider – Calener, es de 0.6 renovaciones/hora.

A partir de la tabla 4 del IDA 3 del RITE, se obtiene el caudal mínimo del aire exterior de ventilación:

Tabla 6.4. Caudal mínimo de aire exterior. Fuente. <http://www.minetad.gob.es>

| Categoría | dm ³ /s por persona |
|-----------|--------------------------------|
| IDA 1 | 20 |
| IDA 2 | 12.5 |
| IDA 3 | 8 |
| IDA 4 | 5 |

$$8 \text{ dm}^3/\text{s} = 28.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$28.8 \text{ m}^3/\text{h} \times 586 \text{ personas} = 16876.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$2929.76 \text{ m}^2 \times 3.5 \text{ m de altura de las plantas del edificio} = 10254.16 \text{ m}^3$$

$$\text{ren/h} = \frac{16876.8 \text{ m}^3/\text{h}}{10254.16 \text{ m}^3} = 1.64 \text{ ren/h}$$

Se comprueba que la diferencia entre el valor calculado y el recomendado es sustancial, lo que influye considerablemente en los resultados obtenidos.

- La iluminación del polideportivo debe de ser común para ambos programas, pero como CE3X es una herramienta simplificada, no permite la introducción de luminarias por espacios, ya que se define el edificio globalmente. Por ello, las características de la iluminación se comentan en los detalles constructivos de cada uno de ellos.

6.2. CÁLCULO DE LA ETIQUETA DE EFICIENCIA

6.2.1. PROGRAMA CE3X

DETALLES CONSTRUCTIVOS

- CERRAMIENTOS

Debido a las limitaciones del programa, se ha considerado que el edificio está formado por dos plantas, ya que el programa considera únicamente las plantas habitables del mismo.

Se han definido dos tipos de cerramientos genéricos para la estructura del edificio, la fachada y la cubierta.

Tanto para el suelo como para las particiones interiores del inmueble, la única característica definida es la transmitancia térmica ($U=0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$), ya que el programa no tiene la opción de incluir un cerramiento creado mediante la librería de materiales.

De acuerdo con la librería de materiales del CE3X, cada uno de los cerramientos del edificio se ha caracterizado como se muestra a continuación (Figuras 6.4 y 6.5):

- Fachada

| Material | Grupo | R (m ² K/...) | Espesor ... | λ (W/mK) | ρ (kg/m ³) | Cp (J/kgK) |
|--|----------------------|--------------------------|-------------|------------------|-----------------------------|------------|
| Basalto [2700 < d < 3000] | Pétreos y suelos | 0.006 | 0.02 | 3.5 | 2850 | 1000 |
| Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | Fábricas de ladrillo | 0.394 | 0.170 | 0.432 | 930 | 1000 |
| Enlucido de yeso d < 1000 | Enlucidos | 0.037 | 0.015 | 0.4 | 900 | 1000 |
| MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] | Aislantes | 2.581 | 0.08 | 0.031 | 40 | 1000 |
| Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm | Cámaras de aire | 0.19 | - | - | - | - |
| Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm | Cámaras de aire | 0.15 | - | - | - | - |
| Yeso, baja dureza d < 600 | Yesos | 0.072 | 0.013 | 0.18 | 500 | 1000 |
| Basalto [2700 < d < 3000] | Pétreos y suelos | 0.006 | 0.02 | 3.5 | 2850 | 1000 |

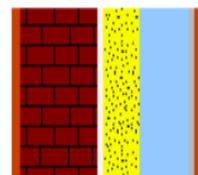


Figura 6.3. Especificaciones de la fachada. Fuente. Programa CE3X

- Cubierta

| Material | Grupo | R (m2 K/...) | Espesor ... | λ (W/mK) | ρ (kg/m3) | C_p (J/kgK) |
|--|----------------------|--------------|-------------|------------------|----------------|---------------|
| FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 400 mm | Forjados reticulares | 0.0 | 0.29 | 1936 | 1480 | 1000 |
| Espuma de poliuretano [PU] | Sellantes | 0.8 | 0.04 | 0.05 | 70 | 1500 |
| Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$ | Morteros | 0.036 | 0.02 | 0.55 | 1125 | 1000 |
| Poliétileno baja densidad [LDPE] | Plásticos | 0.03 | 0.010 | 0.33 | 920 | 2200 |
| Asfalto | Bituminosos | 0.007 | 0.005 | 0.7 | 2100 | 1000 |

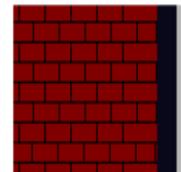


Figura 6.4. Especificaciones de la cubierta. Fuente. Programa CE3X

En cada una de las partes de la fachada, se han definido las ventanas y puertas de acuerdo a especificaciones. Las características generales son las siguientes:

- Ventanas

- Carpintería metálica, con rotura de puente térmico.
- Color del marco blanco medio, que supone una absortividad de un 0.2.
- Fracción del marco de un 20%.
- Vidrio doble sin persianas.
- Permeabilidad del aire de $1.9 \text{ m}^3/\text{h.m.}$

- Puertas

- Carpintería de madera blanda.
- Color del marco blanco medio, que supone una absortividad de un 0.2.
- Fracción del marco de un 20%.
- Vidrio doble.
- Permeabilidad del aire de $1.9 \text{ m}^3/\text{h.m.}$

LUMINARIAS

Por defecto, el programa considera que únicamente existe una tipología de iluminación para todo el edificio. Por ello, y de acuerdo con la Tabla 6.5 (tabla 5.6 de la normativa UNE EN 12464.1:2003), se considera que la iluminación media horizontal del polideportivo es de 300 luxes.

Tabla 6.5. Iluminancia media horizontal. Fuente. <https://enerfigente.files.wordpress.com>

| 6.1 Jardines de infancia, guarderías | | | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|------------------|----------------|---|
| Nº ref. | Tipo de interior, tarea y actividad | \bar{E}_m lux | UGR _L | R _a | Observaciones |
| 6.1.1 | Sala de juegos | 300 | 19 | 80 | |
| 6.1.2 | Guardería | 300 | 19 | 80 | |
| 6.1.3 | Sala de manualidades | 300 | 19 | 80 | |
| 6.2 Edificios educativos | | | | | |
| Nº ref. | Tipo de interior, tarea y actividad | \bar{E}_m lux | UGR _L | R _a | Observaciones |
| 6.2.1 | Aulas, aulas de tutoría | 300 | 19 | 80 | La iluminación debería ser controlable |
| 6.2.2 | Aulas para clases nocturnas y educación de adultos | 500 | 19 | 80 | La iluminación debería ser controlable |
| 6.2.3 | Sala de lectura | 500 | 19 | 80 | La iluminación debería ser controlable |
| 6.2.4 | Pizarra | 500 | 19 | 80 | Evitar reflexiones especulares |
| 6.2.5 | Mesa de demostraciones | 500 | 19 | 80 | En salas de lectura 750 lux |
| 6.2.6 | Aulas de arte | 500 | 19 | 80 | |
| 6.2.7 | Aulas de arte en escuelas de arte | 750 | 19 | 90 | T _{CP} ≥ 5 000 K |
| 6.2.8 | Aulas de dibujo técnico | 750 | 16 | 80 | |
| 6.2.9 | Aulas de prácticas y laboratorios | 500 | 19 | 80 | |
| 6.2.10 | Aulas de manualidades | 500 | 19 | 80 | |
| 6.2.11 | Talleres de enseñanza | 500 | 19 | 80 | |
| 6.2.12 | Aulas de prácticas de música | 300 | 19 | 80 | |
| 6.2.13 | Aulas de prácticas de informática | 300 | 19 | 80 | Trabajo con EPV: véase el apartado 4.11 |
| 6.2.14 | Laboratorio de lenguas | 300 | 19 | 80 | |
| 6.2.15 | Aulas de preparación y talleres | 500 | 22 | 80 | |
| 6.2.16 | Halls de entrada | 200 | 22 | 80 | |
| 6.2.17 | Áreas de circulación, pasillos | 100 | 25 | 80 | |
| 6.2.18 | Escaleras | 150 | 25 | 80 | |
| 6.2.19 | Aulas comunes de estudio y aulas de reunión | 200 | 22 | 80 | |
| 6.2.20 | Salas de profesores | 300 | 19 | 80 | |
| 6.2.21 | Biblioteca: estanterías | 200 | 19 | 80 | |
| 6.2.22 | Biblioteca: salas de lectura | 500 | 19 | 80 | |
| 6.2.23 | Almacenes de material de profesores | 100 | 25 | 80 | |
| 6.2.24 | Salas de deportes, gimnasios, piscinas (uso general) | 300 | 22 | 80 | Para actividades más específicas, se deben usar los requisitos de la Norma EN 12193 |
| 6.2.25 | Cantinas escolares | 200 | 22 | 80 | |
| 6.2.26 | Cocina | 500 | 22 | 80 | |

Para actividades más específicas hay que revisar la norma UNE EN 12193. Según la tabla 1 de la misma, el espacio deportivo se considera un espacio de entrenamiento. (Tabla 6.6)

Tabla 6.6. Clase de alumbrado según el nivel competitivo. Fuente. <http://www.renew-tech-consult.com>

| Nivel de competición | Clase de alumbrado | | |
|--|--------------------|----|-----|
| | I | II | III |
| Internacional y nacional | * | | |
| Regional | * | * | |
| Local | * | * | * |
| Entrenamiento | | * | * |
| Recreativo/deportes escolares (Educación física) | | | * |

Entre la clase de alumbrado II y la clase III, la única diferencia radica en el número de espectadores en caso de realizarse algún tipo de competición en el polideportivo.

Se ha considerado que la finalidad del polideportivo es la gimnasia, por lo que según la tabla A.3 y la clase de alumbrado de la tabla 1 de la norma EN 12193, la iluminancia media horizontal es de 200 o 300 luxes según la clase de alumbrado, corroborándose así los luxes especificados en la UNE EN 12464.1:2003. (Tabla 6.7)

Tabla 6.7. Iluminancia media horizontal según la actividad desarrollada. Fuente. <http://www.renew-tech-consult.com>

| Interior | | | Área de referencia | | Números de puntos de cuadrícula | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|------------|
| | | | Longitud m | Anchura m | Longitud | Anchura |
| Aerobic | | | - | - | - | - |
| Atletismo (véase nota 1) | Pista 200 m Campo | PA: TA: | 50 85 a 93 | 4,9 a 9,8 30 a 42 | 17 19 | 3 7 a 9 |
| Baile | | | - | - | - | - |
| Equitación | Salto Doma | PA: TA: | 60 70 | 40 30 | 17 19 | 11 9 |
| Escalada de pared | | | - | - | - | - |
| Gimnasia | | | PA: | 30 a 52 | 22,5 a 25 | 15 a 17 |
| Gimnasia Rítmica | | | PA (mín.) | 14 | 14 | 11 |
| Patinaje sobre ruedas | | | PA: | 40 | 20 | 15 |
| Patinaje de velocidad | Pista corta 400 m | PA: | 50 | 6 | 17 | 3 |
| | | PA: | 100 | 8 | 21 | 3 |
| Clase | Iluminancia horizontal | | Iluminancia vertical | | Índice de rendimiento de color | |
| | E_{med} lux | E_{min} / E_{med} | E_{med} lux | E_{min} / E_{med} | | |
| I | 500 | 0,7 | 500 | 0,7 | 60 | |
| II | 300 | 0,6 | 300 | 0,6 | 60 | |
| III | 200 | 0,5 | 200 | 0,5 | 20 | |

NOTA 1 – El deslumbramiento no puede ser cuantificado. Puede, sin embargo, ser controlado por una colocación cuidadosa de las luminarias, por ejemplo por encima del área de salto con pértiga. La iluminancia vertical en la línea de meta debería ser de 1 000 lux para equipo de foto-finish y jueces.

- **ACS Y CLIMATIZACIÓN**

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Se ha definido un sistema de calefacción y refrigeración con un generador de bomba de calor mediante gas natural.

EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO

Se incluye como instalación del polideportivo un sistema de aire primario con un caudal de ventilación de 10 m³/h según las especificaciones de la memoria técnica del polideportivo de Malilla.

AGUA CALIENTE SANITARIA:

Como generador para el ACS, se ha definido una caldera de condensación que funciona con gas natural, con una potencia de 250 kW y un rendimiento de un 98%.

Con todos los cerramientos e instalaciones definidas, se ha obtenido la calificación energética del edificio. (Figura 6.6)

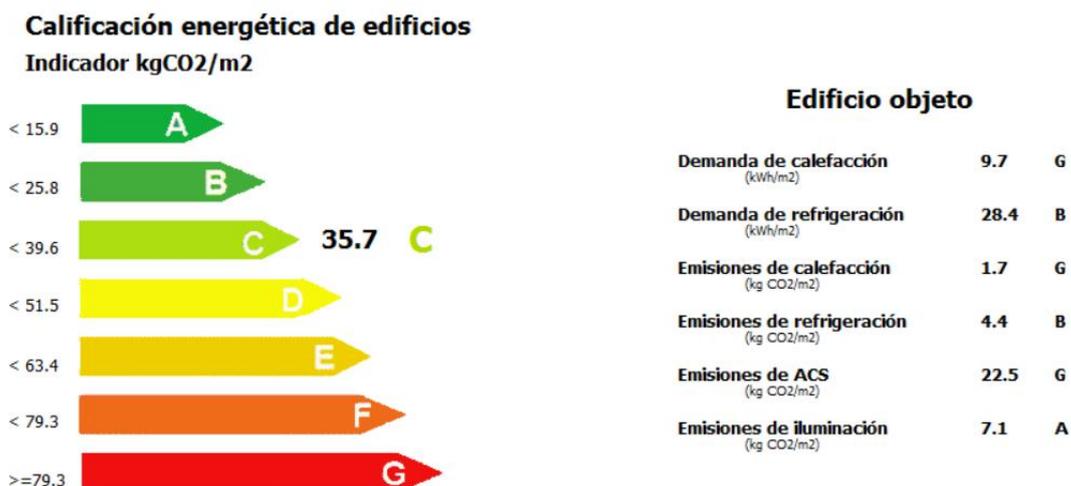


Figura 6.5. Calificación energética del polideportivo. Fuente. Programa CE3X

Tras la calificación energética, se pueden caracterizar las mejoras que se consideren oportunas, y teniendo en cuenta los precios estipulados del tipo de energía utilizada, realizar una valoración económica, indicando el coste total de las mejoras propuestas, y el periodo de amortización de las mismas. Estos aspectos se analizan en el apartado 7 de la memoria, "Propuesta de mejoras".

6.2.2. PROGRAMA LIDER - CALENER

- **DETALLES CONSTRUCTIVOS**

CERRAMIENTOS

La metodología que se ha seguido para el diseño del edificio objeto, ha sido la introducción de los espacios del mismo por puntos. (Figura 6.7)

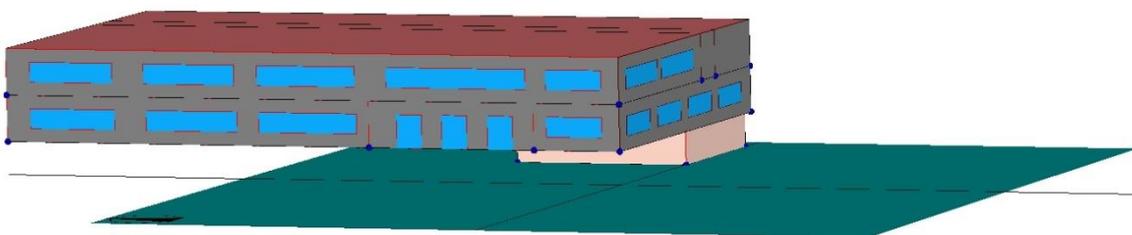


Figura 6.6. Diseño del polideportivo con Lider – Calener. Fuente. Programa Lider - Calener

Se han definido en el modelo tres plantas en el polideportivo:

- Sótano o planta bajo rasante. Las paredes se han definido como parte de la fachada.
- Primera planta, donde las paredes que dan al exterior se caracterizan como fachada.
- Segunda planta, donde las paredes que dan al exterior se definen como fachada.

La separación entre los diferentes espacios se ha configurado como particiones interiores y la separación entre las plantas y la cubierta del edificio, como forjados.

De acuerdo a la librería de materiales del Lider – Calener, cada una de las paredes del edificio se ha caracterizado como se muestra a continuación. (Figuras 6.8, 6.9 y 6.10)

- **Fachada**

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Basalto [2700 < d < 3000] | 0,020 | 3,500 | 2850 | 1000 | |
| 2 | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,080 | 0,432 | 930 | 1000 | |
| 3 | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,090 | 0,432 | 930 | 1000 | |
| 4 | Enlucido de yeso d < 1000 | 0,015 | 0,400 | 900 | 1000 | |
| 5 | MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] | 0,050 | 0,031 | 40 | 1000 | |
| 6 | MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] | 0,030 | 0,031 | 40 | 1000 | |
| 7 | Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm | | | | | 0,190 |
| 8 | Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm | | | | | 0,150 |
| 9 | Yeso baja dureza d < 600 | 0,013 | 0,180 | 500 | 1000 | |
| 10 | Basalto [2700 < d < 3000] | 0,020 | 3,500 | 2850 | 1000 | |

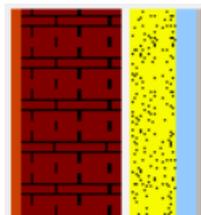


Figura 6.7. Especificaciones de la fachada. Fuente. Programa Lider - Calener

- Particiones interiores

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Yeso baja dureza d < 600 | 0,015 | 0,180 | 500 | 1000 | |
| 2 | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,060 | 0,432 | 930 | 1000 | |
| 3 | Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] | 0,060 | 0,432 | 930 | 1000 | |
| 4 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,015 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 5 | MW Lana mineral [0.05 W/[mK]] | 0,050 | 0,050 | 40 | 1000 | |
| 6 | Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm | | | | | 0,180 |
| 7 | Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm | | | | | 0,170 |
| 8 | Yeso baja dureza d < 600 | 0,030 | 0,180 | 500 | 1000 | |

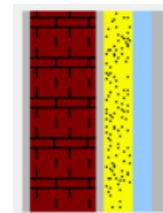


Figura 6.8. Especificaciones de las particiones interiores. Fuente. Programa Lider - Calener

- Forjados

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | FR entrevigado de hormigón d < 1200 con | 0,290 | 1,905 | 1115 | 1000 | |
| 2 | Espuma de poliuretano [PU] | 0,040 | 0,050 | 70 | 1500 | |
| 3 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,035 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 4 | Poliétileno baja densidad [LDPE] | 0,010 | 0,330 | 920 | 2200 | |
| 5 | Asfalto | 0,005 | 0,700 | 2100 | 1000 | |

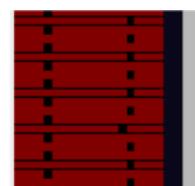


Figura 6.9. Especificaciones de los forjados. Fuente. Programa Lider - Calener

Para las puertas y ventanas del edificio, se ha tomado la misma tipología de cristal y marco que en el caso del programa anterior:

- Vidrio doble en posición vertical, con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm.
- Retranqueo de 20 cm.
- Fracción de marco de un 20%.
- Permeabilidad al aire de 1,9 m³/h.m

Cada uno de los espacios definidos en un edificio, puede considerarse habitable o no habitable. En el caso de los espacios habitables, puede diferenciarse, además, si es un espacio acondicionado o no acondicionado. Con ello, las diferentes estancias del polideportivo se han categorizado como sigue:

- Sótano: se considera un espacio no habitable.
- Planta baja: en ella se han definido cuatro espacios diferenciados.
 - o Zona de oficinas: espacio acondicionado.
 - o Pasillo: espacio no acondicionado.
 - o Sala polivalente: espacio acondicionado.
 - o Vestuarios: espacio no acondicionado.
- Primera planta.
 - o Pasillo: espacio no acondicionado.
 - o Sala de musculación: espacio acondicionado.
 - o Vestuarios: espacio no acondicionado.

Tras la definición de los detalles constructivos, se ha realizado el cálculo del DB HE1, el cual indica que el edificio diseñado cumple con los requisitos mínimos de bienestar térmico. (Figura 6.11)

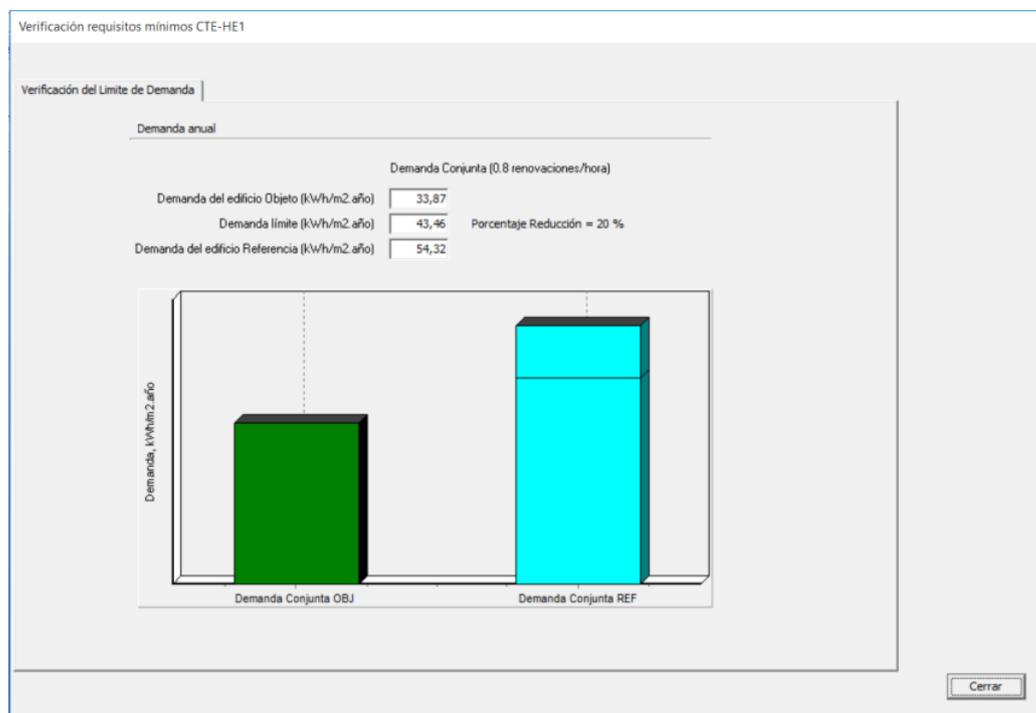


Figura 6.10. Cumplimiento de los requisitos del DB HE 1. Fuente. Programa Lider - Calener

Mediante este cálculo, se comprueba que el edificio cumple con los requisitos del Código Técnico de la Edificación en cuestión de habitabilidad, ya que la demanda límite de energía está fijada en 43,46 kWh/m²año, siendo la del edificio caso de estudio de 33,87 kWh/m²año.

LUMINARIAS

En la Tabla 6.8 (tabla 2.1 del CTE DB - HE 3), se muestran los Valores límite de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) para cada uno de los espacios definidos.

Tabla 6.8. Valores límite de eficiencia energética de la instalación. Fuente. <https://www.codigotecnico.org>

| Zonas de actividad diferenciada | VEEI límite |
|---|-------------|
| administrativo en general | 3,0 |
| andenes de estaciones de transporte | 3,0 |
| pabellones de exposición o ferias | 3,0 |
| salas de diagnóstico ⁽¹⁾ | 3,5 |
| aulas y laboratorios ⁽²⁾ | 3,5 |
| habitaciones de hospital ⁽³⁾ | 4,0 |
| recintos interiores no descritos en este listado | 4,0 |
| zonas comunes ⁽⁴⁾ | 4,0 |
| almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas | 4,0 |
| aparcamientos | 4,0 |
| espacios deportivos ⁽⁵⁾ | 4,0 |
| estaciones de transporte ⁽⁶⁾ | 5,0 |
| supermercados, hipermercados y grandes almacenes | 5,0 |
| bibliotecas, museos y galerías de arte | 5,0 |
| zonas comunes en edificios no residenciales | 6,0 |
| centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾ | 6,0 |
| hostelería y restauración ⁽⁸⁾ | 8,0 |
| religioso en general | 8,0 |
| salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾ | 8,0 |
| tiendas y pequeño comercio | 8,0 |
| habitaciones de hoteles, hostales, etc. | 10,0 |
| locales con nivel de iluminación superior a 600lux | 2,5 |

La expresión (1) indica que, la potencia de iluminación instalada en los diferentes espacios del edificio, no puede ser mayor que los valores límite definidos en el DB – HE 3.

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (1)$$

donde:

- P: potencia de la lámpara y el equipo auxiliar.
- S: superficie iluminada.
- E_m: iluminancia media horizontal mantenida.

Tabla 6.9. Iluminancia media horizontal según los espacios del polideportivo. Fuente. Elaboración propia

| | VEEI límite | E _m ¹ (lux) | P/S (W/m ²) |
|----------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Oficinas | 3 | 300 | 9 |
| Vestuarios | 4 | 300 | 12 |
| Salas de musculación | 4 | 300 | 12 |
| Pasillos | 4 | 100 | 4 |

Mediante los Valores límite de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) y la iluminancia media horizontal, se obtiene la potencia de iluminación en función de la superficie de cada una de las zonas.

- **ACS Y CLIMATIZACIÓN**

SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Para cada uno de los espacios acondicionados, se define un sistema de climatización, pero con las mismas características técnicas. Es decir, tanto para la sala polivalente, sala de musculación y oficinas, se consideran sistemas de climatización multizona con un caudal de aire de ventilación de 10 m³/h según las especificaciones de la memoria técnica del polideportivo.

AGUA CALIENTE SANITARIA

Se ha definido un único sistema de ACS, que funciona mediante una caldera de condensación, con una capacidad de 250 kW y un rendimiento del 98%, con gas natural.

Una vez definidas las características del ACS y de la climatización del edificio, se calcula la eficiencia energética del edificio. (Figura 6.12)

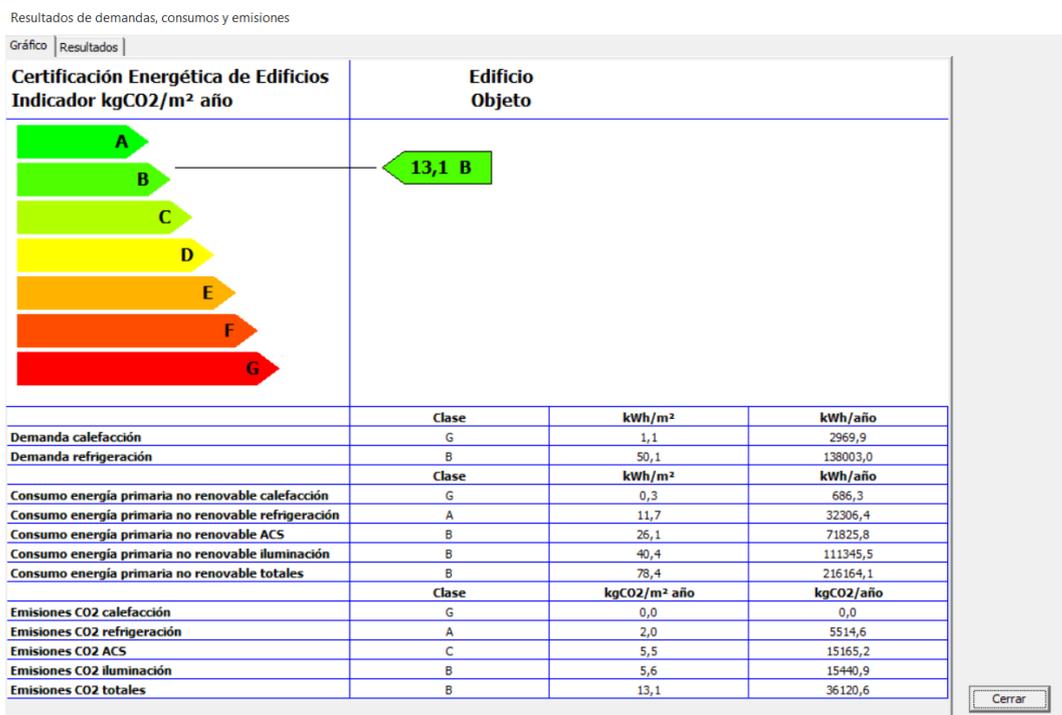


Figura 6.11. Calificación energética del polideportivo. Fuente. Programa Lider - Calener

Por último, se verifica el DB HE 0, con el que se comprueba el cumplimiento del edificio en cuanto a la limitación del consumo energético. (Figura 6.13)

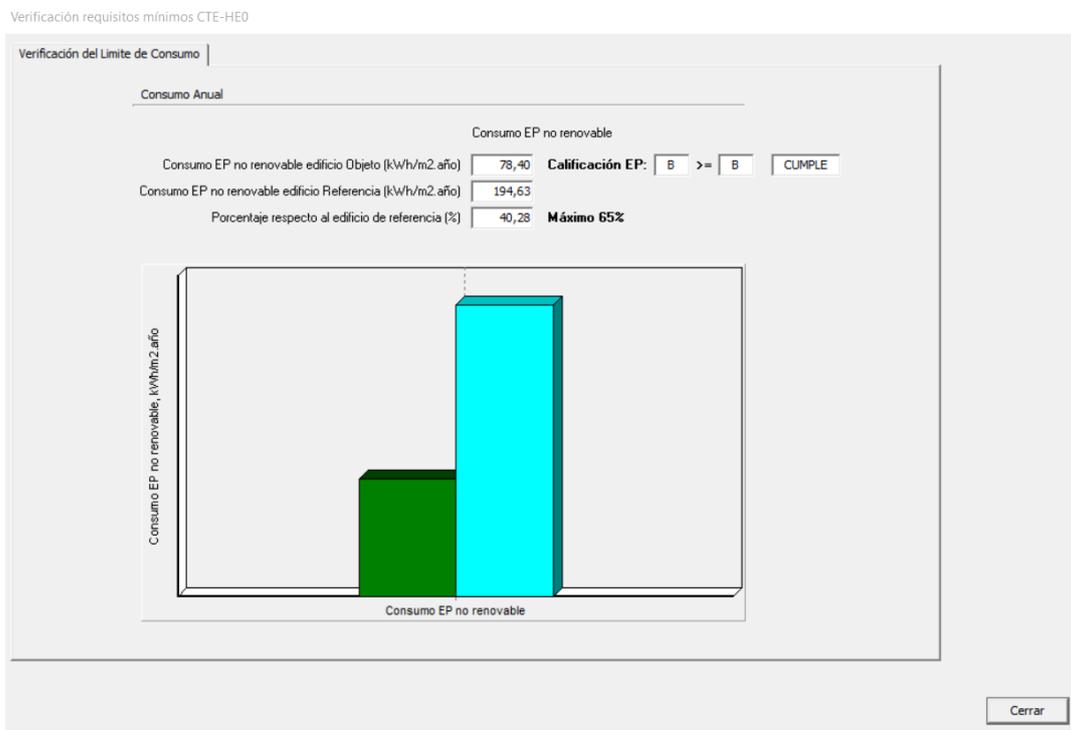


Figura 6.12. Cumplimiento de los requisitos del DB HE 0. Fuente. Programa Lider - Calener

Tras la obtención de las etiquetas de certificación energética mediante los dos programas utilizados, CE3X y Lider – Calener, se puede observar que existe una diferencia considerable entre los resultados obtenidos:

- CE3X: Indicador global 35.7 C
- Lider - Calener: Indicador global 13.1 B

Tal y como se ha comentado en el apartado 5 del TFG, CE3X es una herramienta de certificación simplificada, mientras que Lider – Calener es la herramienta unificada del Lider (permite la verificación del CTE), y del Calener – GT (determina el nivel de eficiencia de un edificio), por lo que el grado de detalle de los datos a introducir en éste es mayor y, por tanto, presenta una fiabilidad superior a los resultados obtenidos con CE3X.

7. PROPUESTAS DE MEJORAS

Las propuestas de mejora consideradas para la mejora de la certificación energética del polideportivo, son las siguientes:

- Instalación de captadores solares para ACS.
- Instalación fotovoltaica en la cubierta del edificio.
- Cambio de lámparas incandescentes halógenas a lámparas Led.

7.1. CAPTADORES SOLARES PARA ACS

La primera propuesta de mejora considerada para el TFG es la inclusión de captadores solares con los que satisfacer las necesidades de ACS mediante energías renovables. De acuerdo con la Tabla 7.1 (tabla 2.1 del DB HE 4), que hace referencia a la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, el porcentaje mínimo que debe ser suministrado mediante energía solar, debe ser de un 70%, ya que el polideportivo está situado en la zona climática IV con un consumo de ACS de 12306 l/día:

Tabla 7.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %. Fuente: <https://www.codigotecnico.org>

| Demanda total de ACS del edificio (l/d) | Zona climática | | | | |
|---|----------------|----|-----|----|----|
| | I | II | III | IV | V |
| 50 – 5.000 | 30 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 5.000 – 10.000 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| > 10.000 | 30 | 50 | 60 | 70 | 70 |

Mediante la herramienta de cálculo de captadores solares de Bax, se obtiene la cantidad de captadores solares necesarios. Se calcula la energía mínima necesaria por mes y el aporte por captadores solares para poder satisfacer las condiciones del DB HE 4. En primer lugar, los datos a introducir en dicha herramienta son los siguientes:

- Localización del polideportivo: Valencia, zona climática IV y 8 msnm.
- Tipo de instalación: ACS.
- Tipo edificio: Gimnasio.
- Tipo de generador: Caldera de gas y acumulador externo.
- Número de personas: 586 personas.
- Temperatura de acumulación: 60 °C.
- Litros por personas: 21 litros.

Tras la introducción de los datos de partida en la herramienta, se obtienen mensualmente los siguientes resultados: temperatura media ambiente, temperatura media de agua de red, radiación horizontal y radiación por inclinación. Los datos de radiación solar corresponden a los proporcionados por el Atlas de radiación solar en España, mientras que los de temperatura del medio ambiente y de temperatura de agua de red se obtienen de las tablas publicadas por las UNE 94003 y UNE 94002 respectivamente.

Tabla 7.2. Temperaturas medias y radiación de la instalación. Fuente. Herramienta Baxi

| MESES | Tª media ambiente [°C] | Tª media agua red [°C] | Rad. horiz. [kJ/m2/día]: | Rad. inclin. [kJ/m2/día]: |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| ENE | 10,4 | 10 | 9.100 | 17.071 |
| FEB | 11,4 | 11 | 12.200 | 18.858 |
| MAR | 12,6 | 12 | 16.800 | 21.294 |
| ABR | 14,5 | 13 | 21.900 | 22.642 |
| MAY | 17,4 | 15 | 24.400 | 21.908 |
| JUN | 21,1 | 17 | 26.900 | 22.597 |
| JUL | 24 | 19 | 27.600 | 23.758 |
| AGO | 24,5 | 20 | 23.800 | 23.035 |
| SEP | 22,3 | 18 | 19.000 | 22.110 |
| OCT | 18,3 | 16 | 13.600 | 16.584 |
| NOV | 13,7 | 13 | 9.600 | 16.887 |
| DIC | 10,9 | 11 | 7.700 | 14.942 |
| ANUAL | 16,8 | 14,6 | 17.717 | 20.140 |

Además, se propone una tipología de instalación solar en función de los requerimientos definidos. (Figura 7.1)

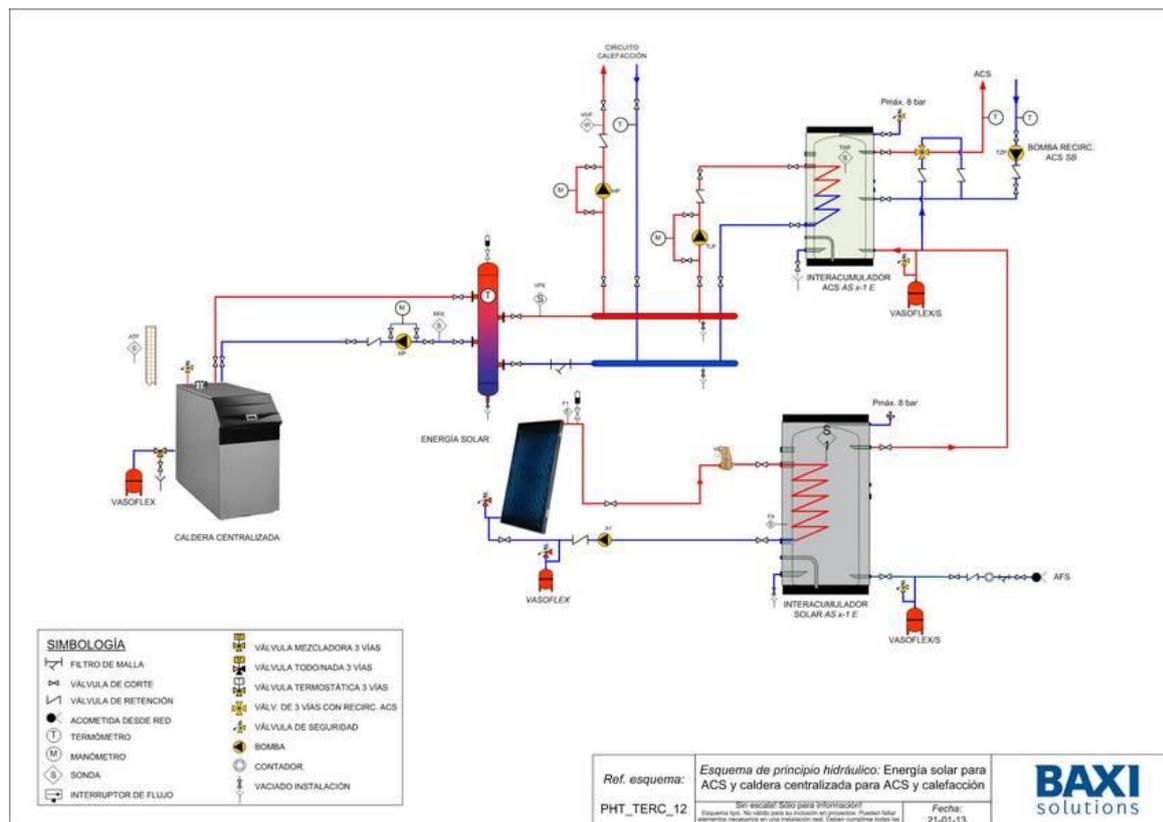


Figura 7.1. Instalación de captadores solares para ACS. Fuente. Herramienta Baxi

Posteriormente, se introduce la tipología de soporte donde se va a ubicar la instalación, y los equipos que se han considerado:

- Tipo de soporte: Cubierta plana.
- Tipo de acumulador: Con serpentín.
- Acumulador: 3 x AS 5000 - 1E
- Modelo del captador solar: AR 30
- Número de captadores solares ACS: 50 captadores modelo AR 30.
- Caldera de apoyo: Ecotherm Plus WGB 110 E
- Acumulador caldera: AS 1000 - IN E

Con la introducción de estos datos, la herramienta Baxi determina de manera mensual las necesidades de energía, el aporte de los colectores solares, las pérdidas en el acumulador y tuberías y la contribución solar térmica. (Tabla 7.3)

Tabla 7.3. Necesidades básicas del polideportivo. Fuente. Herramienta Baxi

| | Energía necesaria (kWh) | Aporte colectores solares (kWh) | Pérdidas en el acumulador (kWh) | Pérdidas en las tuberías (kWh) | Contribución solar térmica (kWh) | Contribución solar térmica (%) |
|-------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| ENE | 22.179 | 13.890 | 360 | 298 | 13.232 | 59,66 |
| FEB | 19.632 | 13.571 | 326 | 269 | 12.977 | 66,1 |
| MAR | 21.292 | 16.478 | 360 | 298 | 15.820 | 74,3 |
| ABR | 20.176 | 16.628 | 349 | 288 | 15.992 | 79,26 |
| MAY | 19.961 | 16.534 | 360 | 298 | 15.876 | 79,53 |
| JUN | 18.459 | 16.153 | 349 | 288 | 15.516 | 84,06 |
| JUL | 18.187 | 17.015 | 360 | 298 | 16.357 | 89,94 |
| AGO | 17.744 | 16.478 | 360 | 298 | 15.820 | 89,16 |
| SEP | 18.030 | 15.766 | 349 | 288 | 15.129 | 83,91 |
| OCT | 19.518 | 13.132 | 360 | 298 | 12.474 | 63,91 |
| NOV | 20.176 | 13.107 | 349 | 288 | 12.470 | 61,81 |
| DIC | 21.736 | 12.288 | 360 | 298 | 11.630 | 53,51 |
| ANUAL | 237.091 | 181.040 | 4.243 | 3.504 | 173.293 | 73,09 |

A continuación, en la Figura 7.2 se muestra, en función de la energía necesaria en cada uno de los meses, la contribución solar de los colectores solares:

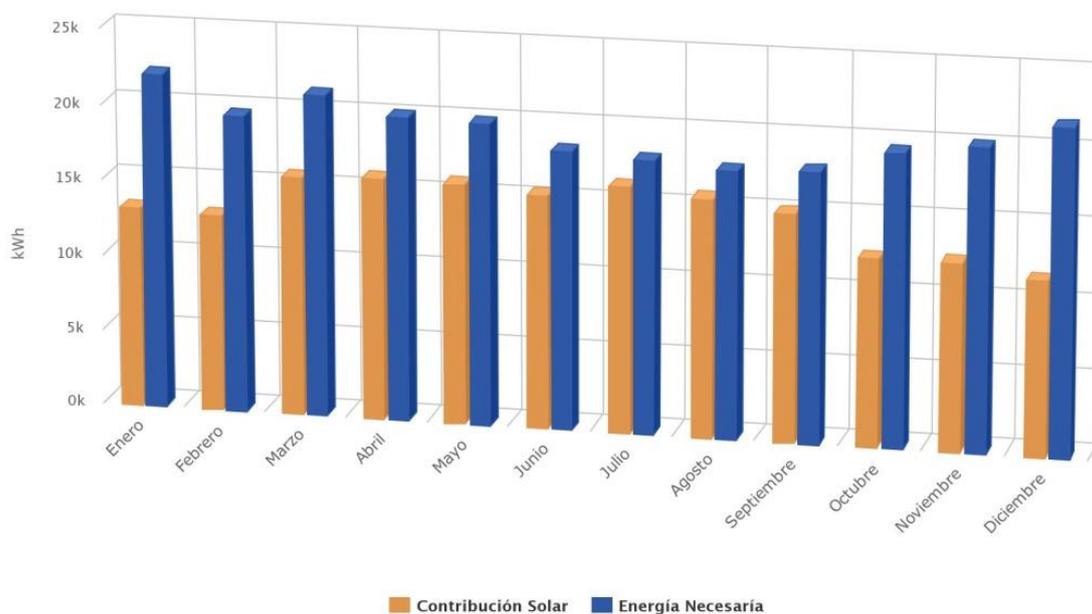


Figura 7.2. Contribución solar media mensual. Fuente. Herramienta Baxi

En resumen:

- Energía necesaria: 237.090,83 kWh
- Contribución mínima según HE4 CTE (70 %): 165.963,58 kWh
- Aporte colectores solares: 181.039,72 kWh
- Pérdidas totales: 7.747,13 kWh
- Contribución solar térmica total: 173.292,59 kWh
- Contribución solar térmica total: 73,09 %

Como se puede comprobar, la contribución solar térmica total es de un 73,09 %, por lo que, con las instalaciones introducidas en la herramienta, se cumple con la contribución solar mínima para ACS indicada en el DB HE 4.

Tras la introducción de estos resultados en el CE3X, el programa estima que la mejora total sería de un 45.1%, siendo la nueva calificación energética:

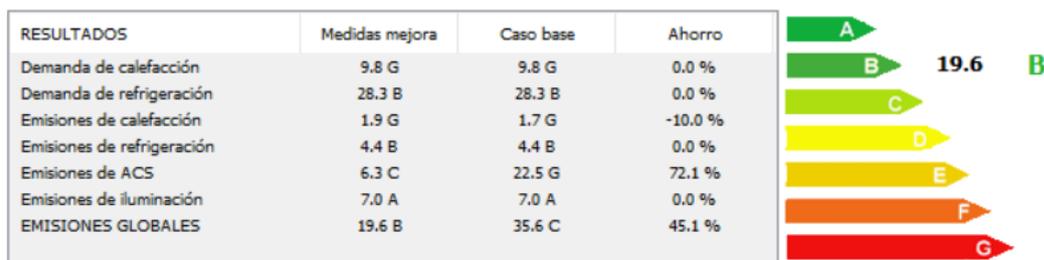


Figura 7.3. Mejora mediante captadores solares para ACS. Fuente. Programa CE3X

7.2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para reducir los consumos de electricidad, y con ello reducir emisiones a la atmósfera de CO₂, una de las propuestas es la instalación de paneles solares fotovoltaicos en la cubierta del polideportivo.

El número de paneles solares para satisfacer los consumos del centro deportivo se calculan a partir de la expresión (2):

$$\text{Número de captadores} = \frac{\text{Energía necesaria}}{\text{HSP} * \text{Rendimiento de trabajo} * \text{Potencia pico del captador}} \quad (2)$$

La obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de los paneles son los siguientes:

- Según los datos aportados por la Fundación Deportiva Municipal de Valencia, el polideportivo tiene un consumo aproximado de energía de unos 70247 kWh/año.
- La cantidad de paneles necesarios se calcula a partir del mes con menor irradiancia, satisfaciendo así cualquier consumo anual. A partir de la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), se obtienen los valores de irradiancia para la localización de nuestro polideportivo.

Tabla 7.4. Irradiancia media según la localización del polideportivo. Fuente. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>

| Month | E_d | E_m | H_d | H_m |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Jan | 3.32 | 103 | 4.21 | 131 |
| Feb | 3.99 | 112 | 5.12 | 143 |
| Mar | 4.74 | 147 | 6.21 | 193 |
| Apr | 4.84 | 145 | 6.48 | 194 |
| May | 4.98 | 154 | 6.77 | 210 |
| Jun | 5.12 | 154 | 7.05 | 212 |
| Jul | 5.19 | 161 | 7.24 | 225 |
| Aug | 4.95 | 154 | 6.91 | 214 |
| Sep | 4.53 | 136 | 6.22 | 187 |
| Oct | 4.06 | 126 | 5.47 | 170 |
| Nov | 3.44 | 103 | 4.46 | 134 |
| Dec | 3.04 | 94.2 | 3.84 | 119 |
| Yearly average | 4.35 | 132 | 5.84 | 178 |
| Total for year | | 1590 | | 2130 |

El mes de menor irradiancia es diciembre (3.84 kWh/m²), por lo que se realiza la configuración de la planta de acuerdo a dicho valor.

- Para calcular las HSP (Horas de Sol Pico), se divide la irradiancia considerada entre la radiación solar (1 kW/m²), por lo que las HSP son 3.84 h.
- El rendimiento suele tener valores de entre 0,7 y 0,8 por las posibles pérdidas por deterioramiento o ensuciamiento. Se considera un 0.75 de rendimiento para el cálculo de los paneles solares.
- Los paneles solares seleccionados para la instalación son los módulos solares de Canadian Solar, que tienen una potencia pico individual de 265 Wp.

Con los factores de la expresión (2) calculados, se obtiene que el número de paneles solares es de:

$$\frac{70247}{3.84 * 0.75 * 265} = 92 \text{ paneles solares}$$

Lo que supone:

$$\text{Potencia pico instalada} = 92 * 265 = 24.38 \text{ kWp}$$

Tras la introducción de estos resultados en CE3X, el programa estima que la mejora total sería de un 41%, siendo la nueva calificación energética:

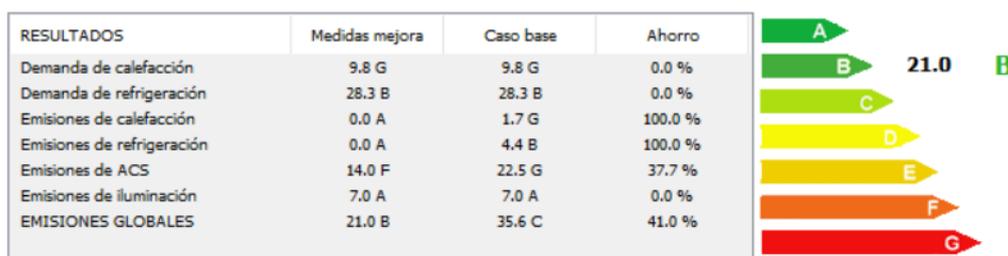


Figura 7.4. Mejora energética mediante paneles solares. Fuente. Programa CE3X

Tras la obtención del número de paneles solares fotovoltaicos necesarios para satisfacer las características del polideportivo, se comprueba que la cubierta dispone de una superficie adecuada para la instalación de dichos captadores:

$$1.638 \text{ m de largo} \times 0.982 \text{ m de ancho} = 1.61 \text{ m}^2$$

Con este área, se obtiene que el área total de los 92 módulos instalados en el polideportivo es de 148.12 m². En términos de superficie, no habría problema en instalar los paneles solares en la cubierta, ya que la superficie de ésta es de 1378,65 m².

Por el mantenimiento que debe hacerse en los paneles, se debe dejar espacio libre entre las diferentes filas de la instalación, así como tener en cuenta las distancias de las estructuras donde van instalados los módulos respecto de las cornisas del polideportivo para permitir el acceso a cualquier parte de la instalación de manera sencilla.

La instalación de los captadores se ha diseñado en dirección Sur para aprovechar las horas de sol. Ha sido estructurada en 4 filas de 23 módulos dispuestos de forma vertical. Se ha considerado una

distancia entre filas de 3 m, permitiendo el paso y mantenimiento. La distancia que ha sido considerada respecto de las cornisas de las ventanas es de 2.86 m.

Los equipos restantes de la planta, como el inversor o baterías, se instalarán en un habitáculo en la cubierta de 16 m², para protegerlos frente condiciones adversas del clima.

Con esta instalación se ha intentado optimizar el espacio de la cubierta, ocupando todo el ancho de la misma y dejando libres casi 20 metros en la parte más larga del edificio.

7.3. LUMINARIAS

La metodología para introducir las luminarias del polideportivo son diferentes en los dos programas de certificación utilizados. En CE3X únicamente se puede introducir la potencia total instalada y la iluminancia horizontal media, sin embargo, en Lider - Calener puede diferenciarse por espacios. La suma de la potencia de los espacios, es el valor introducido en la potencia total del CE3X (Potencia de 13734,67 W).

La iluminación en las condiciones iniciales del edificio es de tubos halógenos con una potencia de 36 W, que siendo dividido entre la potencia total de cada espacio da de resultado el número de luminarias de cada uno de ellos.

Tabla 7.5. Iluminancia del polideportivo. Fuente. Elaboración propia

| | W/m ² | m ² | Potencia total (W) | Número de luminarias |
|---------------------|------------------|----------------|--------------------|----------------------|
| Oficinas | 7 | 191.17 | 1338,19 | 37 |
| Pasillo | 4 | 287.87 | 1151,48 | 32 |
| Vestuarios | 5 | 538.14 | 2690,7 | 75 |
| Sala polivalente | 5 | 361.46 | 1807,3 | 50 |
| Sala de musculación | 5 | 858 | 4290 | 119 |
| Pasillo | 4 | 146.25 | 585 | 16 |
| Vestuarios | 5 | 374.4 | 1872 | 52 |

Según la tabla de equivalencias de LEDBOX Nexs, los led consumen la mitad de potencia que las luces definidas en el caso inicial, para una misma iluminancia media horizontal. Por ello, el consumo de potencia total del polideportivo pasa a ser de 6867.34 W. (Tabla

Tabla 7.6. Equivalencias entre luminarias. Fuente. <https://blog.ledbox.es>

| Luminaria convencional | Equivalente LED | Ahorro |
|--------------------------------------|--------------------|------------|
| Tubo fluorescente 60cm (18W) 21W ** | Tubo LED 60cm 8W | 50% |
| Tubo fluorescente 90cm (30W) 36W ** | Tubo LED 90cm 10W | 50% |
| Tubo fluorescente 120cm (36W) 41W ** | Tubo LED 120cm 18W | 50% |
| Tubo fluorescente 150cm (58W) 21W ** | Tubo LED 150cm 22W | 50% |

Tras la introducción de la nueva potencia consumida en el polideportivo, se puede comprobar que la reducción de las emisiones globales de CO₂ es de un 7 %, siendo el nuevo certificado energético del mismo:

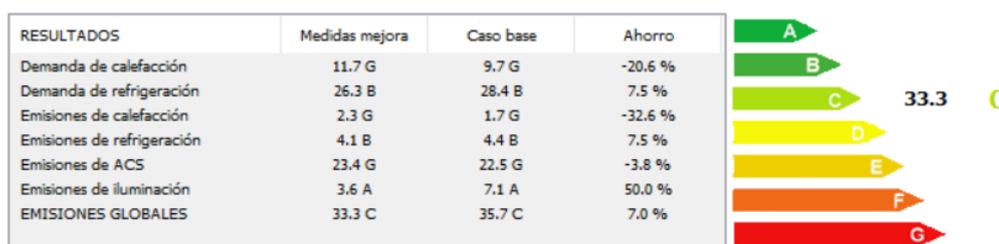


Figura 7.5. Mejora energética mediante cambio de luminarias. Fuente. Programa CE3X

7.4. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LAS PROPUESTAS

Tras la realización del presupuesto de cada una de las propuestas de mejora, se calcula el VAN (Valor Actal Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) para comprobar la viabilidad económica de dichas mejoras.

- **CAPTADORES SOLARES PARA ACS**

El presupuesto total de los captadores solares para ACS es de 270.412€. Considerando que el ahorro anual es de 10.000€, el TIR al cabo de 10 años estaría en un -13% y en 20 años en un -2. Esto supone que la instalación no tiene rentabilidad alguna hasta prácticamente agotar el periodo de garantía fijado para los equipos (25 años). Este resultado viene apoyado por el resultado obtenido tras el cálculo del VAN, cuyo valor también es negativo.

- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

Con un presupuesto total de 47.672€ para lo que supone los trabajos de la instalación fotovoltaica, y con un ahorro anual aproximado de 7.500€, se obtiene que la instalación no presentaría beneficios económicos hasta pasados cinco años desde la puesta en marcha de la planta.

El cálculo del TIR para 5 años es de un 2% y para 10, de un 11%. Por otra parte, el cálculo del valor del VAN presenta valores positivos para un periodo de 10 años habiendo sido estipulada una tasa de descuento de un 10%. El hecho de que la tasa de descuento aplicada en el VAN sea menor que la tasa obtenida con el TIR en el mismo periodo, refuerza la conclusión de que la planta es viable económicamente.

- **LUMINARIAS**

El presupuesto originado del cambio de lámparas del polideportivo es de 5.161€. Con dicho cambio, el ahorro anual es de 2.000€. Tras el cálculo del TIR, se comprueba que en un periodo máximo de dos años, se obtendrían beneficios. Sin embargo, con el VAN se comprueba que hasta el tercer año no se obtendría rentabilidad. A pesar de ello, la instalación sería económicamente rentable.

8. CONCLUSIONES

Tras el estudio de la normativa aplicable para centros deportivos, se ha realizado una comparativa entre los programas que se han utilizado para la realización del TFG, donde se han comentado la funcionalidad de cada uno de ellos, sus características, y los métodos de introducción de datos para cada uno de los elementos del edificio.

Posteriormente, se ha realizado la modelización del polideportivo con ambos programas introduciendo las características de los cerramientos y definiendo las instalaciones del mismo. Con ello, se ha obtenido la etiqueta de eficiencia energética con ambos programas. Para el programa CE3X la calificación obtenida es de 35.7 categoría C, sin embargo, con el Lider – Calener se obtiene una categoría B con una calificación de 13.1. Se trata de una diferencia sustancial, justificada por el método de introducción y nivel de detalle de los datos a introducir del polideportivo en los programas con los que se ha trabajado.

Se han realizado tres propuestas de mejoras: instalación de captadores solares para ACS, instalación fotovoltaica y cambio de las lámparas del edificio de incandescentes halógenas a led. La única que no es viable económicamente es la de la instalación de captadores solares, ya que se obtiene una TIR negativa hasta los 20 años de realización del proyecto. Por el contrario, las otras dos propuestas son viables económicamente, ya que a partir del 4 año desde la realización de las mejoras se comienzan a obtener beneficios.

9. REFERENCIAS

- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. *BOE*, septiembre 2013, núm 219, p. 68.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de ordenación de la edificación. *BOE*, 1999, p. 72.
- Documento básico de seguridad en caso de incendio. *BOE*, diciembre 2016, p. 88.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *BOE*, abril 2013, núm. 89, p. 16.
- AENOR. (2002). *Iluminación de los lugares de trabajo*. UNE-EN 12464:12003. Madrid: AENOR.
- AENOR. (1999). *Iluminación de instalaciones deportivas*. UNE-EN 12193. Madrid: AENOR.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. *BOE*, agosto 2007, núm. 207, p. 35931 a 35984.
- Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. *BOE*, noviembre 2012, núm 315, p. 1 a 56.
- *Manual del usuario del Lider-Calener*, v1.0. IDAE, 2017.
- *Manual del usuario del C3X*, 004. IDAE, 2012.
- *Manual del usuario del CHEQ4*, 4.2. IDAE, 2011.

10. ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Certificado energético con el CE3X.

Anexo II: Certificado energético con el Lider – Calener.

ANEXO I: Certificado energético con CE3X

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Nombre del edificio | Pabellón Deportivo Malilla | | |
| Dirección | c/Bernat Descoll | | |
| Municipio | Valencia | Código Postal | 46006 |
| Provincia | Valencia | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| Zona climática | B3 | Año construcción | 2013 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | C.T.E. | | |
| Referencia/s catastral/es | xxx | | |

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 | ALEJANDRO JOSÉ GINES SEGRELLES | NIF(NIE) | xxx |
| Razón social | xxx | NIF | xxx |
| Domicilio | xxx | | |
| Municipio | xxx | Código Postal | xxx |
| Provincia | Valencia | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| e-mail: | xxx | Teléfono | xxx |
| Titulación habilitante según normativa vigente | xxx | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CEXv2.1 | | |

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;">177.2 C</p> | <p style="text-align: center;">35.7 C</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: 9/6/2017

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:

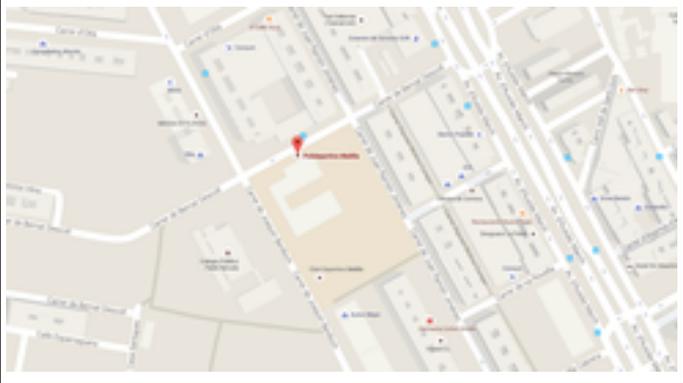
ANEXO I

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] | 2929.76 |
|---|---------|

| Imagen del edificio | Plano de situación |
|---|--|
|  |  |

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Modo de obtención |
|-----------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| PARED 1 | Fachada | 191.26 | 0.28 | Conocidas |
| PARED 2 | Fachada | 325.7 | 0.28 | Conocidas |
| PARED 3 | Fachada | 172.96 | 0.28 | Conocidas |
| PARED 4 | Fachada | 341.25 | 0.28 | Conocidas |
| CUBIERTA | Cubierta | 1378.65 | 0.99 | Conocidas |
| SUELO | Suelo | 1378.65 | 0.82 | Por defecto |
| PARED INT | Partición Interior | 772.765 | 0.82 | Por defecto |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|-----------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| VENTANA | Hueco | 6.7 | 3.44 | 0.61 | Estimado | Estimado |
| PUERTA-2 | Hueco | 5 | 2.03 | 0.40 | Conocido | Conocido |
| VENTANA-1 | Hueco | 25 | 3.44 | 0.61 | Estimado | Estimado |
| VENTANA-2 | Hueco | 10.55 | 3.44 | 0.61 | Estimado | Estimado |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional[%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-----------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y refrigeración | Bomba de Calor | | 144.2 | Gas Natural | Estimado |
| TOTALES | Calefacción | | | | |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional[%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-----------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y refrigeración | Bomba de Calor | | 162.7 | Gas Natural | Estimado |
| TOTALES | Refrigeración | | | | |

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| | |
|---|---------|
| Demanda diario de ACS a 60° (litros/día) | 12306.0 |
|---|---------|

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional[%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|----------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Equipo ACS | Caldera Condensación | 250.0 | 93.1 | Gas Natural | 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 |
|-----------------|--|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Edificio Objeto | 4.69 | 1.56 | 300.00 | Conocido |
| TOTALES | 4.69 | | | |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio | Superficie [m ²] | Perfil de uso |
|----------|------------------------------|-----------------------|
| Edificio | 2929.76 | Intensidad Alta - 16h |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|-----------------------|
| Zona climática | B3 | Uso | Intensidad Alta - 16h |
|----------------|----|-----|-----------------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|---|----------|---|--|
| | 35.7 C | | CALEFACCIÓN | |
| | <i>Emisiones calefacción</i> [kgCO ₂ /m ² año] | G | <i>Emisiones ACS</i> [kgCO ₂ /m ² año] | |
| | 1.70 | | 22.51 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Emisiones globales</i> [kgCO ₂ /m ² año] ¹ | <i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO ₂ /m ² año] | B | <i>Emisiones iluminación</i> [kgCO ₂ /m ² año] | |
| | 4.40 | | 7.13 | |

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> | 7.13 | 20876.04 |
| <i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i> | 28.61 | 83833.70 |

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 | | | |
|---|---|----------|---|--|
| | 177.2 C | | CALEFACCIÓN | |
| | <i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m ² año] | G | <i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m ² año] | |
| | 8.03 | | 106.32 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m ² año] ¹ | <i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m ² año] | A | <i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m ² año] | |
| | 20.78 | | 42.06 | |

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.

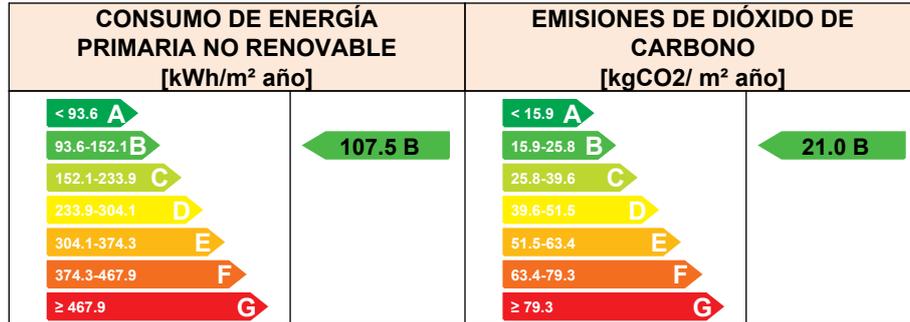
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN |
|--|--|
| | |
| | |
| <i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m ² año] | <i>Demanda de refrigeración</i> [kWh/m ² año] |

¹El 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

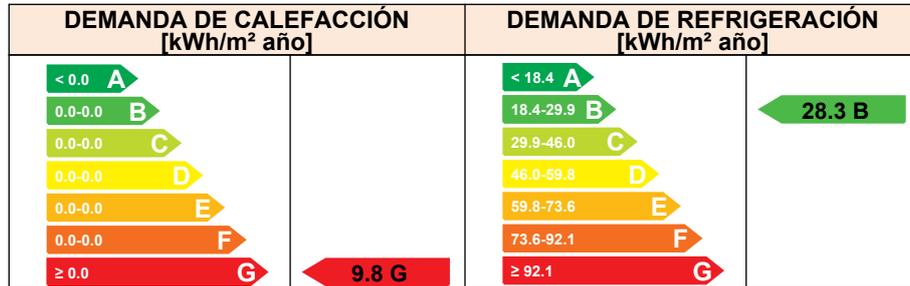
ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Placas solares

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] | 0.00 | 100.0 % | 0.00 | 100.0 % | 55.64 | 37.7 % | 21.15 | 1.7 % | 76.79 | 43.1 % |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 0.00 | A 100.0 % | 0.00 | A 100.0 % | 66.21 | E 37.7 % | 41.34 | A 1.7 % | 107.54 | B 39.3 % |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 0.00 | A 100.0 % | 0.00 | A 100.0 % | 14.02 | F 37.7 % | 7.00 | A 1.7 % | 21.02 | B 41.2 % |
| Demanda [kWh/m ² año] | 9.80 | G -0.7 % | 28.34 | B 0.3 % | | | | | | |

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)

Coste estimado de la medida

47600.0 €

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] | |
|--|---------|---|--------|
| < 93.6 A | 161.2 C | < 15.9 A | 33.3 C |
| 93.6-152.1 B | | | |
| 152.1-233.9 C | | | |
| 233.9-304.1 D | | | |
| 304.1-374.3 E | | | |
| 374.3-467.9 F | | | |
| ≥ 467.9 G | | | |

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año] | | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año] | |
|--|--------|--|--------|
| < 0.0 A | 11.7 G | < 18.4 A | 26.3 B |
| 0.0-0.0 B | | | |
| 0.0-0.0 C | | | |
| 0.0-0.0 D | | | |
| 0.0-0.0 E | | | |
| 0.0-0.0 F | | | |
| ≥ 0.0 G | | | |

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] | 8.95 | -32.6 % | 16.15 | 7.5 % | 92.73 | -3.8 % | 10.76 | 50.0 % | 128.59 | 4.8 % |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 10.65 G | -32.6 % | 19.22 A | 7.5 % | 110.35 G | -3.8 % | 21.03 A | 50.0 % | 161.24 C | 9.0 % |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 2.25 G | -32.6 % | 4.07 B | 7.5 % | 23.37 G | -3.8 % | 3.56 A | 50.0 % | 33.25 C | 7.0 % |
| Demanda [kWh/m ² año] | 11.73 G | -20.6 % | 26.27 B | 7.5 % | | | | | | |

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

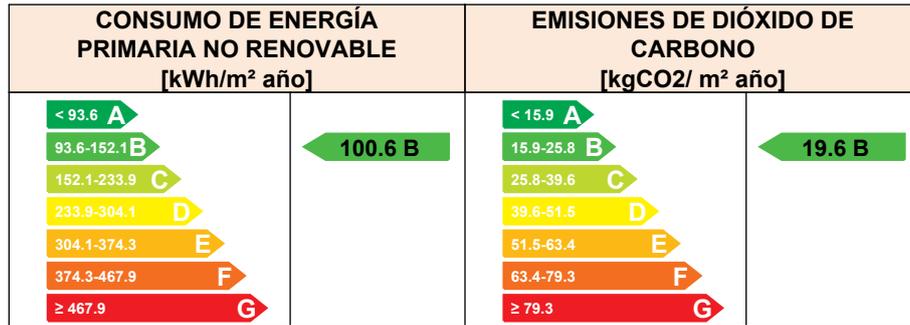
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

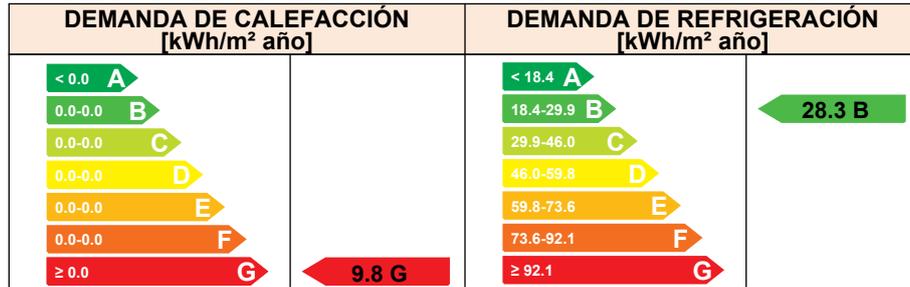
5132.0 €

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] | 7.47 | -10.8 % | 17.42 | 0.3 % | 24.95 | 72.1 % | 21.15 | 1.7 % | 71.00 | 47.4 % |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 8.89 G | -10.8 % | 20.72 A | 0.3 % | 29.69 B | 72.1 % | 41.34 A | 1.7 % | 100.65 B | 43.2 % |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 1.88 G | -10.8 % | 4.39 B | 0.3 % | 6.29 C | 72.1 % | 7.00 A | 1.7 % | 19.56 B | 45.3 % |
| Demanda [kWh/m ² año] | 9.80 G | -0.7 % | 28.34 B | 0.3 % | | | | | | |

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)

Coste estimado de la medida

270467.0 €

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 | |
|---|--|

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA REALIZADA SOBRE EL POLIDEPORTIVO DE MALILLA, SITUADO EN LA CALLE BERNAT DESCOLL 21, EN LA PROVINCIA DE VALENCIA. EL CRITERIO DE SOMBRAS NO SE HA TENIDO EN CUENTA, YA QUE LOS EDIFICIOS COLINDANTES NO AFECTABAN AL POLIDEPORTIVO DEBIDO A SU ESCASA ALTURA.

ANEXO II: Certificado energético con Lider - Calener

Estudio de eficiencia energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|---|--------------------|----------------------|
| Nombre del edificio | Certificado energético - Polideportivo de Malilla | | |
| Dirección | C/bernat descoll 21 | | |
| Municipio | Valencia | Código Postal | 46006 |
| Provincia | Valencia | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| Zona climática | B3 | Año construcción | 2006 - 2013 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | CTE HE 2006 | | |
| Referencia/s catastral/es | ninguno | | |

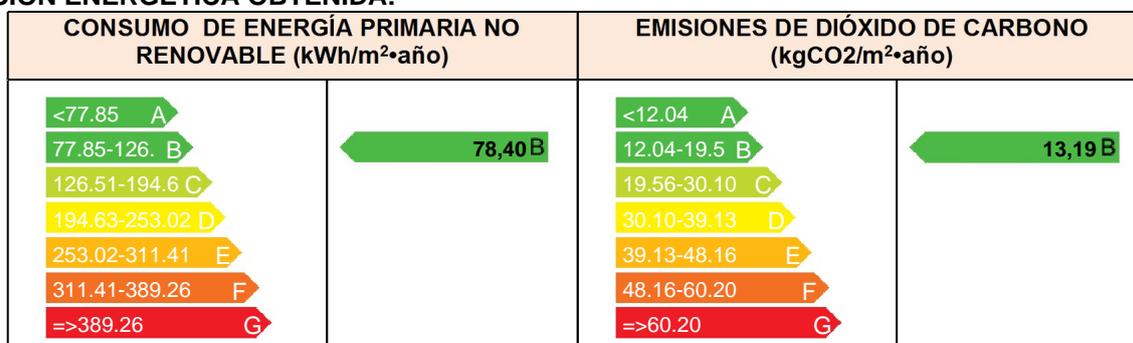
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

| | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción | <input type="checkbox"/> Edificio Existente |
| <input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual | <input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local |

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

| | | | |
|--|---|--------------------|----------------------|
| Nombre y Apellidos | Alejandro Ginés Segrelles | NIF/NIE | CIF |
| Razón social | Razón Social | NIF | - |
| Domicilio | Nombre calle - - - - - | | |
| Municipio | Valencia | Código Postal | Codigo postal |
| Provincia | Valencia | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| e-mail: | - | Teléfono | - |
| Titulación habilitante según normativa vigente | - | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016 | | |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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 11/06/2017

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 Organismo Territorial Competente:

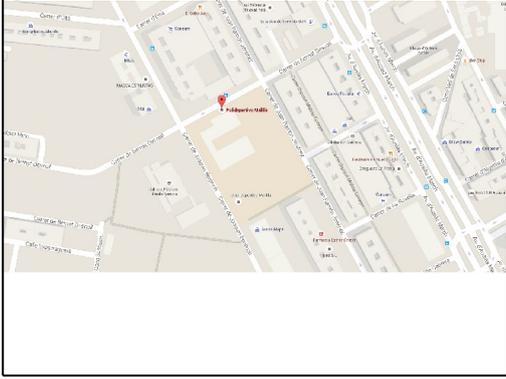
ANEXO I

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 (m ²) | 2757,30 |
|--|---------|

| 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 | Suelo | 32,18 | 0,28 | Usuario |
| fachada | Fachada | 150,71 | 0,28 | Usuario |
| fachada | Suelo | 33,50 | 0,28 | Usuario |
| fachada | Suelo | 32,18 | 0,28 | Usuario |
| fachada | Fachada | 147,61 | 0,28 | Usuario |
| fachada | Suelo | 33,50 | 0,28 | Usuario |
| fachada | Fachada | 231,27 | 0,28 | Usuario |
| Cerramiento2 | Cubierta | 1378,65 | 0,88 | Usuario |
| forjado | Suelo | 1378,65 | 0,82 | Usuario |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie (m ²) | Transmitancia (W/m ² K) | Factor Solar | Modo de obtención transmitancia | Modo de obtención factor solar |
|-----------|-------|------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|
| ventana 1 | Hueco | 47,25 | 3,04 | 0,14 | Usuario | Usuario |
| ventana 1 | Hueco | 50,35 | 3,04 | 0,14 | Usuario | Usuario |
| ventana 1 | Hueco | 94,98 | 3,04 | 0,14 | Usuario | Usuario |
| puerta | Hueco | 15,00 | 2,64 | 0,13 | Usuario | Usuario |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--------|------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| | | | | | |

Generadores de calefacción

| | | | | | |
|---|--|--------------|--------|------------------------|---------|
| SIS_EQ1_EQ_ED_AireAire_BD C-Defecto | Expansión directa aire-aire bomba de calor | 5,00 | 846,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS2_EQ2_EQ_ED_AireAire_B DC-Defecto | Expansión directa aire-aire bomba de calor | 5,00 | 846,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS3_EQ1_EQ_ED_AireAire_B DC-Defecto | Expansión directa aire-aire bomba de calor | 5,00 | 846,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| TOTALES | | 15,00 | | | |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|---|--|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| SIS_EQ1_EQ_ED_AireAire_BD C-Defecto | Expansión directa aire-aire bomba de calor | 5,00 | 835,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS2_EQ2_EQ_ED_AireAire_B DC-Defecto | Expansión directa aire-aire bomba de calor | 5,00 | 835,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| SIS3_EQ1_EQ_ED_AireAire_B DC-Defecto | Expansión directa aire-aire bomba de calor | 5,00 | 835,00 | ElectricidadPeninsular | Usuario |
| TOTALES | | 15,00 | | | |

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| | |
|---|----------|
| Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día) | 12306,00 |
|---|----------|

| Nombre | Tipo | Potencia nominal (kW) | Rendimiento Estacional (%) | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| SIS2_EQ2_EQ_Caldera-Conde nsacion-Defecto | Caldera eléctrica o de combustible | 250,00 | 98,00 | GasNatural | Usuario |

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

| Nombre del espacio | Potencia instalada (W/m ²) | VEEI (W/m ² 100lux) | Iluminancia media (lux) |
|--------------------|--|--------------------------------|-------------------------|
| P01_E01 | 10,00 | 7,00 | 0,00 |
| P02_E02 | 7,00 | 2,30 | 326,09 |
| P02_E03 | 4,00 | 1,30 | 115,38 |
| P02_E04 | 5,00 | 1,60 | 93,75 |
| P02_E05 | 5,00 | 1,60 | 468,75 |
| P03_E06 | 5,00 | 1,60 | 468,75 |
| P03_E07 | 4,00 | 1,30 | 115,38 |
| P03_E08 | 5,00 | 1,60 | 93,75 |
| TOTALES | 45 | | |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

| Espacio | Superficie (m ²) | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|------------------------|
| P01_E01 | 172,46 | perfildeusuario |
| P02_E02 | 191,17 | noresidencial-16h-alta |
| P02_E03 | 269,99 | noresidencial-8h-baja |
| P02_E04 | 556,03 | noresidencial-8h-baja |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

| Espacio | Superficie (m ²) | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|------------------------|
| P02_E05 | 361,46 | noresidencial-16h-alta |
| P03_E06 | 858,00 | noresidencial-16h-alta |
| P03_E07 | 146,25 | noresidencial-8h-baja |
| P03_E08 | 374,40 | noresidencial-8h-baja |

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

| Nombre | Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%) | | | Demanda de ACS cubierta (%) |
|-----------------------|---|---------------|----------|-----------------------------|
| | Calefacción | Refrigeración | ACS | |
| Sistema solar térmico | - | - | - | 75,00 |
| TOTALES | 0 | 0 | 0 | 75,00 |

Eléctrica

| Nombre | Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año) |
|--------------------|--|
| Panel fotovoltaico | 0,00 |
| TOTALES | 0 |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|-----------------------|----|------------|--------------------------------|
| Zona climática | B3 | Uso | CertificacionVerificacionNuevo |
|-----------------------|----|------------|--------------------------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|---|---|---|---|
| | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | 13,19 B | <i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i> | G | <i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i> |
| | 0,04 | | 5,52 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i> | <i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i> | A | <i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i> | B |
| | 1,98 | | 5,64 | |

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> | 16,54 | 45605,65 |
| <i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i> | 0,01 | 16,27 |

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 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | 78,40 B | <i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i> | G | <i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i> |
| | 0,25 | | 26,05 | |
| | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i> | <i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i> | A | <i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i> | B |
| | 11,72 | | 40,38 | |

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 |
|--|--|
| | |
| 1,08 G | 50,05 B |
| <i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i> | <i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i> |

¹El 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

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año) | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año) |
|---|---|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><77.85 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">77.85-126. B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">126.51-194.6 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">194.63-253.02 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">253.02-311.41 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">311.41-389.26 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>389.26 G</div> </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><12.04 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">12.04-19.5 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.56-30.10 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">30.10-39.13 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">39.13-48.16 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">48.16-60.20 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>60.20 G</div> </div> |

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año) | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año) |
|--|---|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><0.02 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">0.02-0.03 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">0.03-0.05 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">0.05-0.07 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">0.07-0.09 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">0.09-0.11 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>0.11 G</div> </div> | <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><39.13 A</div> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;">39.13-63.5 B</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">63.59-97.83 C</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: black; padding: 2px; text-align: center;">97.83-127.18 D</div> <div style="background-color: #FFC107; color: black; padding: 2px; text-align: center;">127.18-156.53 E</div> <div style="background-color: #FF9800; color: black; padding: 2px; text-align: center;">156.53-195.67 F</div> <div style="background-color: #F44336; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>195.67 G</div> </div> |

ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador | Calefacción | | Refrigeración | | ACS | | Iluminación | | Total | |
|---|-------------|------------------------|---------------|------------------------|--|------------------------|-------------|------------------------|-------|------------------------|
| | Valor | % respecto al anterior | Valor | % respecto al anterior | Valor | % respecto al anterior | Valor | % respecto al anterior | Valor | % respecto al anterior |
| Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año) | | | | | | | | | | |
| Consumo Energía final (kWh/m ² ·año) | | | | | | | | | | |
| Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año) | | | | | | | | | | |
| Demanda (kWh/m ² ·año) | | | | | (Este campo está deshabilitado para el análisis técnico) | | | | | |

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 MEDIDA DE MEJORA

| |
|--|
| Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) |
| |
| Coste estimado de la medida |
| |
| 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 | 15/02/17 |
|--|----------|

Estudio de eficiencia energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras.

PRESUPUESTO

1. CAPTADORES SOLARES

| 1 Estudio preliminar de la planta a instalar | | | | | |
|--|-----|---|-------------|-------------|-----------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| Realización de los estudios necesarios para obtener la configuración final de la instalación de captadores solares | | | | | |
| TRA-IN | h | Estudio departamento de Ingeniería | 50 € | 25 | 1.250 € |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | | 25 € |
| | | Total unidad de obra | | | 1.275 € |
| 2 Instalación captadores solares | | | | | |
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| Equipos necesarios para la instalación de los captadores solares en la cubierta del polideportivo | | | | | |
| CS 1 | Ud | Captador Solar AR 30 | 2.200,00 € | 50 | 110.000 € |
| CS 2 | Ud | Accesorios hidráulicos AR 30 | 62,00 € | 25 | 1.550 € |
| CS 3 | Ud | Soporte Cubierta Plana 1 captadores AR 30 | 335,00 € | 50 | 16.750 € |
| CS 4 | Ud | Acumulador AS 5000-1E | 12.690,00 € | 3 | 38.070 € |
| CS 5 | Ud | Circulador Quantum 50 H | 1.747,00 € | 1 | 1.747 € |
| CS 6 | Ud | Central de Regulación CS10 | 233,00 € | 1 | 233 € |
| CS 7 | Ud | Purgador Automático Flexvent Super 1/2 | 57,00 € | 25 | 1.425 € |
| CS 8 | Ud | Vasoflex solar N80/2,5 l | 178,00 € | 7 | 1.246 € |
| CS 9 | Ud | Líquido Solar FAC 20 | 97,00 € | 16 | 1.552 € |
| CS 10 | Ud | Ecotherm Plus WGB 110 E | 6.027,00 € | 1 | 6.027 € |
| CS 11 | h | Operarios | 12 € | 96 | 1.152 € |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | | 3.595 € |
| | | Total unidad de obra | | | 183.347 € |

Estudio de eficiencia energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras.

| 3 Obra civil | | | | |
|--------------------------------------|------------|---|---------------|--------------------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento |
| | | Se consideran las partidas necesarias para poder descargar los palets de materiales del contenedor y poder subirlo a la cubierta del edificio | | |
| OC 6.1 | Uds | Manipulador telescópico (>12 m) | 1.500 € | 1 |
| OC 6.2 | Uds | Camión para transporte de material | 1.100 € | 3 |
| OC 6.3 | Uds | Llaves dinamométricas | 150 € | 1 |
| OC 6.4 | Uds | Inclinómetros | 200 € | 1 |
| OC 6.5 | Uds | Cintas métricas | 15 € | 2 |
| OC 6.6 | h | Operarios | 10 € | 20 |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | |
| | | Total unidad de obra | | 5.488 € |
| Gastos generales | | | 12% | 212.923 € |
| Beneficio aplicado | | | 6% | 12.775 € |
| IVA aplicado | | | 21% | 44.714 € |
| Coste total de la instalación | | | | 270.412 € |

2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

| 1 Estudio preliminar de la planta a instalar | | | | | |
|--|-----|-------------|--------|-------------|---------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |

Realización de los estudios necesarios para obtener la configuración final de la instalación solar.

| | | | | | |
|--------|---|------------------------------------|------|----|-------|
| TRA-IN | h | Estudio departamento de Ingeniería | 35 € | 25 | 875 € |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | | 18 € |
| | | Total unidad de obra | | | 893 € |

| 2 Paneles solares | | | | | |
|-------------------|-----|-------------|--------|-------------|---------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |

Instalación de los paneles solares en la cubierta

| | | | | | |
|--------|-----|---------------------------------|--------|-----|----------|
| PS 2.1 | Uds | Paneles solares | 175 € | 92 | 16.100 € |
| PS 2.2 | h | Operarios | 10 € | 70 | 700 € |
| PS 2.3 | m | Cableado | 0,85 € | 150 | 128 € |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | | 339 € |
| | | Total unidad de obra | | | 17.266 € |

Estudio de eficiencia energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras.

| 3 Estructuras | | | | | |
|---|------------|-------------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| Construcción de la estructura soporte de los paneles solares a instalar | | | | | |
| ES 3.1 | Uds | Particiones estructurales | 20 € | 234 | 4.680 € |
| ES 3.2 | h | Operarios | 10 € | 80 | 800 € |
| ES 3.3 | Paquetes | Tornillería | 15 € | 10 | 150 € |
| ES 3.4 | Uds | Grapas de sujeción de paneles | 0,30 € | 600 | 180 € |
| Costes directos complementarios | | | 0,02 | | 116 € |
| Total unidad de obra | | | | | 5.926 € |

| 4 Inversores | | | | | |
|---|------------|--------------------|---------------|--------------------|----------------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| Instalación del inversor necesario para la instalación en la cubierta del polideportivo | | | | | |
| IN 4.1 | Uds | Inversor | 2.000 € | 1 | 2.000 € |
| IN 4.2 | m | Cableado | 0,85 € | 20 | 17 € |
| IN 4.3 | Uds | Material sellante | 20 € | 2 | 40 € |
| IN 4.4 | h | Operarios | 10 € | 5 | 50 € |
| Costes directos complementarios | | | 0,02 | | 42 € |
| Total unidad de obra | | | | | 2.149 € |

Estudio de eficiencia energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras.

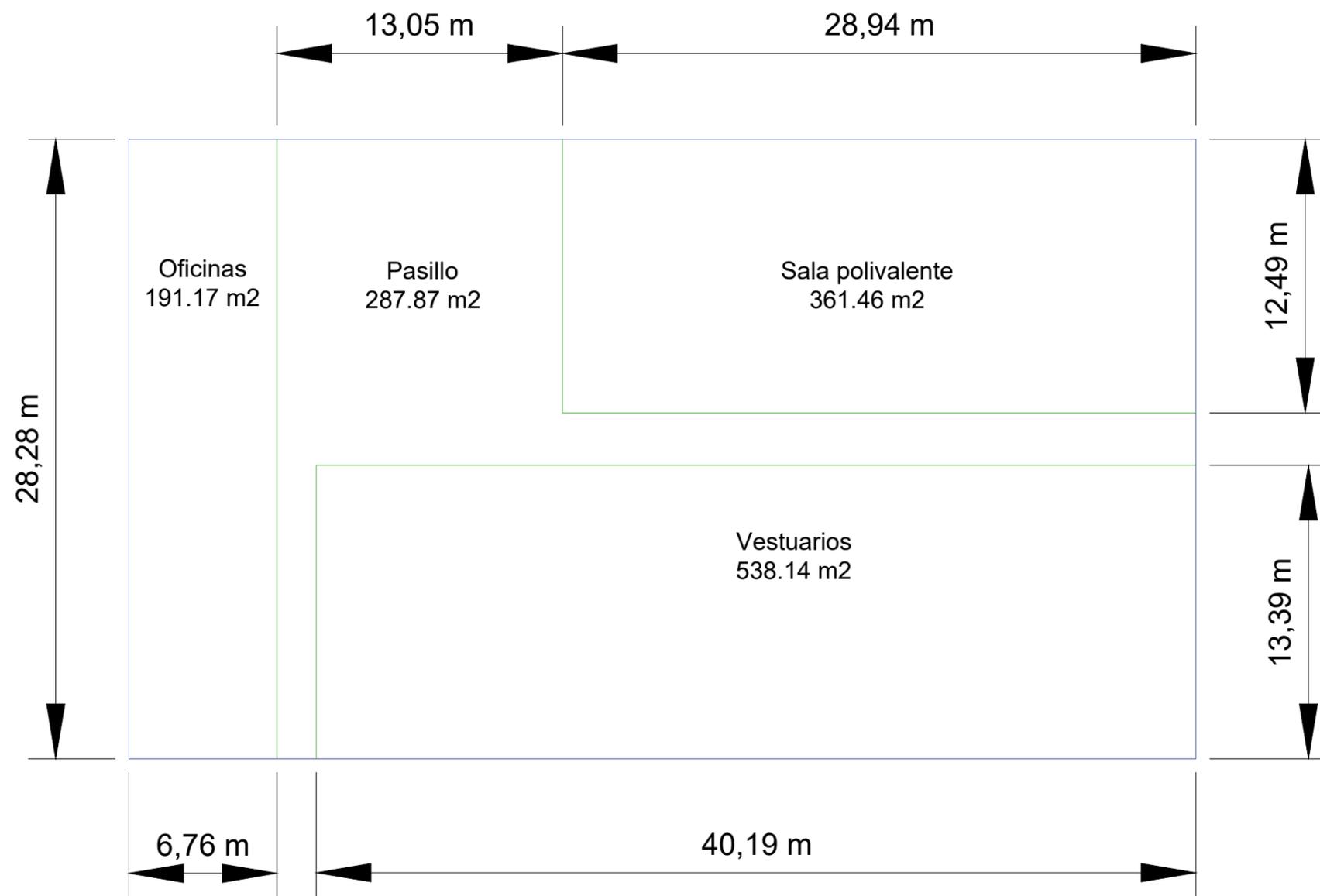
| 5 Baterías | | | | | |
|--|------------|------------------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| Instalación de la batería necesaria para la construcción de la planta | | | | | |
| TR 5.1 | Uds | Batería | 1.700 € | 1 | 1.700 € |
| TR 5.2 | m | Cableado | 0,85 € | 10 | 9 € |
| TR 5.3 | Uds | Material sellante | 20 € | 1 | 20 € |
| TR 5.4 | h | Operarios | 10 € | 3 | 30 € |
| Costes directos complementarios | | | 0,02 | | 35 € |
| Total unidad de obra | | | | | 1.794 € |
| 6 Obra civil | | | | | |
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| Se consideran las partidas necesarias para poder descargar los pallets de materiales del contenedor y poder subirlo a la cubierta del edificio | | | | | |
| OC 6.1 | Uds | Manipulador telescópico (>12 m) | 1.500 € | 1 | 1.500 € |
| OC 6.2 | Uds | Camión para transporte de material | 1.100 € | 3 | 3.300 € |
| OC 6.3 | Uds | Llaves dinamométricas | 150 € | 1 | 150 € |
| OC 6.4 | Uds | Inclinómetros | 200 € | 1 | 200 € |
| OC 6.5 | Uds | Cintas métricas | 15 € | 2 | 30 € |
| OC 6.6 | h | Operarios | 10 € | 20 | 200 € |
| Costes directos complementarios | | | 0,02 | | 108 € |
| Total unidad de obra | | | | | 5.488 € |
| Gastos generales | | | 12% | | 37.537 € |
| Beneficio aplicado | | | 6% | | 2.252 € |
| IVA aplicado | | | 21% | | 7.883 € |
| Coste total de la instalación | | | | | 47.672 € |

3. LUMINARIAS

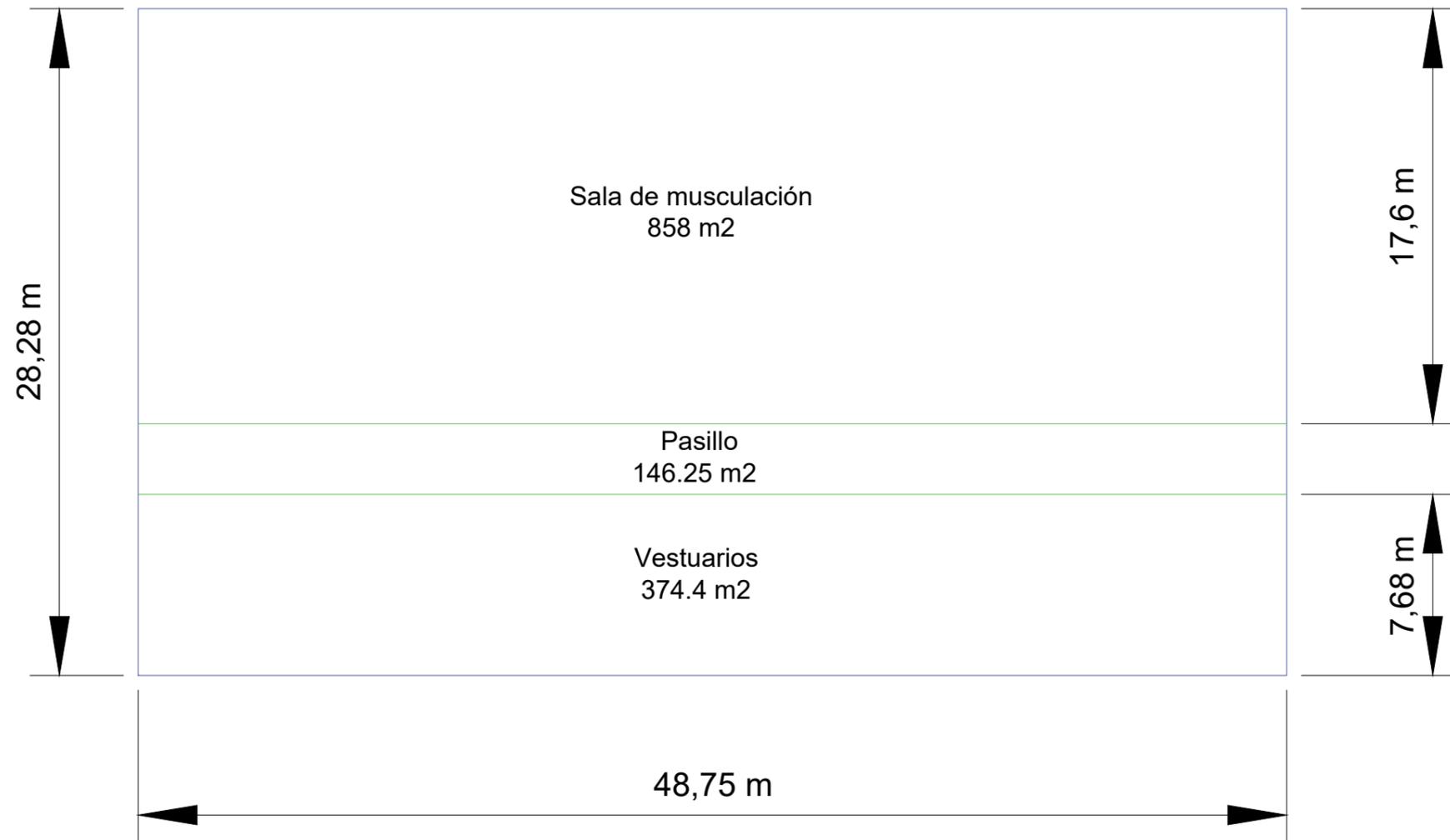
| 1 Estudio preliminar de la iluminación | | | | | |
|---|------------|---|---------------|--------------------|----------------|
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| | | Realización de los estudios necesarios para obtener la tipología de las nuevas lámparas | | | |
| TRA-IN | h | Estudio departamento de Ingeniería | 30 € | 20 | 600 € |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | | 12 € |
| | | Total unidad de obra | | | 612 € |
| 2 Cambio de lámparas | | | | | |
| Código | Ud. | Descripción | Precio | Rendimiento | Importe |
| | | Servicios necesarios para el cambio de las lámparas del polideportivo | | | |
| LUM 1 | Ud | Luces led 18 W | 5,40 € | 381 | 2.057 € |
| LUM 2 | h | Operarios | 10 € | 90 | 900 € |
| | | Costes directos complementarios | 0,02 | | 59 € |
| | | Total unidad de obra | | | 3.017 € |
| Costes generales | | | 12% | | 4.064 € |
| Beneficio aplicado | | | 6% | | 244 € |
| IVA aplicado | | | 21% | | 853 € |
| Coste total de la instalación | | | | | 5.161 € |

PLANOS

1. PLANO 1: Planta baja del polideportivo



2. PLANO 2: Primera planta del polideportivo



3. PLANO 3: Cubierta del polideportivo

