

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA: LOCAL MULTIUSOS EN BENAGUASIL



GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA/INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PGF: Modalidad Científico-Técnico

AUTOR: Jose Vicente Ramada Domínguez

DIRECTOR: Amadeo Pascual Galán

Julio de 2013



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN



ÍNDICE

0. Objetivos	5
1. Introducción a la eficiencia energética	7
1.1 Introducción. Situación en España	8
1.2 Normativa	10
1.3 Estudio de consideraciones generales previas	11
1.4 Aplicaciones bioclimáticas en los edificios	14
1.5 Tecnologías de alta eficiencia energética y empleo de energías renovables	17
1.6 Instalaciones de iluminación: técnicas y elementos de mejora	22
1.7 Futuro sobre las placas fotovoltaicas	27
2. Análisis del proyecto	29
2.1 Antecedentes	30
2.2 Descripción parcela	30
2.3 Memoria descriptiva	30
2.4 Memoria constructiva	32
3. Cumplimiento del CTE DB-HE. Recomendaciones	47
3.1 HE1: Limitación de demanda energética	48
3.2 HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas	55
3.3 HE3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	56
3.4 HE4: Contribución solar mínima de A.C.S.	66
3.5 HE5: Fotovoltaica mínima de energía eléctrica	73
4. Análisis de eficiencia energética. Mejoras	79
4.1 Potencia eléctrica en el edificio y precio	80
4.2 Estado energético actual del edificio	81
4.3 Deficiencias en el edificio y propuestas de mejora	84
4.4 Estado energético mejorado del edificio	111
5. Bibliografía. Fuentes de información	121
Anexos	125
Anexo 1: Extracto calificación energética Lider y Calener	126
Anexo 2: Presupuestos	153
Anexo 3: Transmitancias calculadas con el Econdensa	159
Anexo 4: Planos	163
Anexo 5: Fotografías representativas	174

OBJETIVOS

Estudio de eficiencia energética en el Local Multiusos B-Club situado en la localidad de Benaguasil. Analizaremos e investigaremos detenidamente el proyecto de este local para comprender las soluciones constructivas y propiedades de los materiales aportados. Además valoraremos sus instalaciones o equipos de aporte energético.

En el estudio se analizará la envolvente térmica (cubierta, fachadas, ventanas, carpintería...) así como los sistemas activos (climatización, caldera, iluminación...). Una vez desarrollado esto, se aportaran mejoras en el edificio para optimizar el consumo de energía y reducir la emisión de CO₂ en la atmósfera.

Se propondrán propuestas de mejora factibles de realizar y con costes mínimos ya que se trata de un edificio público, en la localidad de Benaguasil que no permite una inversión muy alta.

Con el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Ahorro Energético (CTE-DB-HE) y los marcos normativos existentes, estudiaremos pormenorizadamente los defectos o componentes menos eficaces y los mejoraremos aportando las soluciones más rentables e innovadoras.

1. INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

1.1. INTRODUCCIÓN. SITUACIÓN EN ESPAÑA

La edificación es la evolución del cobijo o refugio para el ser humano frente a condiciones ambientales adversas.

Actualmente el desarrollo de este concepto incluye una serie de condiciones para que el confort en el interior de un edificio sea el adecuado dependiendo de su uso. Para ello dependemos inexorablemente de **equipos consumidores de energía**.

De aquí nace nuestra preocupación por la **Eficiencia Energética**. El Ingeniero de Edificación y el Arquitecto Técnico son esenciales en el desarrollo sostenible del sector de la construcción ya que el consumo energético va más allá del mero funcionamiento de un edificio, también se debe tener en cuenta los recursos energéticos empleados en los procesos de extracción de materiales, procesado, transporte, puesta en obra, mantenimiento y finalmente los derivados de su transformación así como la eliminación o reciclado una vez agotada su vida útil. A la suma de todas estas etapas le llamaremos "Ciclo global de la edificación".

Constructivamente hacer notar la importancia de los equipos y materiales utilizados así como las soluciones constructivas desempeñadas.

Así pues se define **La eficiencia energética** como el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la aplicación de diversas medidas e inversiones tecnológicas, de gestión y de hábitos culturales.

En España el sector de la edificación consume de energía final el 40% del total anual, considerando el 17% exclusivamente en el funcionamiento del edificio. El sector residencial es el que más repercusión tiene. La calefacción, electrodomésticos y el abastecimiento de agua caliente sanitaria suponen el 87,6 % del consumo total como bien podemos observar en la figura 1.

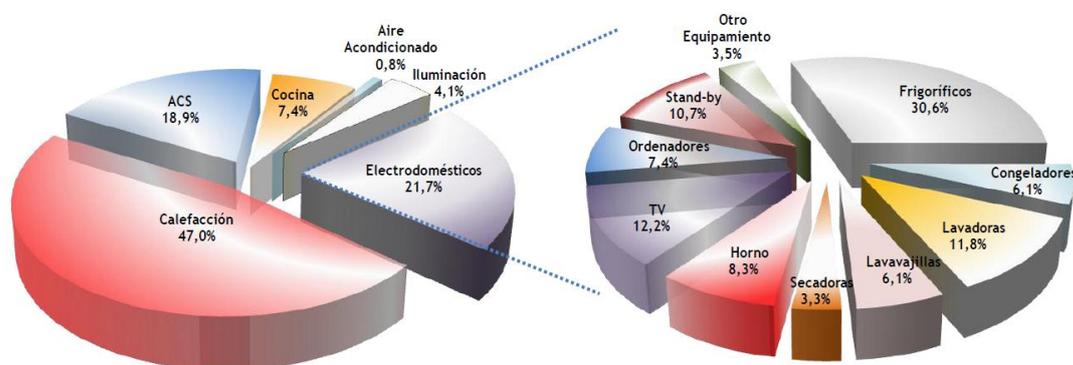


Figura 1. Estructura de Consumo según Usos Energéticos en España año 2012. Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), proyecto SECH-SPAHOUSEC.

Nos enfrentamos a un gran reto donde se pretende optimizar la utilización de la energía siendo respetuosos con nuestro medioambiente. Es importante percibir que el creciente consumo energético y su modelo de producción está provocando problemas ambientales tales

como el agotamiento de combustible fósiles, deterioro y pérdida del entorno natural y contaminación del medioambiente dando lugar a fenómenos ambientales adversos como la lluvia ácida o el efecto invernadero.

Se deben optimizar los procesos que necesitan energía para su funcionamiento para así disminuir el consumo de combustibles fósiles. Estos generan en la atmósfera emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero. Se estima que un calentamiento global por encima de 2°C puede provocar consecuencias irreversibles para todos los seres vivos. A esta problemática se debe sumar la progresiva eliminación de masa vegetal, un sumidero de CO₂ natural.

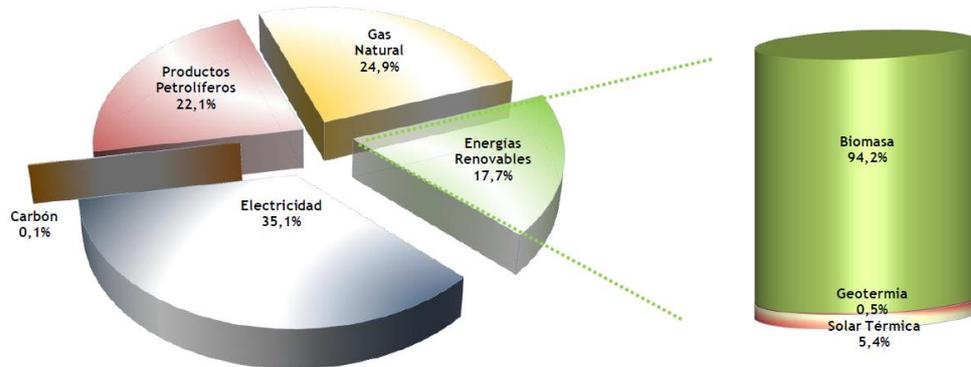


Figura 2. Estructura de Consumo según Fuentes Energéticas en España año 2012. Fuente: IDAE, proyecto SECH-SPAHOUSEC.

Los productos petrolíferos y gas natural son combustibles fósiles además la mayor parte de la energía eléctrica proviene de la transformación de combustibles fósiles. En un edificio el consumo de energía final se obtiene con la siguiente expresión:

$$C = \frac{D}{\eta}$$

Siendo:

C el consumo de energía final

D la demanda energética

η el rendimiento medio de la instalación

Para disminuir el consumo energético se debe reducir la demanda energética y aumentar el rendimiento de la instalación. Para ello existen dos sistemas de control:

- Sistema Pasivo: son los no consumidores de energía, afectan a los elementos constructivos del edificio tales como cerramientos, cubiertas, sistemas de paso y de distribución.
- Sistemas Activos: son los sistemas consumidores de energía tales como sistemas de acondicionamiento térmico, lumínico y de producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

1.2. NORMATIVA

El sector de la edificación se regula, desde la UE, de acuerdo con la Directiva Europea 2002/91/CE.

Las crecientes emisiones de CO₂ obligan al desarrollo de las siguientes normativas:

- El Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Ahorro Energético (CTE DB-HE), se describen los requisitos mínimos que debe cumplir la edificación.
- El Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), define los requisitos mínimos para los sistemas energéticos así como la forma de gestionarlos.
- Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, modificada por la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Real Decreto 235/2013 Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, permite calificar la eficiencia del edificio a través del análisis de su consumo y sus emisiones de CO₂.

Esta legislación establece diferentes requisitos en función de las características de uso de los edificios en el sector residencial y el terciario.

Otras normativas:

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 891/1980 de 14 de abril, sobre *homologación de los captadores solares*.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Real Decreto 2/2013, nota de urgencia del 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema electrónico y en el sector financiero.

1.3. ESTUDIO DE CONSIDERACIONES GENERALES PREVIAS

1.3.1 El entorno y la energía solar

En los edificios el sol actúa como una fuente de energía gratuita, inagotable y no contaminante, por ello se debe tener muy en cuenta su buen aprovechamiento cuando este sea beneficioso en la reducción del consumo energético.

De la radiación solar emitida por el sol no toda llega a la superficie terrestre, la atmosfera actúa como filtro.

La radiación solar emitida se distribuye en el espectro solar de la siguiente forma:

- Ultravioleta, longitud de onda de 100 a 400 nm, invisible para el ojo humano, es absorbida por la atmosfera pero por la disminución de la capa de ozono en las últimas décadas una pequeña parte alcanza la Tierra siendo peligrosa para la salud humana.
- Rango visible, es la luz visible por el ojo humano, su longitud de onda va de 400 nm a 700 nm. Responsable de la luz natural.
- Rango infrarrojo, a partir de longitudes de onda mayores a 700 nm, invisible para el ojo humano, la mayor parte es responsable del calentamiento que proporciona el sol.

1.3.2 La transferencia térmica

En la naturaleza siempre se producen desplazamientos de calor desde el foco más caliente al más frío. Esta cesión de calor finaliza cuando los elementos están a la misma temperatura.

El fenómeno se desarrolla en elementos sólidos, líquidos y gases.

Los mecanismos de transferencia son los siguientes:

- Conducción: propagación de calor entre dos cuerpos sólidos en contacto físico, transfiriendo el calor desde el más caliente al de menor temperatura.
- Convección: el intercambio térmico se produce entre cuerpos sólidos y el aire. Este fenómeno sólo podrá producirse en fluidos en los que por movimiento natural (diferencia de densidades) o circulación forzosa (ventiladores, bombas, etc.) puedan las partículas desplazarse transportando el calor.
El aire acondicionado es un claro ejemplo, para poder llevar un proceso de climatización a nuestro hogar es necesario realizar una convección forzada.
- Radiación: en este intercambio térmico no resulta necesaria la existencia de medio material, es la emisión de ondas electromagnéticas de rango infrarrojo que emanan todos los cuerpos a temperatura superior a 0 °C.
El ejemplo más claro de radiación nos lo proporciona el sol, otro ejemplo básico es el mecanismo de radiación de los llamados “radiadores”.

1.3.3 La energía sobre los elementos materiales.

Materiales opacos y transparentes

La energía que incide sobre un elemento material es la suma de la energía reflejada (R), absorbida (A) y transmitida (T).

Por su diferente comportamiento frente a la luz y el calor se pueden establecer dos grandes grupos de materiales en la edificación, esto son los opacos y los transparentes.

El material opaco es el que bloquea la radiación de longitud de onda comprendida entre 400-700 nm (luz visible).

Los acristalamientos son los que se caracterizan por ser transparentes a la longitud de onda entre 400-700 y por bloquear longitudes de onda superiores a 5.000 nm por tanto parte de radiación infrarroja (calor). Esto hace que los materiales opacos y los transparentes tengan características energéticas diferentes que condicionen su uso.

Se analiza a continuación las partes de un edificio y sus características y técnicas de mejora:

Los cerramientos en un edificio modifican el flujo de calor entre el ambiente exterior e interior aportando así unas condiciones de confort.

Los acristalamientos son sistemas de ganancia térmica cuando se encuentran situados en orientaciones de ganancia solar, mientras que los opacos situados en la misma orientación actúan como sistema de balance energético mediante el uso de su masa térmica.

El material opaco realiza las siguientes funciones:

- Captación de la radiación solar
- Acumulación y desfase de la energía térmica
- Transferencia de calor al interior de la edificación

En cambio el acristalamiento deja pasar la mayor parte de la energía solar haciendo posible que la masa térmica en el interior del edificio se calienten emitiendo radiaciones infrarrojas mayores a 5.000 nm (calor). Este efecto genera el incremento de temperatura en el interior del espacio a acondicionar recibiendo el nombre de "efecto invernadero". La radiación emitida por los materiales con masa térmica queda atrapada en el interior por tener una longitud de onda mayor a 5.000 nm y no poder atravesar el cristal.

La cubierta en un edificio es el elemento de la envolvente térmica más expuesto al sol durante el periodo estival, período donde resulta inadecuado para el confort interior. En cambio en invierno frente a la necesidad de mantener un ambiente interior adecuado, ya que el aire caliente del interior tiende a subir, el papel de barrera térmica resulta especialmente importante.

Así pues la necesidad tanto en invierno como en verano radica en aumentar considerablemente la resistencia térmica respecto a los de otros elementos como fachadas.

La función energética fundamental en la cubierta es la de amortiguación térmica entre espacio a acondicionar y el exterior, mediante el uso de espacios ventilados no habitables.

En las cubiertas planas o de poca inclinación los rayos de sol inciden muy directamente sobre la superficie por tanto la energía reflejada es mínima lo que hace que se transmita al interior la mayor parte. Cabe la posibilidad de incorporar toldos o elementos de cubrición en azoteas, puesto que reduce muy significativamente la exposición solar directa.

Los forjados dependiendo de la situación tendrán mayor o menor importancia:

- Forjados en contacto con otro espacio acondicionado.
- Forjados en contacto con espacio no acondicionado.
- Forjados en contacto con el exterior.

En el primer caso la única función es la de partición interior por tanto no se debe dar importancia a su transmitancia térmica.

En el segundo caso, cuando el forjado separa dos espacios con diferente nivel de confort, la propia masa térmica del elemento aislará la zona acondicionada ya que la diferencia de nivel de confort es baja o media dentro del mismo edificio.

Es en el tercer caso cuando encontrándose en contacto con el exterior debemos incrementar su resistencia térmica mediante masa térmica y/o aislamiento térmico. Sabiendo que los forjados apenas reciben radiación solar, dado el caso comúnmente en miradores, consideraremos pues sus mayores pérdidas energéticas en periodos invernales.

1.4. APLICACIONES BIOCLIMATICAS EN LOS EDIFICIOS

Como primer paso para la reducción de los consumos energéticos el edificio debe responder y adaptarse a su entorno físico y climático. El edificio como sistema energético debe integrarse a todo criterio o estrategia que optimice la relación entre el edificio y el medio, estos sientan las bases de la denominada “arquitectura bioclimática”, cuyo objetivo es el aprovechamiento de los recursos energéticos del ambiente exterior para alcanzar condiciones de confort en el ambiente interior reduciendo e incluso eliminando la necesidad de utilizar sistemas activos de apoyo consumidores de energía.

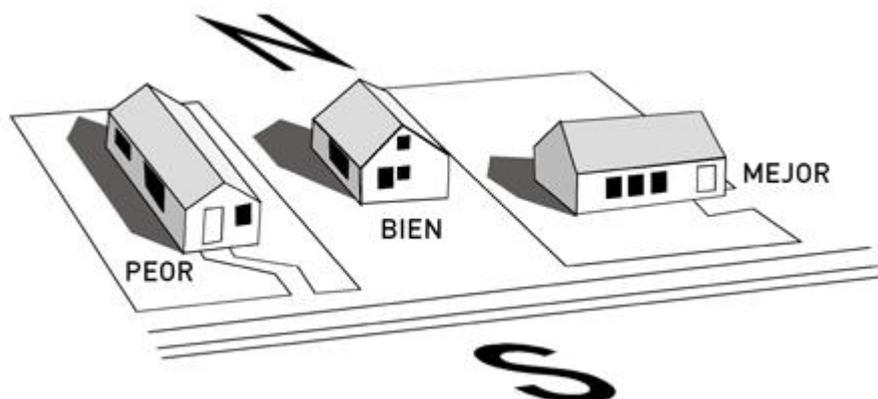


Figura 3. La orientación juega un gran papel en la obtención ganancias térmicas y lumínicas. Fuente: Canal de eficiencia energética, gas natural Fenosa.

La trayectoria solar varía dependiendo de la estación climática, siendo la altura solar en verano mayor que en invierno. Esto influye en la radiación recibida por fachadas verticales: en **invierno**, la fachada Sur recibe la mayoría de la radiación, gracias a que el sol está bajo, mientras que las otras orientaciones apenas reciben radiación. En **verano**, cuando el sol está más vertical a mediodía, la fachada Sur recibe menos radiación directa, mientras que las mañanas y las tardes castigan especialmente las fachadas Este y Oeste, respectivamente.

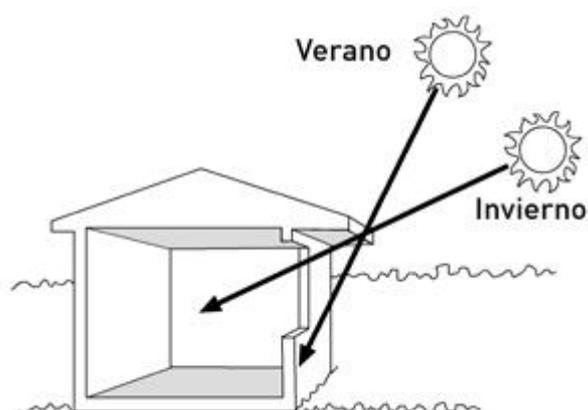


Figura 4. Analizando la trayectoria del Sol diseñaremos modelos edificatorios orientados para obtener máximo aprovechamiento energético.

1.4.1 Estrategias bioclimáticas de invierno

Se analizarán tres mecanismos de captación solar que permitirán el aprovechamiento de esta energía para el calentamiento del edificio.

El primero es la captación directa es el sistema de calefacción pasiva más sencillo. La radiación penetra a través de los vidrios directamente en el espacio a acondicionar generando un calentamiento inmediato.

En segundo lugar se encuentra la captación indirecta esta se produce a través de los elementos opacos. La captación no se realiza directamente en el espacio que se quiere calentar, sino que a través de un elemento intermedio, fachada o cubierta, que actúa como acumulador de calor. El calor es cedido con cierto retraso y amortiguación al espacio interior.

Y en tercer lugar la captación semidirecta, es la unión de las dos anteriores. La captación se produce en un espacio intermedio no destinado normalmente al uso humano por ello podemos tolerar temperaturas excesivas a las de confort. Seguidamente desde este espacio el calor se conduce al espacio habitable, bien mediante captación indirecta o mediante intercambio de aire entre ambos espacios.

Sistemas de captación solar

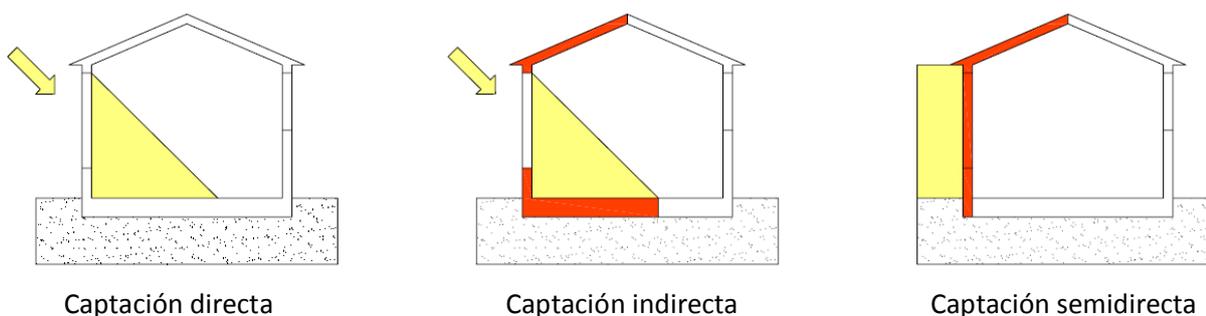


Figura 5. En el ciclo invernal, las estrategias de ganancia energética van asociadas a aquellos elementos situados en orientación de ganancia solar.

1.4.2 Estrategias bioclimáticas de verano

El verano, en oposición al invierno, es el periodo del año en el que las condiciones medias y generales de las temperaturas exteriores son superiores a las de confort por tanto es preciso que el edificio se cierre a la aportación energética solar.

Importante considerar que la orientación en la que se produce captación solar y acumulación térmica se amplía en verano respecto al invierno, debido a la variación de inclinación de la eclíptica. Las mayores aportaciones solares se producirán en las orientaciones Sur, Este y Oeste.

Cabe señalar que en verano no existen fuentes energéticas ambientales diurnas de frío, la radiación solar y aportación exterior de calor es inevitable. Este problema se hace especialmente relevante a primera hora de la tarde en la orientación Oeste.

En cerramientos de espesor considerable se sitúa el sistema de **disipación de calor por alta masa térmica**, este utiliza las propiedades inerciales de los elementos de cerramiento opacos para retrasar la entrada de calor al interior de la edificación hasta que sea posible evacuar este calor mediante **ventilación nocturna** con el aire frío.

También existen otros tipos de ventilación también muy eficaces, como es la **ventilación cruzada** es causada por diferencia de presiones en los vientos entre fachadas opuestas o patios interiores favoreciendo la ventilación a través de los huecos.

En el caso patios interiores o fachadas que por dimensiones u orientación dificulten el acceso a la radiación solar actuarán como espacios de embolsamiento de aire frío. Así pues se establecerán corrientes hacia las fachadas exteriores afectadas por la radiación solar permitiendo la ventilación ya que el aire frío pasa por los espacios habitados.

Por otra parte en cuanto a mecanismos de refrigeración por ventilación, se debe considerar que el aire caliente debido a su menor peso específico, tiende a subir y acumularse en las partes altas de las habitaciones. La eliminación vertical por aberturas superiores será eficaz en el enfriamiento de los espacios y contribuirá al movimiento del aire. A esto se le llama “efecto chimenea”.

Además existe otra forma de reducir las temperaturas del aire que se utilizan para ventilar ya que no en todos los edificios caben las posibilidades anteriores, estos son los conductos enterrados que permiten intercambio de calor con el terreno o los elementos de agua que absorben el calor en su proceso evaporativo.

El **sistema de ventilación natural**, se produce cuando existen gradientes térmicos naturales, para optimizar y aprovechar la velocidad del viento se utilizan también los llamados aspiradores eólicos.

Se entiende además que estos sistemas pasivos de ventilación, pueden apoyarse cuando sea necesario de métodos activos (ventiladores, sistemas de aires acondicionados, etc.)

Se debe fomentar aquellos elementos que sean compatibles en ambas estaciones o bien de carácter regulable tales como sombreado estacional o el aislamiento regulable en los huecos, esto dará un aprovechamiento de máxima eficiencia.

1.5 TECNOLOGÍAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EMPLEO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Principalmente cabe recalcar que el uso de **sistemas activos** (consumidores de energía), deben acoplarse a los elementos pasivos de regulación existentes en el edificio para complementarlos y nunca para sustituirlos.

Los dos criterios a los que se atiende son: emisión de CO₂ inexistente o mínima y consumo energético mínimo.

Es necesario puntualizar que de cara a la normativa RITE cuando se habla de instalaciones térmicas se habla de aquellas que son fijas, no considerando aparatos móviles que puedan desplazarse a diferentes espacios.



Figura 6. Sistema de acondicionamiento móvil no considerado instalación.

Los sistemas de acondicionamiento térmico están formados por tres unidades funcionales: el equipo que genera energía, los conductos de distribución del fluido caloportador y las unidades térmicas que se localizan en los espacios a acondicionar.

Además existen desde sistemas monozona en la que todas estas funciones se localizan en un único equipo hasta complejos sistemas de múltiples generadores y diferentes sistemas de regulación y control.

Se describen a continuación los sistemas de acondicionamiento más usuales en el ámbito de la edificación:

1.5.1 Calefacción y agua caliente sanitaria (ACS)

La producción de calor puede realizarse mediante el proceso de combustión, ya sean combustibles sólidos, líquidos o gaseoso, estos se denominan sistema de generación caldera.

Dentro de las calderas de combustión, existen tecnologías que permiten aumentar la energía útil obtenida y que, en consecuencia, pueden ser consideradas energéticamente más eficientes que el resto. Destacaremos las calderas de baja temperatura y las calderas de condensación.

Según Directiva Europea de Rendimientos 92/42/CEE, **la caldera de baja temperatura** es una caldera que puede funcionar continuamente con temperatura de agua de alimentación de entre 35 °C y 40 °C, y que en determinadas condiciones puede producir condensación.

La ventaja de las calderas de baja temperatura respecto a las convencionales es que su tecnología, adaptada perfectamente a cada estado de uso, permite regular el aporte de calor al caudal de agua solicitado y a la temperatura exterior, evita en todo momento arrancar y parar constantemente, y presenta un elevado rendimiento energético.

Se reducirá de esta forma. El consumo energético global, estimando un ahorro de un 20% frente a una caldera convencional. El rendimiento medio estacional de estas calderas se aproxima al 95%.

Las calderas de condensación suman a la tecnología anterior otra tecnología para aumentar el rendimiento energético del generador: la recuperación de la energía contenida en los gases de la combustión mediante la condensación del vapor de agua contenido en los mismos.

Con una caldera clásica, una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos, lo que implica una temperatura muy elevada de los productos de combustión del orden de 150°C. La utilización de una caldera de condensación permite recuperar una parte muy grande de ese calor latente y esta recuperación de la energía reduce considerablemente la temperatura de los gases de combustión para devolverle valores del orden de 65°C limitando así las emisiones de gas contaminantes.

En comparación con las calderas convencionales, gracias a esta tecnología se consigue un ahorro de hasta el 30% en el consumo de energía y se reducen, hasta en un 70%, las emisiones de óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono (CO₂). El rendimiento de estas calderas se sitúa en 98% frente al 70-80% de las convencionales.

Dentro de las calderas de combustión hay que considerar de forma específica las calderas cuya fuente de abastecimiento energético es la **biomasa**. De acuerdo con las políticas desarrolladas por la administración estatal en materia de energía, los sistemas con abastecimiento biomasa se considera como sistema neutro de emisión de CO₂ aunque esto vaya a cambiar en poco tiempo ya que sí existe un mínimo consumo sobre todo en tareas de transporte y creación del combustible.

Hoy en día debido a su calificación “nivel 0” en emisiones se ha potenciado su uso debido a su alta calificación energética.

La producción de calor también puede realizarse mediante el uso de **energía eléctrica**. En este caso el calentamiento se realiza en base a resistencias. Debemos recordar que la electricidad no es una energía primaria, sino una energía final. Al establecer rendimientos y eficiencia energética debemos considerar las TEP (Tonelada Equivalente a Petróleo) para generar la electricidad que alimenta el sistema.

Por último es necesario valorar el uso de sistemas de **aprovechamiento solar** para generar energía térmica. Al tratarse de un aprovechamiento cíclico y discontinuo se necesitan sistemas de apoyo que garanticen el 100% de la demanda térmica.

En sistemas de calefacción y abastecimiento de ACS, la selección de los sistemas de generación debe realizarse de forma singular para cada edificio y tipo de uso, seleccionando las

tecnologías y aparatos de generación de mayor rendimiento que puedan aprovechar las fuentes energéticas disponibles de menor impacto ambiental y menor consumo de costes.

En el parque edificatorio existente, la selección de los sistemas de tecnología y aparatos está muy condicionada por los requisitos funcionales del edificio, la dureza de los inviernos y las posibilidades de mantener la continuidad en el abastecimiento energético en condiciones de seguridad y confort.

1.5.2 Refrigeración

En el sector residencial, los sistemas activos de generación son de carácter individual, un solo usuario y pequeña potencia.

Los sistemas de generación de frío pueden organizarse según la tecnología de producción, existen los siguientes grandes grupos:

Autónomos

El aire se enfría por expansión directa de un refrigerante mediante baterías de expansión y evacuando el calor de la condensación al exterior. Existen equipos de generación sencillos que abastecen a una sola zona y equipos multizona con varias unidades terminales y conductos de distribución.

De agua fría (no autónomos)

Son los equipos que utilizan baterías de agua fría para producir la cesión de calor del ambiente al fluido caloportador consiguiendo así enfriar el aire.

Este tipo de equipos se utilizan desde en los grandes edificios de sector terciario hasta en sistemas de suelo radiante en el sector residencial.

Enfriamiento evaporativo

Son los equipos que solo pueden extraer calor de los locales mediante el enfriamiento evaporativo del aire de impulsión. Los equipos de enfriamiento evaporativo son instalaciones que ponen en contacto una corriente de aire con otra de agua para disminuir la temperatura del aire aprovechando la energía absorbida por el agua en su proceso de evaporación.

La mayoría de estos sistemas activos utilizan la electricidad como fuente de abastecimiento energético, si bien están empezando a incorporar en el mercado sistemas de “frío solar”.

Para explicar el funcionamiento de estos sistemas se hablará acerca de la refrigeración por absorción, estos sistemas se basan en la capacidad de unos elementos en absorber otros.

Si en un contenedor donde se ha hecho el vacío se introduce un elemento como puede ser el agua, se evaporaría quitando calor al entorno (evaporador). Para absorber el vapor de agua, se introduce un elemento que absorba el vapor de agua, como puede ser el amoníaco (absorbedor). Para poder liberar ese vapor para futuras aplicaciones, se debe calentar y eso se hace aplicando calor de la energía solar (generador). De esta forma se separan los elementos,

volviendo uno por una parte al absorbedor y el otro al condensador para volver al evaporador. Ver la figura 7.

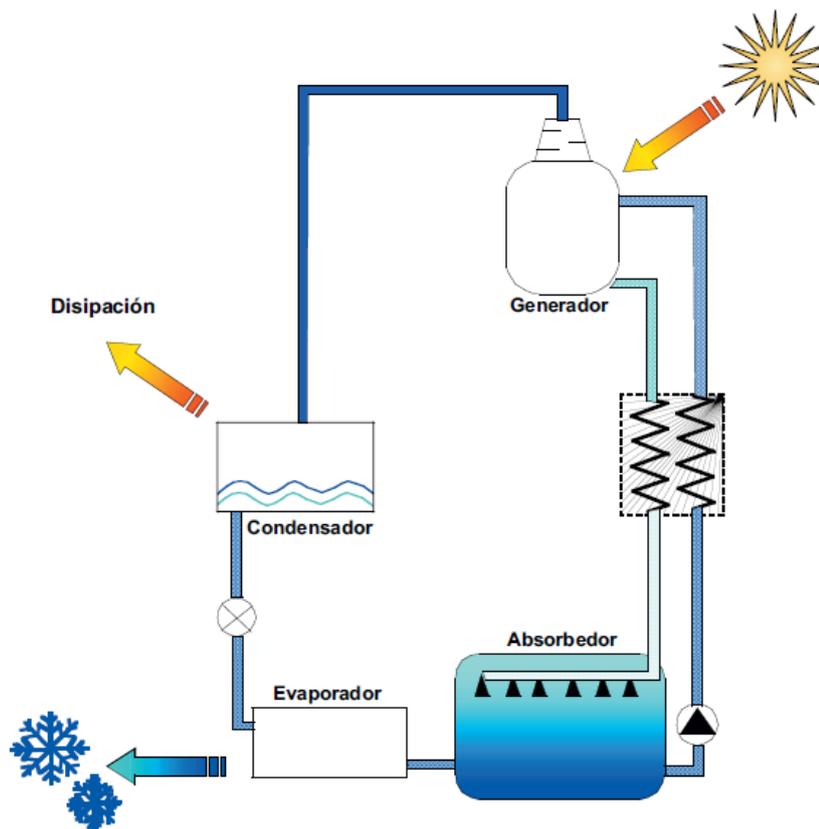


Figura 7. Refrigeración por absorción. Fuente IDAE

El calor de la energía solar, se aplica a una parte del sistema denominado generador (la temperatura puede ser menor de 100°C). Cuanto menor es la temperatura del generador mayor debe ser la superficie del intercambio.

La eficiencia de las máquina frigoríficas se mide mediante el coeficiente **EER** (Energy Efficiency Ratio) , que expresa el cociente entre la potencia frigorífica del sistema y la potencia absorbida para su funcionamiento. Esta se establece a través del etiquetado energético. La clasificación energética varía de la A (máxima eficiencia energética) hasta la G (Mínima eficiencia energética). La clasificación también varía según características del equipo.

	Split&Multisplit	Compactos	Portátiles
A	EER>3,20	EER>3,00	EER>2,60
B	3,20≥EER>3,00	3,00≥EER>2,80	2,60≥EER>2,40
C	3,00≥EER>2,80	2,80≥EER>2,60	2,40≥EER>2,20
D	2,80≥EER>2,60	2,60≥EER>2,40	2,20≥EER>2,00
E	2,60≥EER>2,40	2,40≥EER>2,20	2,00≥EER>1,80
F	2,40≥EER>2,20	2,20≥EER>2,00	1,80≥EER>1,60
G	2,20≥EER	2,00≥EER	1,60≥EER

Figura 8. Calificación energética de equipos de refrigeración. Fuente IDAE.

Sistemas combinados de frío y calor. La bomba de calor

La bomba de calor es el equipo generador de calor que se asocia a los equipos de generación combinada de frío y calor o reversibles.

El funcionamiento de la bomba de calor es el siguiente:

1. Ciclo de compresión. Un compresor mueve y comprime el fluido refrigerante en fase gaseoso.
2. Ciclo de condensación. El gas condensa, al pasar por un intercambiador de calor, a una temperatura superior a la del foco caliente, de modo que éste recibe el calor cedido en la condensación.
3. Ciclo de expansión. El fluido se expande en una válvula.
4. Ciclo de evaporación. El fluido se evapora a una temperatura inferior a la del foco frío, recibiendo de éste el calor necesario.

A partir de este último ciclo el gas es aspirado a la salida del evaporador y se reinicia el ciclo de compresión.

La eficiencia energética de la bomba de calor para su funcionamiento en modo calefacción se expresa mediante el COP (Coefficient Of Performance), es el cociente entre la energía térmica obtenida y la energía necesaria para el funcionamiento del equipo.

Los valores de COP habitualmente son superiores a 3, aunque para bombas geo-térmicas que utilizan compresores de tecnología "scroll" pueden ser incluso superiores a 5.

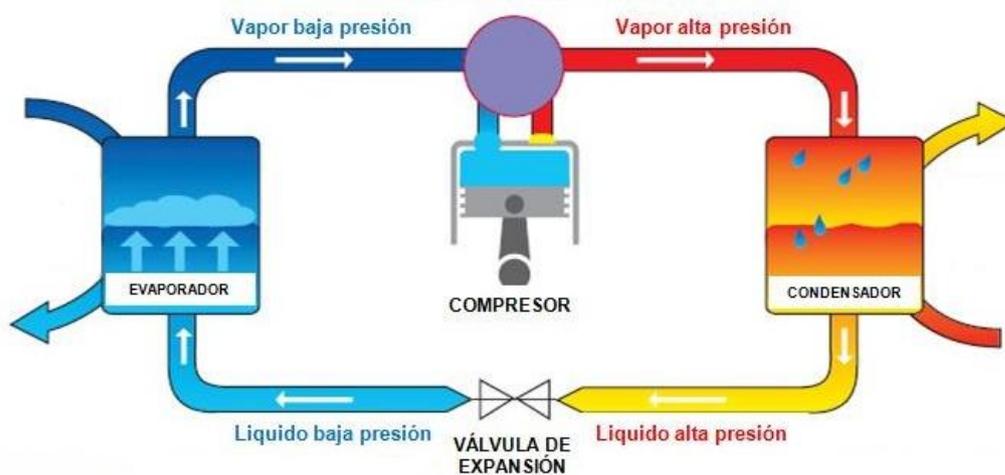


Figura 9. Esquema de bomba de calor. Fuente: www.geo-termia.com.

1.6 INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN: TÉCNICAS Y ELEMENTOS DE MEJORA

La actividad humana está vinculada a la iluminación, que nos permite distinguir formas y colores de los objetos y desarrollar actividades que, en función del grado de iluminación requerido, pueden realizarse en diferentes ambientes y con diferentes condiciones.

Existen diferentes formas de luz natural, procedente del sol que incluye la luz directa, la radiación difusa procedente del cielo, la luz reflejada en los objetos y la luz diurna.

NIVELES DE ILUMINACIÓN	DIFERENTES CASOS
120000 lux	Luz diurna más brillante
20000 lux	Sombra iluminada por un cielo completamente despejado, al mediodía
10000-25000 lux	Día nublado al medio día
400 lux	Salida o puesta del Sol
40 lux	Completamente nublado

Figura 10. Nivel de iluminación (lux) equivalente a lumen/m², procedente del sol en diferentes condiciones atmosféricas.

En ambientes interiores la iluminación depende de muchos factores que deben ser considerados para aprovechar al máximo la luz natural dependiendo del tipo de actividad que se vaya a realizar en cada espacio.

Así pues se tiene en cuenta los elementos de entrada como huecos de fachada y cubierta, las superficies del entorno del edificio como texturas y colores, así como las características superficiales de los elementos que envuelven el espacio a iluminar. Los factores geométricos en el entorno exterior e interior jugarán un gran papel.

Para establecer el sistema de iluminación de la edificación o valorar el existente, no solo hay que considerar el nivel de iluminación, sino la calidad de la misma entendiéndola como la aptitud para hacer llegar a nuestra retina los colores de forma que podamos desarrollar la actividad prevista y limitando la posibilidad de que la luz nos genere malestar por deslumbramiento o parpadeo.

Existen diferentes fuentes de luz artificiales que aunque nunca lleguen al 100% de reproducción completa de los colores (luz procedente del sol), se aproximan muchísimo.

La cantidad y rango de colores procedentes de lámparas que llegan a nuestra retina condicionaran nuestra percepción, ya bien de "calidez" o de "frialdad" y se deberán adecuar a nuestras actividades.

El correcto diseño en la edificación busca la complementariedad entre la luz natural y el sistema de alumbramiento interior para obtener la cantidad y calidad prevista en condiciones de confort visual, interesando reducir al máximo el consumo energético.

1.6.1 Eficiencia energética en sistemas de acondicionamiento lumínico

Las características que debemos considerar y diagnosticar para conseguir un correcto funcionamiento y eficiencia en el sistema son las siguientes:

- Eficiencia energética de los diferentes componentes del sistema de iluminación.
- Adecuación del nivel de iluminación al uso o usos desarrollados o a desarrollar en el edificio.
- Incorporación de estrategias y sistemas de control que permitan mayor aprovechamiento de la luz natural y la reducción del consumo energético de los componentes del sistema de iluminación.
- Evaluación y propuestas de mantenimiento de los componentes del sistema.

Normalmente el sistema de iluminación se compone de los siguientes elementos:

- Fuente de luz o lámpara
- Equipos auxiliares, mantienen la funcionalidad
- Luminarias, o dispositivos que albergan una o varias lámparas

A continuación se describen las características de cada componente:

Lámparas

La forma de producir luz pueden ser las siguientes:

- Calentamiento de cuerpo sólido hasta llegar a alcanzar su incandescencia
- Producción de una descarga eléctrica en el seno de un gas
- Producción de una descarga en un cuerpo sólido

Estos tres modos dan origen a las diferentes familias de lámparas consecutivamente:

- Incandescentes
- Lámparas de descarga
- LED (diodo emisor de luz)

La eficacia luminosa de la fuente de luz se define como el cociente entre el flujo luminoso que emite la lámpara y la potencia que es necesaria aportar a la misma para obtener el flujo. En otras palabras, la eficacia luminosa de una lámpara es la cantidad de luz emitida por unidad de potencia eléctrica o vatio (W) consumida. Se mide en lúmenes por vatio y permite comparar la eficiencia de unas fuentes de luz con respecto a otras. La eficacia luminosa de las bombillas incandescentes se sitúa entre los 12 lm/W y los 20 lm/W, mientras que para las lámparas de descarga va desde los 40 lm/W a los 100 lm/W.

La vida media y la vida útil son conceptos también importantes en nuestra elección de las lámparas, en las lámparas incandescentes son semejantes, su flujo luminoso disminuye mínimamente con el tiempo su duración es de 1.000 horas. En cambio en las lámparas de descarga la vida media es sensiblemente mayor que la vida útil, disminuyendo la eficacia luminosa con el tiempo. Dentro de la familia de las fluorescentes las lámparas de tipo fluorescentes tienen una vida media de 12.500 horas, frente a una vida útil de 7.500 horas, por tanto no sustituir la lámpara a partir de que termine su vida útil generará ambientes de baja calidad visual y baja eficiencia energética.

1.6.2 Tipos de lámparas

Familia de incandescentes:

- Incandescentes no halógenas (bombilla convencional): Bajo coste, 1.000 horas de vida útil, luz cálida pero poca eficiencia energética.
- Incandescentes halógenas: Tienen el mismo fundamento que las anteriores. Se caracterizan por una mayor duración y la calidad especial de su luz.

Las bombillas incandescentes sólo aprovechan en iluminación un 5% de la energía eléctrica que consumen, el 95% restante se transforma en calor, sin aprovechamiento luminoso.

Familia de descarga:

- Tubos fluorescentes: La eficacia luminosa resulta así mucho mayor que en el caso de la incandescencia. Son más caros que las bombillas corrientes, pero consumen hasta un 80% menos de electricidad que las bombillas incandescentes para la misma emisión luminosa y tienen una duración entre 8 y 10 veces superior. Los tubos del tipo trifósforo o multifósforo dan entre un 15 y 20% más de iluminación que los tubos estándar para un mismo consumo eléctrico. Los equipos con reactancia electrónica de alta frecuencia son más eficientes.
- Lámparas fluorescentes compactas: aprovecha la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes para hacer una lámpara que puede sustituir a las lámparas incandescentes con pocos cambios en la armadura de instalación y con menor consumo.
- Lámpara de vapor de mercurio a alta presión: tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, tienen una vida útil muy larga, ya que rinde las 25.000 horas de vida aunque la depreciación lumínica es considerable.

Familia de LED:

- Led Común: Son mucho más eficientes que las incandescentes (producen luz con una potencia de consumo mínimo) y de mayor vida útil (50000 horas) por lo que están empezando a sustituir a estas en usos de representación. Se han utilizado y se utilizan en la mayoría de los electrodomésticos, ya sea como emisor o receptor de infrarrojos o como pilotos luminosos. Actualmente se están utilizando para señalización vial, como semáforos, consiguiendo el tan ansiado ahorro energético en las entidades públicas.

- LED SMD: Se trata de un LED encapsulado en una resina semirrígida y que se ensambla de manera superficial. Esto le ofrece ciertas características muy interesantes para todo el mundo de la iluminación:
 - Su encapsulado permite una gran superficie semiconductor, lo que proporciona una gran cantidad de luz mejorando la calidad del LED.
 - Una forma de instalación es colocarlos en serie sobre algún circuito impreso (montaje superficial o SMD) para crear una luminaria o bombilla. Aunque se dañe alguno de estos LEDS, cuentan con un dispositivo que los suplen para que los demás sigan funcionando a pleno rendimiento.
 - Permiten una amplia variedad de colores, según el material semiconductor que se utilice en su fabricación. En su modelo RGB, utiliza tres LEDS con los colores primarios, con lo que puede desarrollar hasta 16 millones de colores mediante la mezcla aditiva. El usuario puede seleccionar el color deseado mediante un mando a distancia o controlador, subir o bajar la intensidad de la luz y hacer increíbles efectos luminosos.
 - El índice de reproducción cromática (CRI) es alto, de hasta el 80%. Esto quiere decir que reproduce los colores fielmente.
 - Al no tener filamento, son resistentes a los golpes y es realmente complicado que se averíen. El tiempo estimado de vida útil de un LED SMD ronda las 50.000 horas, o lo que es lo mismo, casi 6 años funcionando las 24 horas del día.
 - No generan calor
 - Utilizando una óptica adecuada, podemos concentrar mucho la luz del LED o bien expandirla para iluminar más superficie. Cuanto más abramos el haz, menos intensidad de luz tendremos.
 - El nombre del LED SMD suele ir acompañado de las medidas del encapsulado. De esta manera, los que más se han estandarizado (hablado siempre para iluminación) son el SMD 3528 y el SMD 5050

- LED COB: El LED COB corresponde a las siglas "Chip on board" ("chip en la placa"), en el cual se han insertado multitud de LEDs en un mismo encapsulado. Este tipo de LED se está imponiendo poco a poco en el mercado por encima del SMD. El motivo principal es que nos proporciona más rendimiento lumínico: esto quiere decir que con la misma potencia y tamaño, el LED COB aporta más luz que el SMD.

1.6.3 Sistemas de regulación y control

El objetivo de los sistemas de regulación y control es mantener la calidad de la iluminación con el menor consumo energético posible, mediante el aprovechamiento máximo de la luz natural, el ajuste de los flujos luminosos provenientes de instalaciones luminosas a las necesidades reales de la actividad y el apagado de las mismas cuando sea necesarias.

Entre estos sistemas se encuentran, interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o sistemas domóticos que se ajustan a unos calendarios y horarios preestablecidos. Estos sistemas pueden suponer grandes ahorros que pueden llegar hasta el 70%.

La instalación del edificio debe estar sectorizada de acuerdo con necesidades lumínicas y la disponibilidad de fuentes de luz natural y artificial. **Los interruptores manuales** se dispondrán en número y localización acorde con las zonas de diferentes necesidades lumínicas.

Los interruptores temporizados mantienen la instalación de iluminación funcionando durante un periodo predeterminado que se considera adecuado para el desarrollo de la actividad. Se utilizan en zonas de paso en espacios comunes como portales, escaleras, pasillos en zonas comunes, aseos en hoteles, etc.

Los detectores de presencia, movimiento o ausencia cumplen la misma función sin intervención del usuario: detectan el movimiento y mantienen el sistema encendido durante el tiempo programado.

1.7 FUTURO SOBRE PLACAS FOTOVOLTAICAS

El Real Decreto 1699/2011 regula la conexión a la red de las instalaciones de producción de energía de pequeña potencia, como pueden ser unas **placas fotovoltaicas**. Este texto introduce importantes novedades y empieza a despejar el camino para el **autoconsumo con energías renovables**, un cambio que despierta grandes expectativas.

Hoy en día, cuando se instalan unas placas fotovoltaicas conectadas a la red lo que se hace es volcar toda la producción al sistema eléctrico para que la aproveche otro. Se vende toda la electricidad renovable a la empresa distribuidora a un precio más alto (pues incluye una prima) y luego se consume la que se necesita de la red como cualquier otro ciudadano, a la tarifa habitual. Se vende a un precio mayor del que se compra y así se obtienen unos beneficios que permiten ir amortizando la instalación renovable.

Según IDAE, este nuevo decreto empieza a preparar el camino para un nuevo escenario totalmente diferente: el momento en el que resulte **más ventajoso económicamente** consumir la electricidad renovable producida que pagar más por la de la red. Llegará el día en el que será más barato un kilovatio hora producido con estas instalaciones renovables, sin subvenciones, que otro con las tecnologías contaminantes.

Pero llegando más lejos, podemos decir que llegará el día en que el coste de la energía generada por un particular con unas placas fotovoltaicas en su edificio sea menor que la **tarifa eléctrica** que pagamos (pues la tarifa incluye muchos otros costes adicionales de la red y del sistema).

Según el director de Energías Renovables del IDAE, esto ocurrirá **en unos tres años**, seguramente en 2015. Para la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF), el autoconsumo es ya incluso más rentable hoy mismo en algunos casos concretos en España un ejemplo es Canarias. Con la energía fotovoltaica, esto será distinto en cada sitio y dependerá de la insolación de la zona y del coste de la instalación solar, que cae en picado.

En el Plan de Energías Renovables 2011-2020, el IDAE estima que el coste de las instalaciones fotovoltaicas en tejado pasará de 2,89 euros/vatio en 2010, a 1,90 €/W en 2015 y a 1,32 €/W en 2020. Sin embargo, la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF) asegura que los precios actuales corresponden ya a los que estaban estimados para 2015. El **kilo de silicio** ha bajado de 450 euros en 2008 a 20 euros en la actualidad. Además, existe un tercer factor que será también determinante, las tarifas eléctricas que pagamos van a tener que subir y esto va a acelerar la competitividad de estos sistemas.

El autoconsumo tiene mucho que ver con otra de las novedades del RD 1699/2011, como es el establecer por primera vez unas condiciones específicas para la **conexión en redes interiores** (artículo 13). En la distribución de electricidad, las redes que pertenecen a las empresas eléctricas van por cables hasta el contador de cada casa (que también es de las compañías), pero a partir del contador la propiedad ya es del particular y esto es lo que se denominan redes interiores. Hasta ahora, aquel que quisiera conectar una instalación eléctrica lo debía hacer a la red de las empresas de distribución, pues no había una norma que determinara como conectarse **“aguas arriba” del contador**. “Ahora sí se establece cómo hacerlo”, detalla Margerit, “pues si hablamos de autoconsumo es evidente que hay que verter esa electricidad dentro de tu propia red”.

Como explica el director de Energías Renovables del IDAE, las tecnologías que van a llegar antes a ser competitivas son las fotovoltaicas, sistemas no gestionables cuya producción depende del sol.

Si un particular necesita energía cuando su instalación no está produciendo siempre puede recurrir a la electricidad de la red eléctrica. Cuando no se pueda aprovechar la energía producida por unas placas fotovoltaicas puede resultar difícil encajar su curva de demanda con la de producción. La idea del balance neto es que el consumidor pueda ceder a la red general esta energía que no va a aprovechar, sin contraprestación económica alguna, y a cambio pueda consumir de la red de forma gratuita una cantidad equivalente cuando la necesite.

Gestionar estos excedentes constituye un servicio por el que el consumidor que optase por el balance neto tendría que pagar algo. A fin de cuentas, se le está permitiendo aprovechar una electricidad que se iba a perder sin que pudiera utilizar. Por otro lado, la propuesta es que un consumidor no pueda quedarse con excedentes por compensar al final de un periodo de un año.

Según los datos de ASIF, una instalación fotovoltaica tipo de 5 kW costaba en 2008 unos 32.500 euros y hoy en día el precio puede estar ya por los 12.000 euros.

Así pues, y después de esta breve introducción a la eficiencia energética y la actualidad en la edificación se procede a analizar el proyecto del local multiusos de Benaguasil.

2. ANALISIS DEL PROYECTO

2.1. ANTECEDENTES

El M.I. Ayuntamiento de Benaguasil encarga el Proyecto “Casal Multiusos” al técnico redactor Rafael Gimeno Balaguer. El proyecto tiene como objetivo resolver las exigencias de infraestructuras planteadas en el Programa Funcional; debido al continuado crecimiento de la población, para cubrir las nuevas necesidades.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

Los terrenos para la realización del Casal Multiusos se encuentran situados en la unidad de ejecución UE 15 del municipio de Benaguasil, en la Parcela B-15 y B-16 de la c/ Serra, según queda grafiado en plano de situación.

El solar tiene forma irregular, con una superficie aproximada de 2.541,90m². En la zona de intervención la parcela tiene una topografía prácticamente plana. El entorno inmediato se encuentra formado por naves industriales.

El planeamiento aplicable es de aplicación las Normas Subsidiarias aprobadas el 8/3/95. Los terrenos están calificados como suelo industrial y dispone de todos los servicios mínimos que lo confieren.

2.3. MEMORIA DESCRIPTIVA

Se proyecta un edificio de forma racional, para el entretenimiento y ocio, para realizar expresión, talleres, teatro, centro de reunión, conferencias y esparcimiento.

Se crea en la zona de acceso los servicios generales del edificio, como son el vestíbulo, los aseos y guardarropía, y en el interior del edificio la sala multiusos con escenario y dos barras, en planta primera sobre los servicios generales, se encuentra la platea por la que se ve la sala multiusos de la planta baja, la sala de voz y datos, aseos tanto de señoras como de caballeros y una terraza.

Cuadro de superficies y Justificación del cumplimiento del Programa Funcional.

CUADRO DE SUPERFICIES

PLANTA SEMISOTANO	SUPERFICIE
Almacén	33,92 m ²
Vestuarios señoras	17,26 m ²
Vestuarios caballeros	17,26 m ²
Distribuidor	10,21 m ²
TOTAL SUP. ÚTIL EN P. SEMISÓTANO	78,65 m²
TOTAL SUP. CONST. EN P. SEMISÓTANO	93,80 m²

PLANTA BAJA	SUPERFICIE
Vestíbulo	81,55 m ²
Sala multiusos	259,70 m ²
Aseos señoras	24,57 m ²
Aseos caballeros	14,41 m ²
Distribuidor	5,39 m ²
Guardarropía	15,98 m ²
Escenarios	78,57 m ²
Barra 1	11,01 m ²
Barra 2	6,54 m ²
Escalera	21,56 m ²
TOTAL SUP. ÚTIL EN P. BAJA	519,28 m²
TOTAL SUP. CONST. EN P. BAJA + ESC. EXT.	612,10 m²

PLANTA PRIMERA	SUPERFICIE
Platea	124,90 m ²
Sala vos y datos	17,47 m ²
Aseos caballeros	17,0 m ²
Aseos señoras	23,67 m ²
Distribuidor	5,39 m ²
Almacén	6,93 m ²
TOTAL SUP. ÚTIL EN P. PRIMERA	195,37 m²
TOTAL SUP. CONST. EN P. PRIMERA + TERRAZA	289,49 m²

CASETÓN	SUPERFICIE
SUP. CONST. CASETÓN	27,41 m²

Justificación del cumplimiento del Programa Funcional.

Tomando como datos de partida los dos factores determinantes del proyecto: los terrenos y el programa funcional, el Casal Multiusos se ha proyectado cumpliendo las determinaciones del mismo, y adecuando los diferentes espacios que lo conforman a su mejor orientación solar y organización funcional así como a la propia configuración de la parcela y de su entorno.

Justificación cumplimiento de condiciones urbanísticas y ordenanzas.

No consta que los edificios próximos a la parcela estén incluidos en el catálogo de edificios de interés patrimonial.

Todas las dependencias del edificio disponen de primeras luces y ventilación directa del exterior. Las salas húmedas destinadas a aseos y vestuarios que no tengan ventilación directa dispondrán de extracción y renovación automática de aire por sobrepresión.

2.4. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.4.1. PRIMEROS TRABAJOS

Demoliciones y trabajos previos:

Tendrán por objeto la preparación de la parcela para realizar la construcción del Edificio Casal Multiusos.

Movimiento de tierras y excavaciones:

Tendrá por objeto la rotura y extracción de toda la tierra y piedra existente en la parcela.

Alcantarillado y saneamiento:

En el proyecto de ejecución se recogerán todas las unidades de obra e instalaciones necesarias para la perfecta puesta en servicio funcionamiento del Casal Multiusos.

2.4.2. CIMENTACIONES Y ESTRUCTURA

Cimentación:

La cimentación vendrá completamente definida en el proyecto de ejecución satisfaciendo todas las exigencias señaladas en el proyecto de edificación y todas las Normas básicas de edificación que le sean aplicables.

Por el conocimiento previo del terreno se ha planteado una cimentación mediante losa de cimentación de 70cm.

Estructura:

PILARES INTERIORES: de hormigón y metálicos cuadrados.

CUBIERTA: En casetones escalera y parte curva que cubre la pasarela, la cubierta será metálica de panel tipo sándwich con aislamiento de XPS (poliestireno extruido) 0.046 W/mK. El resto será cubierta transitable consistente en entarimado de madera con aislamiento XPS apoyado sobre forjado.

FORJADOS: Unidireccionales de losas alveolares pretensadas de canto 50+5 cm en todos los forjados, existiendo zonas resueltas con losas macizas de hormigón armado (escalera delantera). La estructura se resuelve mediante pilares y vigas de hormigón prefabricado armado apoyadas sobre las correspondientes ménsulas de los pilares y mediante pilares y vigas metálicos en algunas zonas como son los huecos de escalera.

Sobre el forjado de planta segunda nace un casetón de cubrición de la zona de escalera. Se resuelve mediante pared de carga de fábrica que arranca del forjado sobre la que se ejecuta la cubierta metálica de panel tipo sándwich.

Pasarela de planta terraza con perfiles metálicos HEB 240, acristalada con vidrio simple laminado de seguridad formado por dos vidrios de 10 mm, de espesor.

2.4.3. ALBAÑILERÍA Y CUBIERTAS

Cubiertas:

En casetones escalera y parte curva que cubre la pasarela, la cubierta será metálica de panel tipo sándwich.

La cubierta transitable, se realizará con hormigón celular para dar las pendientes, capa de hormigón fino, tela asfáltica de 6 mm. de espesor, mortero de 3 cm con acabado de entarimado de madera y aislante térmico de 4 cm. de poliestireno expandido.

Cerramiento de fachadas:

En fachada principal, laterales y posterior se emplean paneles prefabricados lisos de hormigón armado de 15,00 cm con aislamiento en cámara interior de XPS (poliestireno extruido) espesor 5 cm.

Se empleará fábrica de ladrillo de 25 cm en cerramiento de patio y cerramiento de fachada (acceso a vestíbulo). En planta primera y en cubierta sobre sala multiusos cerramiento muro cortina. Fachada de estructura metálica de acero laminado en T. El cerramiento tendrá una atenuación acústica no inferior a 50 decibelios (A).

Particiones:

Fábrica de ladrillo de 9 cm., en tabiques en zonas húmedas (aseos), Fábrica de ladrillo de panal en cajas de escalera. Fabrica de ladrillo de 7 cm., en barras, fábrica de ladrillo de 15 cm., en pared de acceso a sala multiusos desde el vestíbulo.

Mamparas de acero inoxidable de 4 cm., como separación en cabinas de inodoros en los aseos.

2.4.4. ACABADOS

Solados y pavimentos:

Pavimentación general en interiores será con mármol amarillo Macael y mortero de cemento blanco con arena de mármol amarillo, en piezas de 60x40x2 cm. para uso intensivo, pulido y abrillantado en obra, con rodapié rebajado de 50x7 cm. de mármol amarillo Macael seleccionado en el mismo tono del resto de pavimento, pulido y abrillantado en taller. En sala multiusos, vestíbulo y en la terraza bar.

La escalera interior del edificio se revestirá también con mármol amarillo macael. La escalera de acceso a semisótano y escenario forrada de madera.

El escenario y la sala de planta primera estará pavimentado de tarima de madera color cerezo. Pavimentación almacén y pasillo de semisótano será de tarima sintética de PVC. Pavimento de baldosa de gres de 40x40 acabado esmaltado para uso intensivo en aseos.

Chapados y alicatados:

Alicatados en aseos y vestuarios, serán de gresite vidriado color suave de 2.5x2.5cm. a elección de la Dirección Facultativa.

Alicatados en el interior de las barras con azulejo de 1ª calidad de 40x40 en color blanco. Se dispondrán guardavivos curvos de aluminio anodizado 60 micras en su color natural, en las aristas de todos los paramentos alicatados. No se admitirán de plástico o PVC. Los guardavivos tendrán un radio mínimo de 3 cm. y el perfil aparente en la esquina un desarrollo mínimo de 4,71 cm. con entrega ortogonal contra alicatado.

2.4.5. CARPINTERIA Y CERRAJERIA

Carpintería interior y mamparas:

Puertas de paso según planos de distribución serán de paneles de aislamiento acústico de acero en color rojo lacado electroestático abrillantado y EI-60 (conservación de la integridad y aislamiento durante 60 minutos).

Mamparas de acero inoxidable de 4 cm., como separación en cabinas de inodoros en los aseos. Las puertas de las cabinas de inodoros serán de panel de madera.

Picaporte de manivela con escudo de dimensiones no menores de 15x15 cm. en aluminio anodizado 60 micras en inox., a determinarse en el proyecto de ejecución.

Cerradura: de resbalón en puertas de paso con llave maestreada en todas las salas y acceso a instalaciones. Condena en aseos y cocina.

Premarcos con patillas de anclaje, riostras y rastreles según Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), rellenando los huecos con los cercos de aleación ligera con espuma de poliuretano.

Se emplearán puertas cortafuegos metálicas EI-60 de diferentes dimensiones según planos con cierre antipático.

Carpintería exterior:

En general de aluminio anodizado de 60 micras en color rojo lacado electroestático abrillantado, con módulo resistente según Normas Técnicas de la Edificación (NTE), para recibir acristalamiento térmico y aislado acústicamente de doble hoja con cámara de aire, con resistencia a la acción del viento y demás las características técnicas según el NTE, con vierteaguas y formación de dintel, ambos con su goterón de aluminio natural, además de en las hojas practicables.

Toda la carpintería exterior quedará sellada en todo su perímetro con Thiocol o producto similar.

Los vierteaguas de los huecos de ventana dispondrán de lámina impermeable de PVC con 40 cm de desarrollo bajo toda la superficie.

Las hojas practicables basculantes serán con eje horizontal central, de aluminio anodizado 60 micras en su color inoxidable, con cierre de junta elástica.

La carpintería exterior practicable irá provista de mecanismo de cierre para llave maestreada salvo en puertas de acceso.

Atenuación acústica no inferior a 15 decibelios (A).

2.4.6. VIDRIERÍA

La vidriería se ejecutará de acuerdo a las características descritas en las mediciones y presupuestos del proyecto.

En general los huecos exteriores con panel tipo Climalit formado por dos hojas compuestas de acristalamiento aislante tipo PLANITHERM de 3+3 con butyral transparente y 6 mm de cámara de aire deshidratada con intercalario.

Acristalamiento en ascensor y cabina, con vidrio simple laminado de seguridad formado por dos vidrios de 4mm de espesor, unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro. Se emplearán moldeados de vidrio de 20x20cm. en cajas de escalera.

Acristalamiento en barras, con vidrio simple laminado de seguridad formado por dos vidrios de 4mm de espesor.

Acristalamiento en pasarela, con vidrio simple laminado de seguridad formado por dos vidrios de 10mm de espesor, unidos mediante dos láminas de butiral de polivinilo incoloro. Acristalamiento en revestimiento de paredes de barra, vestíbulo, sala y cabina, con vidrio monolítico coloreado en masa de 5mm de espesor, en color gris, para control solar, Doble acristalamiento de seguridad, en muro cortina, formado por un vidrio monolítico incoloro transparente de 4mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 6mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio laminado compuesto por dos vidrios de 4 mm de espesor unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro.

2.4.7. TECHOS

Falso techo en todo el edificio, mediante un sistema oculto de rastreles lacados, se construye una estructura de lamas verticales que permiten espacios ligeros y de inmejorable acústica mediante la incorporación de fibras aislantes. Son fabricados en aluminio de 0,6 mm de espesor, de gran resistencia, 10 mm de ancho y hasta 6 m de largo, las lamas serán en color plata.

Las lamas se encajan en las pestañas del rastrel diseñadas para su ubicación, dichos rastreles poseen unos agujeros en su parte superior utilizados para la inserción de varillas roscadas mediante las cuales el sistema se sustenta del forjado superior. Falso techo en aseos y vestuarios, con placas de escayola lisa con oscuro perimetral y juntas de dilatación.

2.4.8. REVESTIMIENTOS:

Revestimientos continuos:

Las particiones interiores que reciban alicatados irán tomadas y enfoscadas con mortero de cemento. Los revestimientos se realizarán de acuerdo con las correspondientes Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).

Las Fachadas a patio, irán enfoscadas de mortero de cemento maestreado. Los revestimientos se realizarán de acuerdo con las correspondientes Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE). Todos los revestimientos irán maestreados.

Las Fachadas principal, irá con espuma de poliuretano sobre la fabrica y acabado exterior con placas de Alumafel rojo brillante.

Pintura y revestimientos:

En general pintura plástica lisa, tanto en paramentos verticales como en horizontales, color a elegir por la Dirección Facultativa.

Toda la tabiquería no alicatada, se revestirá con vidrio, según se indica en el apartado de vidrios.

Las paredes de la escalera irán revestidas de estuco veneciano.

Cantería y piedra artificial:

Pavimentación general en interiores será con mármol amarillo Macael y mortero de cemento blanco con arena de mármol amarillo, en piezas de 60x40x2 cm. para uso intensivo, pulido y abrillantado en obra, con rodapié rebajado de 50x7 cm. de mármol amarillo Macael seleccionado en el mismo tono del resto de pavimento, pulido y abrillantado en taller. En sala multiusos, vestíbulo y en la terraza bar.

2.4.9. INSTALACIONES:

2.4.9.1. Electricidad

Puesta a tierra:

Tomas de tierra:

Serán electrodos de puesta a tierra tipo pica vertical de acero cobreado de longitud según cálculos. Las líneas de enlace serán de cobre desnudo de 35 mm² de sección mínima. El punto de puesta a tierra dispondrá de puente de medida fácilmente accesible.

Líneas principales de tierra :

La línea principal de tierra será de sección mínima 16 mm² de cobre aislado hasta el embarrado del cuadro general.

Conductores de protección:

Desde cada cuadro de maniobra y protección acompañarán a los conductores activos hasta los puntos de suministro. Esta red cumplirá las especificaciones del Reglamento Electrónico de Baja Tensión (REBT) y la MI BT 039.

Red de equipotencialidad :

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes y las masas de los aparatos sanitarios metálicas y los demás elementos conductores accesibles.

Electricidad: Baja tensión

Equipo de medida :

El equipo de medida constará de contador de doble tarifa, contador de energía reactiva, maxímetro y reloj de conmutación.

Clasificación de las instalaciones :

De acuerdo con el REBT según la MI.BT.10, la clasificación del lugar de consumo es de edificio público, uso medio; siendo la clasificación del local según la MI.BT.025 la de un local de pública concurrencia.

Cuadro general de distribución :

El cuadro general de distribución se ubicará fuera del alcance del público. En dicho cuadro se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar con un poder de corte y calibre adecuado a la potencia admisible. El lugar donde este se instale estará provisto de alumbrado de emergencia.

Del cuadro partirán las líneas de alimentación a los diferentes subcuadros. Estas líneas dispondrán de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos apropiados. Estas líneas identificarán mediante placas de aluminio, baquelita o similar.

En el frontal del cuadro general deberán colocarse tres amperímetros y un voltímetro para conocimiento en todo instante de las características de funcionamiento de la instalación. Se dejará un 20% de espacio de reserva en el cuadro para futuras ampliaciones.

Cuadros secundarios:

Todos los cuadros secundarios se ubicarán en recintos que no sean accesibles al público. La distribución de los elementos de protección de los cuadros se hará de forma que queden agrupados por similitud de servicio.

En cuadro de instalaciones, se dispondrá de un cuadro específico para encendidos del alumbrado de zonas comunes del edificio. El cuadro estará dotado de interruptores y pilotos de señalización debidamente rotulados.

Se dispondrá de un cuadro específico para la instalación de aire acondicionado.

Líneas de distribución:

El sistema de distribución será empotrado.

Mecanismos:

Los circuitos y encendidos se diseñarán de forma que se consiga el mayor ahorro energético en la explotación de la instalación. Mediante sensores en aseos.

En el escenario, las tomas de corriente, voz y datos irán montados sobre una canal eléctrica, de forma que cualquier ampliación del número de mecanismos instalados pueda ejecutarse con facilidad.

Iluminación:

En zonas de uso público, se establecerán tres circuitos de alumbrado con protección diferencial independiente.

Los niveles y calidad de iluminación serán como mínimo los establecidos en las ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo. En particular se deberá garantizar los siguientes niveles de iluminación:

Zona de uso público y circulaciones 200 lux

El tipo de luminaria y número de estas serán las descritas en el capítulo de mediciones y presupuesto.

- Alumbrados especiales (alumbrado de emergencia, señalización y reemplazamiento)

El alumbrado de señalización funcionará de modo continuo señalando la situación de puertas, pasillos y salidas de locales durante todo el periodo que permanezca con público.

En cumplimiento de la instrucción MIBT025, por tratarse de un local de pública concurrencia, deberá contar con un alumbrado de emergencia para permitir en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación del público al exterior.

El alumbrado de emergencia garantizará los niveles lumínicos establecidos en la normativa vigente mediante la utilización de aparatos autónomos de 300 lúmenes en zonas de paso, 150 lúmenes en consultas y 60 lúmenes en aseos.

Cumplirán con normas UNE-EN605098-2-22, UNE 20062-93, UNE 20392-93 y DB-SI.

Los bloques de alumbrado de emergencia y señalización se situarán en los paramentos verticales a una distancia del techo de al menos 30 cm. Los correspondientes a las puertas se ubicarán en el montante de las mismas, siguiendo el mismo criterio apuntado en cuanto su distancia al techo.

En el vestíbulo se instalará alumbrado de reemplazamiento con autonomía de dos horas. Este alumbrado se realizará empleando las luminarias instaladas en dicha zona, a las que se les añadirá un kit de emergencia a base de baterías.

Compensación del factor de potencia:

Se dispondrá de una batería de condensadores automática para corrección del factor de potencia de toda la instalación. Cuando la potencia de una máquina instalada así lo aconseje, la corrección del factor de potencia de la misma se realizará a pie de máquina.

Normativa legal

La presente instalación cumplirá, con el vigente reglamento de B. T. D 842/02 de 2 de agosto, especialmente la ITC MIE-BT 028 para locales de pública concurrencia, normas particulares de la compañía suministradora de energía y el DB HE del CTE (en lo que pueda afectar a instalaciones eléctricas).

Potencias instaladas

El suministro eléctrico estar realizado a cuatro hilos, ya que es necesario disponer de tensión a 400/280 voltios, ya que algunos de los receptores para la climatización y el ascensor son trifásicos.

Las potencias instaladas son las siguientes:

- Circuitos de fuerza motriz = 140 KW
- Circuito de alumbrado = 21 Kw

Descripción de la instalación y interior:

Clasificación y características de las instalaciones según el riesgo de las dependencias de los locales.

Como ya hemos indicado, la presente actividad se dedica a casa al multiusos para la juventud, por lo que debiera cumplir con las instrucciones técnicas siguientes:

- Locales de pública concurrencia(ITC MIE-BT 028)
- Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible el punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloque el dispositivo Generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

El local este uso común o de pública concurrencia deberán tomarse en las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

2.4.9.2. CLIMATIZACIÓN:

Se dispondrá de una instalación para la producción termofrigorífica y para calefacción.

Está realizada con equipos de aire acondicionado del tipo ROOF-TOP con bomba de calor, en instalación con y sin conductos, dependiendo de las zonas. En la sala de baile está realizada con conductos circulares vistos fabricados en chapa galvanizada de 8 mm de espesor, ensambladas y rejillas regulables de aluminio.

El equipo instalado consiste en:

El equipos marca CIATESA de la serie SPACE modelo IPF 320 de potencia frigorífica 111,7 kw (60% aire extracción)- y de potencia calorífica 95,7 Kw (60% aire de extracción), 14.300 m³/hora, 15 mm, c.d.a. de presión estática disponible. Llevan incluido Free-cooling entálpico GESCLIMA PRO, con mando PGD y caja de mezcla de tres compuertas, regulación electrónica PCOC entálpico. También incorpora sonda de calidad de aire CO₂, para control automático de aportación fe aire exterior.

Las unidades de condensación tipo aire-agua con bomba de calor, ubicadas en la cubierta del edificio se situarán sobre bancadas flotantes, siendo soportadas por elementos antivibratorios, de forma que no puedan transmitir ruidos ni vibraciones molestas al resto del edificio.

La climatización requerirá de proyecto independiente para su legalización.

Producción frigorífica y para calefacción:

Se emplearán unidades de condensación del tipo aire-agua con bomba de calor, ubicadas en el local previsto en proyecto. El edificio deberá zonificarse atendiendo a criterios de uso, orientación, ocupación, etc..., de forma que se puedan obtener las condiciones ambientales de proyecto en todas las estancias del edificio.

Los equipos de producción serán de reconocida calidad, gran robustez y probada fiabilidad. Incluirán todo tipo de elementos de seguridad (presostatos de baja y alta, relés térmicos, presostatos de aceite, etc..) que protejan a la máquina ante posibles anomalías. Tendrán control electrónico con visualización de los parámetros de funcionamiento más representativos y posibilidad de telegestión. Se garantizarán niveles de presión sonora inferiores a 70 dBA medidos a 1 metro de distancia de las máquinas.

Redes de distribución :

La instalación de la red hidráulica será en circuito cerrado con retorno directo. Se dispondrá de un circuito primario y otro secundario. El circuito primario recirculará el agua a las unidades de producción desde un colector. El circuito secundario partirá desde el colector distribuyendo el agua a las unidades climatizadoras.

Las redes de agua serán tuberías de acero negro estirado sin soldadura DIN 2440, debidamente calorifugadas con cubretuberías de coquilla de poliuretano de celda cerrada y espesor según IT.IC. Se preverá la libre dilatación de las mismas mediante compensadores adecuados e incluirán purgadores de aire tipo boya automáticos con mando manual provistos de válvula de cierre para eliminar el aire del circuito.

Vasos de expansión :

Se dispondrá de vasos de expansión para absorber el aumento de volumen que experimenta el agua al aumentar su temperatura. Serán vasos cerrados con cámara de nitrógeno y membrana intercambiable.

Valvulería y elementos de sectorización:

Se colocaran llaves de corte adecuadas para permitir reparaciones sin que por ello deba interrumpirse el servicio al resto de los sectores. Así como válvulas de equilibrado.

Bombas de circulación:

Serán las encargadas de hacer circular el agua en el circuito primario y secundario. Serán bombas tipo in-line de alto rendimiento, siendo su velocidad de giro de 1450 r.p.m. Para cada uno de los circuitos se instalarán bombas de reserva en paralelo.

Distribución de aire:

Los conductos de distribución de aire tratado serán rectangulares de chapa de acero aislado exteriormente y protegido con tela de gallinero. El aire de retorno a las unidades climatizadoras será conducido mediante conductos rectangulares de chapa de acero.

El acoplamiento de los conductos a las unidades climatizadoras se realizará mediante elementos antivibratorios.

Los difusores de impulsión serán de aluminio anodizado en su color natural con plenum metálico aislado exteriormente y compuerta de regulación de caudal. El nivel sonoro en estos elementos no sobrepasará los 50 dBA en zonas generales y 45 dBA en el resto.

El retorno de aire se realizará a través de rejillas de lamas fijas de aluminio anodizado en color natural.

Las rejillas de entrada de aire exterior serán de aluminio anodizado en su color natural con lamas a 45 equipadas con malla antiinsectos.

Regulación y control:

Los termostatos de consigna para las unidades de acondicionamiento de aire, se situarán en lugar inaccesible para el público, realizándose el control preferentemente mediante la temperatura de retorno a la máquina.

Se incluirá en el sistema de regulación los mecanismos necesarios (sondas de temperatura exterior, compuertas de mezcla para freecooling...) para conseguir mantener la temperatura de proyecto con el mínimo gasto de explotación de la instalación.

Junto a las zonas de control se ubicarán cuadros para la maniobra de la instalación de climatización. Desde dicho cuadro se podrá accionar (paro-marcha) todos los elementos de la instalación. Estará dotado de pilotos de señalización y dispondrá de un reloj programador o autómatas programables que permita operar la instalación de forma automática y fijar un calendario de funcionamiento.

2.4.9.3. FONTANERIA:

Acometidas y sus llaves

La acometida dispondrá de llave de toma, llave de registro, llave de paso, etc.... y elementos de filtraje para protección de la instalación, colocándose medidores de consumo de acuerdo a las normas de la compañía suministradora.

Red de agua

Se dispondrá de los elementos de corte necesarios para permitir trabajos de mantenimiento en cualquier momento, distorsionando lo menos posible el resto de la instalación. Al menos se dispondrá llaves de corte en cada sala húmeda, para agua fría y para agua caliente.

Agua caliente sanitaria.

La producción de agua caliente se realizará mediante sistema de captadores térmicas solares con apoyo de calentadores acumuladores eléctricos homologados por Industria, que se colocarán en falso techo, próximos a los aparatos de consumo. Las tuberías de agua caliente sanitaria irán calorifugadas. En aseos y vestuarios se colocará calentador eléctrico de 60 litros.

Instalaciones sanitarias

Los servicios higiénicos para uso público irán separados por sexos, distribuido en planta baja y en la planta primera, estando todos ellos habilitados en dimensiones y forma para personas con movilidad reducida, cumpliendo con creces lo indicado en el Decreto 193/1988 sobre eliminación de barreras arquitectónicas. Además se disoné de vestuario-aseos para el servicio e personal.

La ventilación de estos servicios se realizará mediante ventilación natural pues comunican directamente con el exterior.

La distribución y ubicación de aparatos sanitarios, pueden verse en el plano adjunto, que como se aprecia cumple la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, así como el Vigente Reglamento de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas.

•Número de aparatos higiénicos

El aforo total previsto es de 622 personas. Para este aforo según el apartado 6.2 de la instrucción de 11 de febrero de 1998, que la Consellería de Presidencia serán necesarios, como mínimo, los siguientes aparatos sanitarios:

- Para señoras 7 inodoros y 4 lavabos
- Para caballeros 4 inodoros, 4 urinarios y 4 lavabos

Los aparatos sanitarios instalados son los siguientes:

Para señoras tenemos:

- Aseos planta baja: 6 inodoros (uno adaptado) y 3 lavabos.
- Aseo planta primera: 6 inodoros y 3 lavabos.

Es decir un total de 12 inodoros y seis lavabos. **CUMPLE**

Para caballeros tenemos:

- Aseos en planta: 2 inodoros (uno adaptado), 2 urinarios y 3 lavabos.
- Aseo planta primera: 2 inodoros, 2 urinarios y 2 lavabos.

Es decir un total de 4 inodoros, 4 urinarios y 4 lavabos. **CUMPLE**

2.4.10. OTRAS INSTALACIONES

Instalación de protección contraincendios:

Instalación detección automática

Se montará una centralita automática de detección de incendios con capacidad acorde al número de zonas en que se haya dividido el edificio.

Se colocarán detectores en número y características adecuadas a los locales a proteger, según se indican en los planos y de acuerdo con las normas DB-SI. Tanto el sistema de detección como los detectores cumplirán la norma UNE 23007.

Extintores de incendio

Figuran en planos en número adecuado conforme a la DB-SI. Se ajustarán al “Reglamento de aparatos a presión” y a su ITC MIE AP 5, así norma UNE 23.110.

Instalación contra intrusión:

Central de detección

Se instalará una central microprocesadora programable de detección para las zonas previstas, con los siguientes elementos: Terminal con teclado, batería de alimentación de emergencia e indicador de estado de la misma y armario metálico estanco.

Detectores

Los detectores serán detectores de infrarrojos pasivos, con procesamiento de la señal multicriterio controlada por microprocesador, de alcance adecuado y con las siguientes características: sensor piroeléctrico dual, indicador luminoso de estado del detector, interruptor antisabotaje, activación 2-4 seg, alimentación 12 Vcc, consumo <30 mA, contactos mediante relés, resistencia contra perturbaciones electromagnéticas, protección IP 44 según norma UNE 20324-89, temperatura de utilización -10-50 °C, bornas de conexionado alojadas en interior de carcasa, etc....

Audiovisuales:

Antena TV

Se instalará tomas de antena de TV.

Telefonía e Informática:

Cableado estructurado

Se dispondrá de armarios de distribución para todo el edificio situado en la zona de control, donde se centralizarán los cableados correspondientes a este edificio. Los armarios tendrán una anchura de 19" y altura suficiente para albergar los paneles de interconexión y equipos activos que se necesiten instalar. Deberán estar dotados de termómetro digital, alarma diferencial, relés magnetotérmicos, pilotos de señalización luminosa y acústica, tomas de corriente eléctrica y buena ventilación. Los armarios estarán dotados de una puerta transparente.

Dentro de los armarios repartidores se instalarán los paneles de interconexión, formados por conectores RJ45 hembra, cada uno de estos conectores será la terminación de un cable proveniente de un puesto de trabajo y se unirá mediante los correspondientes latiguillos de interconexión a los terminales.

El cable a emplear en el tendido horizontal será del tipo UTP 4 pares de hilos y categoría 5. El tendido se realizará mediante canaletas adecuadas para garantizar su protección y futuras ampliaciones. Los cables partirán desde el armario de distribución y terminarán en las tomas de los puestos de trabajo. Tras la instalación ésta deberá ser sometida a las pruebas de validación con el instrumental adecuado para medir la atenuación continuidad y ruido.

2.4.11. VARIOS

Señalización:

Comprenderá toda la propia de un Edificio Público Casal Multiusos, tanto exterior como interior de acuerdo con las Normas de Identificación Corporativa Municipal.

En el acceso se colocará señalización de 70 x 70 cm. de identificación del edificio.

En el vestíbulo del edificio, se colocarán:

- Un directorio general de planta, indicando cada una de las áreas y zonas, con esquema gráfico de la planta.
- Sicalíptica indicativa del núcleo de aseos a público y vestuarios.

En el núcleo de aseos al público, se colocarán, los pictogramas correspondientes a cada uno de ellos, con la indicación de sexo y de uso para minusválidos.

Independientemente de todo lo indicado anteriormente se colocará las señalizaciones previstas en la Norma DB-SI, indicativas de las vías de evacuación, vías sin salida, ocupación máxima de cada zona,... etc.

2.4.12. MOBILIARIO

En el proyecto de ejecución se incluirán los planos necesarios y de detalle que definan completamente, la distribución interior del edificio, así como las barras, las escaleras, las barandillas...

Protección: Barandilla a sala multiusos, pasarela y terrazas, barandilla de acero inoxidable, compuesta por pasamanos tubo 40x15, balustres de pletina 40x10 y U de 15x15x15 para alojar el cristal. Cristal de 4+4 con lamina butiral.

Barandilla escalera emergencia a calle, en acero inoxidable en 7 tramos unidos por montantes verticales de tubo cuadrado y 4 travesaños horizontales y pasamanos de tubo redondo sujeto por varillas conformadas en ángulo recto y soldadas.

En escalera de ascensor pasamanos de acero inoxidable de 40x15 con varilla y embellecedores a pared.

Fregaderos en las barras serán de fibra.

Aparatos sanitarios de la casa Roca, modelo Sydney serie colgada en todos los aseos color a elegir por la propiedad.

Todos los desagües de los mismos irán conectados a la bajante del inodoro, todos ellos de PVC, la grifería será de monomando.

3. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE. **RECOMENDACIONES**

Introducción

Tratándose nuestro Proyecto Final de Grado en el Estudio de Eficiencia Energética del consiguiente Local Multiusos, el cumplimiento de CTE nos remitiremos únicamente a la parte que nos afecta directamente: Ahorro Energético (HE).

El presente proyecto consiste en un EDIFICIO CASAL MULTIUSOS, situado en C/ Serra, parcelas B-15 y B-16 de Benaguasil (Valencia).

El encargo ha sido realizado por M.I. Ayuntamiento de Benaguasil.

Tal y como se describe en el artículo 1 del DB HE, "Objeto": "Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente.

La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

Las Exigencias básicas de ahorro de energía (HE) son las siguientes:

Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

3.1. HE1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA:

"Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la *demanda energética* necesaria para alcanzar el *bienestar térmico* en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los *puentes térmicos* para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos"

3.1.1. Aplicabilidad.

El cumplimiento de este documento básico es aplicable a nuestro edificio por ser de nueva construcción.

Entre los dos procedimientos alternativos de comprobación se opta por la **opción simplificada**, basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límites permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2. del CTE-DB-HE.

En esta opción se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los *cerramientos* y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.

Puede utilizarse la opción simplificada pues se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:

- a) El porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie (en este caso es del 20%); o bien, como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.

En el caso de que en una determinada fachada el porcentaje de huecos sea superior al 60% de su superficie y suponga un área inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio, la transmitancia media de dicha fachada U_F (incluyendo parte opaca y huecos) será inferior a la transmitancia media que resultase si el porcentaje fuera del 60%.

- b) El porcentaje de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta (en nuestro caso no existen lucernarios).

No se trata de edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.

En el caso de obras de rehabilitación, se aplicarán a los nuevos cerramientos los criterios establecidos en esta opción.

3.1.2. Datos previos.

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2. del DB-HE.

Se determinará la zona climática a partir de valores tabulados.

Zonificación climática:

Tal y como se establece en el artículo 3, apartado 3.1.1 del DB-HE “zonificación climática”:

“Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados.”

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 del Apéndice D del DB HE en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia.

La provincia del proyecto es VALENCIA, la altura de referencia es 8 y la localidad es BENAGUASIL con un desnivel entre la localidad del proyecto y la capital de 109m.

La temperatura exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 10,4 °C y la humedad relativa exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 63 %.

Por tanto, la zonificación climática resultante es B3.

Además atendiendo a la clasificación de los puntos 1 y 2, apartado 3.2.1 de la sección 1 del DB HE, existen espacios interiores clasificados como “espacios habitables de alta carga térmica”. Y según clasificación del punto 3, apartado 3.2.1 también existen espacios interiores clasificados como “espacios de clase de higrometría 4”.

3.1.3. Valores límite de los parámetros característicos medios

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen su *envolvente térmica*, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2. de la sección 1 del DB HE.

En el presente proyecto los valores límite son los siguientes:

ZONA CLIMATICA B3										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno								U _{Mlim} : 0,82 W/m ² K		
Transmitancia límite de suelos								U _{Slim} : 0,52 W/m ² K		
Transmitancia límite de cubiertas								U _{Clim} : 0,45 W/m ² K		
Factor solar modificado límite de lucernarios								F _{Llim} : 0,30		
% de huecos	Transmitancia límite de hueco						Factor solar modificado límite huecos F _{Hlim}			
	U _{Hlim} W/m ²						Baja carga interna		Alta carga interna	
N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	--	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	--	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	--	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	--	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38
(1) En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U _{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor de U _{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas B3 y B4.										

Los parámetros característicos que definen la *envolvente térmica* se agrupan en los siguientes tipos:

- a) Transmitancia térmica de muros de fachada UM;
- b) Transmitancia térmica de cubiertas UC;
- c) Transmitancia térmica de suelos US;
- d) Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno UT;
- e) Transmitancia térmica de huecos UH;
- f) Factor solar modificado de huecos FH;
- g) Factor solar modificado de lucernarios FL;
- h) Transmitancia térmica de medianerías UMD.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los *cerramientos y particiones interiores* de la *envolvente térmica* tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 de la sección 1 del DB HE en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

En el caso del proyecto del que es objeto esta memoria los valores máximos de transmitancia son los siguientes:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica (U) máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica en $W/m^2 K$, zonas:

Cerramientos y particiones interiores	B
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con <i>espacios no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,07
Suelos	0,68
Cubiertas	0,59
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70
Medianerías	1,07

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

(2) Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a $1,2 W/m^2 K$.

Condensaciones

Las condensaciones superficiales en los *cerramientos y particiones interiores* que componen la *envolvente térmica* del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los *cerramientos y particiones interiores* que componen la *envolvente térmica* del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Permeabilidad al aire

Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los *cerramientos* se caracterizan por su permeabilidad al aire.

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los *cerramientos* que limitan los *espacios habitables* de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

Tal y como se recoge en la sección 1 del DB HE (apartado 2.3.3): La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá un valor inferior a $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$.

Clasificación de los espacios:

En niveles 1: Locales destinados a almacén y vestuarios. Se considera no habitable.

En nivel 2,3 y4: Casal Multiusos = espacio no habitables.

A efectos de cálculo de la demanda energética, alta o baja carga interna: Todos estos espacios se consideran de baja carga interna.

A efectos de comprobación de limitación de condensaciones: clase de higrometría: Todos estos espacios se consideran de clase de higrometría 3 o inferior.

3.1.4. Definición de la envolvente térmica:

Compuesta por los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior y particiones interiores que limitan espacios habitables con espacios no habitables.

- Orientación de la fachada: SUR
- Medianeras: NORTE, ESTE, OESTE
- Cubierta: azotea transitable.

3.1.5. Comprobación del cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías:

El edificio se encuentra en la *zona B*, por lo que la permeabilidad de las carpinterías con una sobrepresión de 100 Pa debe ser inferior a $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$. Las ventanas de edificio están clasificadas como del tipo A-2 según la NBE-CT-79, por lo que su permeabilidad a una sobrepresión de 100 Pa está entre 7 y $20 \text{ m}^3/\text{h m}^2$, valores inferiores a 50.

3.1.6. Documentación justificativa

Para justificar el cumplimiento de las condiciones que se establecen en la Sección 1 del DB HE se adjuntan fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad que figuran en el Apéndice H del DB HE para la zona habitable de baja carga interna y la de alta carga interna del edificio.

Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA B3	Zona de baja carga intern	Zona de alta carga intern X
-------------------	---------------------------	-----------------------------

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
NE	Muro en contacto con el aire	142,08	0,65	92,35	$\sum A = 142,08$ $\sum A \cdot U = 92,35$ $\sum U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A = 0.65$
	Muro en contacto con el terreno	88,98	0,65	57,83	
SO	Muro en contacto con el aire	21,12	0,65	13,73	$\sum A = 110,10$ $\sum A \cdot U = 71,56$ $\sum U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A = 0.65$
	Muro en contacto con el terreno	6,93	0,65	4,5	
SE	Muro en contacto con el terreno	330,29	0,65	214,68	$\sum A = 337,22$ $\sum A \cdot U = 219,88$ $\sum U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A = 0.65$
	Muro en contacto con el aire	6,93	0,65	4,5	
NO	Muro en contacto con el terreno	377,66	0,65	219,47	$\sum A = 344,59$ $\sum A \cdot U = 223097$ $\sum U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A = 0.65$
	Muro en contacto con el aire				

SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
Apoyados sobre el terreno		704,73	0.49	345,31	$\sum A = 704,73$ $\sum A \cdot U = 345,31$ $\sum U_{Sm} = \sum A \cdot U / \sum A = 0.49$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm} , FLm)					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
En contacto con el aire		704,73	0.42	345,31	$\sum A = 704,73$ $\sum A \cdot U = 345,31$ $\sum U_{Cm} = \sum A \cdot U / \sum A = 0.42$

HUECOS (U_{Hm} , FHm)					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
SO	Huecos	40,72	5,7	232,1	$\sum A = 40,72$ $\sum A \cdot U = 232,10$ $\sum U_{Hm} = \sum A \cdot U / \sum A = 5,70$
	Huecos	17,65	5,7	100,6	
SE	Huecos	4,86	5,7	27,7	$\sum A = 4,86$ $\sum A \cdot U = 27,70$ $\sum U_{Hm} = \sum A \cdot U / \sum A = 5,70$
	Huecos	10,3	5,7	58,71	
NO	Huecos				$\sum A = 10,30$ $\sum A \cdot U = 58,71$ $\sum U_{Hm} = \sum A \cdot U / \sum A = 5,70$
	Huecos				

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMATICA B3	Zona de baja carga térmica	Zona de alta carga interna X
-------------------	----------------------------	------------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U _{max} (proyecto)	U _{max}
Muros de fachada	0,65	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,65	≤ 1,07
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,65	
Suelos	0,49	≤ 0,68
Cubiertas	0,42	≤ 0,59
Vidrios de huecos y lucernarios	5,7	
Marcos de huecos y lucernarios	5,7	≤ 5,7
Medianerías	0,65	≤ 1,07

Particiones interiores (edificios de viviendas)(3)	≤ 1,2 w/m ² k
--	--------------------------

MUROS DE FACHADA	HUECOS
UMn	U _{hm}
U _{lim}	U _{hlim}
NE	5,7
SO	5,7
SE	5,7
NO	5,7
	≤ 0,82
	≤ 5,7

CERRAMIENTO CONT.	SUELOS	CUBIERTAS	LUCERNARIOS
U _{tm}	U _{sm}	U _{cm}	FL _m
U _{lim}	U _{slim}	U _{clim}	FL _{lim}
0,65 ≤ 0,82	0,49 ≤ 0,52	0,42 ≤ 0,45 ≤ 0,3

FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones

CERRAMIENTO HORIZONTAL,SUELO CONTACTO CON TERRENO												
Tipos	C. superficial es		C. intersticiales									
	fR _{si}	0,809	P _{sat,n}	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8	Capa 9
Fach.	fR _{si}	0,809	P _{sat,n}	1305,238	2180,85	2202,638						
	fR _{si min}	0,52	P _n	1012,463	1067,035	1285,323						
Suelo	fR _{si}	0,852	P _{sat,n}	1311,679	1763,348	2054,165	2118,141	2256,232				
	fR _{si min}	0,52	P _n	863,028	866,47	1187,782	1227,946	1285,323				
Cubier. metal	fR _{si}	0,869	P _{sat,n}	891,214	2193,146	2193,232						
	fR _{si min}	0,61	P _n	891,214	891,214	1285,323						
Cubier. Transit.	fR _{si}	0,869	P _{sat,n}	1172,547	1216,576	1226,556	1874,884	1889,468	1954,041	1961,59	2028,312	2250,259
	fR _{si min}	0,56	P _n	793,743	793,747	793,754	794,13	794,137	1263,848	1264,599	1264,656	1285,323

3.2. HE2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.

El edificio dispondrá de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE.

ANEXO DECLARATIVO DEL R.I.T.E. Y LAS I.T.E.:

Al presente PROYECTO ARQUITECTÓNICO le es de aplicación el Real Decreto 1.751/1998., de 31 de julio (B.O.E., nº. 186 de 5 de agosto de 1998), por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, (R.I.T.E), y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, (I.T.E), según el artículo quinto, por ser una OBRA DE NUEVA PLANTA.

La producción de agua caliente sanitaria (**ACS**) en la vivienda será mediante un calentador eléctrico acumulador de 60 l. La ubicación del calentador será la especificada en los planos.

El local dispone de **sistema de climatización** lo que garantiza el cumplimiento de la exigencia ambientales y de conformidad reflejadas en la UNE 13779/2005 y en la ITE 1.1 del RITE.

Según se desprende de apartado 1.1.4.2.2 de la IT del RITE la calidad del aire para este tipo de locales será IDA3 (calidad media).

El caudal del aire exterior para cubrir las exigencias ambientales del local será la reflejada en la tabla 1.4.2.1, que para el caso de IDA3 es de 8 dm³/segundo·persona.

El resultado obtenido para la totalidad del local, con un aforo máximo de 500 personas es de 14.400 m³/h.

El sistema de climatización instalado, junto con las aberturas de comunicación directa con el exterior, son capaces de renovar los caudales de aire indicado, no siendo necesaria la instalación de ningún otro sistema para conseguir la calidad de aire indicada en el R.D. 1027/2007 por el que se aprueba en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

3.3. HE3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.

El CTE en su exigencia HE-3 establece unas directrices de diseño y unas limitaciones en cuanto al consumo energético de las instalaciones de iluminación interior de los edificios con la finalidad de obtener unas instalaciones más eficientes.

Este objetivo de minimizar el consumo se desarrolla desde varios aspectos. Un aspecto fundamental es minimizar la potencia a instalar (lámpara + equipo auxiliar) para conseguir los niveles de iluminación media, adecuados a las necesidades de cada local en función de su uso, teniendo en cuenta el consumo de las lámparas y de los equipos auxiliares.

Esto se cuantifica a través del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación VEEI. En otro aspecto se pretende adaptar el consumo en función de las necesidades de cada momento mediante sistemas de regularización y control, por una parte evitando el uso innecesario en periodos no ocupacionales del local y por otra parte adaptándose a la contribución en el nivel de iluminación proporcionado por la luz natural en función de las características geométricas y constructivas del local.

En este apartado el arquitecto y director del proyecto tuvo la siguiente consideración:

Según el punto 1.1. del DB-HE3, los interiores de las viviendas se excluyen del ámbito de aplicación del cumplimiento del HE3.

En este proyecto, no se considera necesario ninguna solución encaminada al ahorro de energía en la instalación de iluminación, dado el carácter propio y particular de la utilización de la misma. Todas las dependencias de la vivienda dispondrán de un sistema de encendido y apagado manual.

A pesar de ello, en el presente estudio de eficiencia energética explicaremos cómo obtener un ahorro óptimo.

El CTE establece que aunque se esté excluido de la obligatoriedad de aplicación de esta exigencia se deben mantener las directrices de ahorro de energía justificando que tipo de soluciones se han adoptado para este fin.

3.3.1. Criterios de eficiencia energética.

A continuación se desarrolla una breve descripción de los criterios y proceso de justificación de cada uno de los aspectos que persiguen obtener una mayor eficiencia energética. Figura 10.

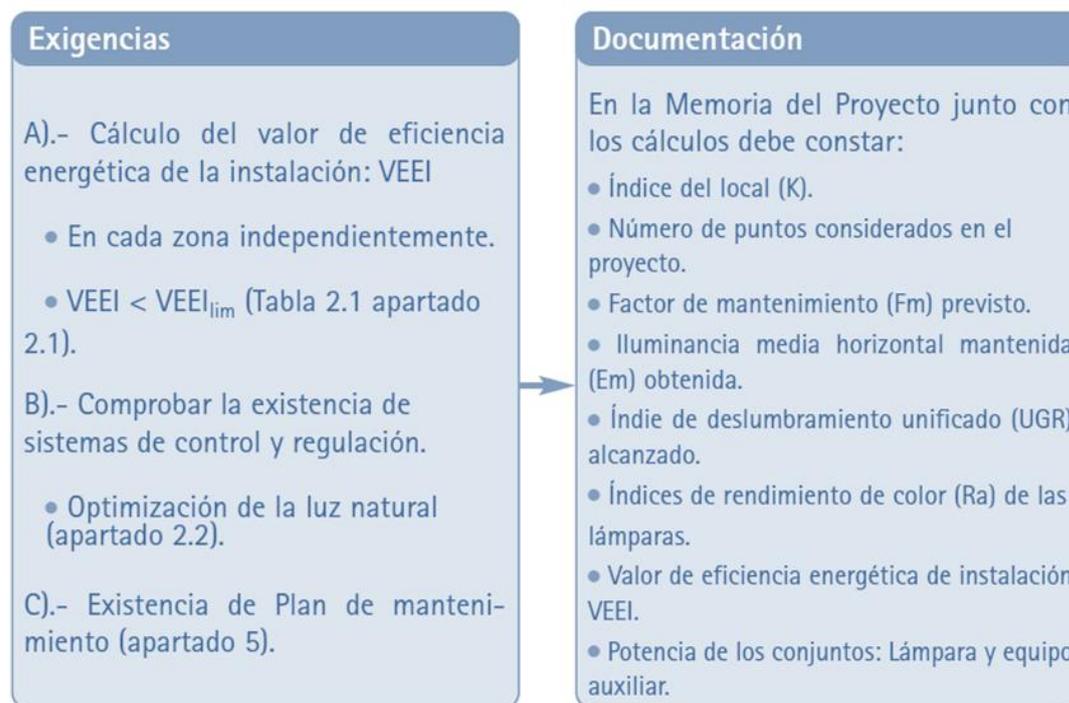


Figura 10. Exigencias y documentación según DH-HE 3. Fuente: CAATV

3.3.2. Cálculo del valor de Eficiencia Energética de la Instalación VEEI (apartado 2.1). $VEEI < VEEI$ límite (Tabla 2.1)

En el proceso de diseño y dimensionamiento de las instalaciones de iluminación se tienen en cuenta tres parámetros:

- 1.- El uso al que se destina el local, ya que el tipo de tarea determinará qué niveles de iluminación media objetivo (E) que se deben de garantizar y que vienen fijados por la “Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo”.
- 2.- Las características geométricas del local cuantificado a través el índice del local (K) en función de las dimensiones en planta y la altura de ubicación de las luminarias respecto del plano de trabajo.
- 3.- Las condiciones de contorno que influyen en el nivel de iluminación obtenido como las características y reflectancias de las paredes, techos y suelos, acabados, mobiliario previsto a través del factor de utilización y por último del factor de mantenimiento.

Con estos tres parámetros se dimensiona la instalación a través de programas informáticos prefijando el nivel de iluminación medio objetivo, el tipo de lámpara y luminaria y la disposición de las mismas, obteniendo como resultados que deben reflejarse en el proyecto los siguientes:

- Potencia total de lámpara y equipo auxiliar: P (W).
- Rendimiento de color: Ra (adimensional).

- Nivel de iluminación media horizontal: Em (Lux).
- Índice de deslumbramiento unificado: UGR (adimensional)
- Valor de eficiencia energética de la instalación: VEEI (W/lux·m²).

El método utilizado por el CTE para poder cuantificar de forma objetiva si la cantidad de potencia que se esté instalando es excesiva, consiste en determinar el VEEI y limitar su cuantía. Este valor indica cuánta potencia se está consumiendo por unidad de superficie para conseguir un nivel de iluminación de 100 lux. Se podría decir, por tanto, que cuanto más eficiente sea la lámpara y equipamiento auxiliar, mayor intensidad luminosa aporta por potencia consumida y menor será el VEEI, consiguiendo un mayor ahorro energético.

Los valores límites establecidos por el CTE se determinan en función de los criterios de diseño, englobándose en dos grandes grupos y del uso del local, indicados en las tablas 2.1, Figura 11.

- a) Grupo 1: Zonas de no representación en los que prevalecen los criterios de nivel de iluminación, confort visual, seguridad y eficiencia energética. (Eficiencia).
- b) Grupo 2: Zonas de representación en los que prevalecen los criterios de diseño, imagen o estado anímico que se quiera transmitir al usuario. (Estética).

Cabe destacar que esta limitación de diferente cuantía según el grupo al que pertenezca puede llevar, como ejemplo, que un local de uso administrativo en general, en el cual prevalezca la estética (grupo 2) permita que se consuma un 71% más de potencia que si prevalece la eficiencia (grupo 1).

Por otro lado una zona común (recibidor, distribuidor, pasillos, escaleras, aseos públicos) si pertenece al grupo 2 se permite que consuma un 222% más que si pertenece al grupo 1. Y en el caso de zonas comunes de edificios residenciales su cuantía es del 66% más. Esto necesariamente conlleva que se deba plasmar adecuadamente en la memoria del proyecto los criterios de diseño que justifican a qué grupo pertenece la instalación.

En la figura 11, se pueden observar estos límites:

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
espacios deportivos ⁽⁵⁾	5	
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
zonas comunes ⁽¹⁾	10	
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12	

Figura 11. Valores límite de la eficiencia energética en la instalación. Fuente: CTE DB-HE3 Tabla 2.1

En el caso que se estudia el grupo es el 2, zona de representación, cuyo VEEI límite es de 10. El local Multiusos se divide principalmente en tres zonas de iluminación, estas son: el Hall, la Sala central o de Baile, y el Bar-cafetería.

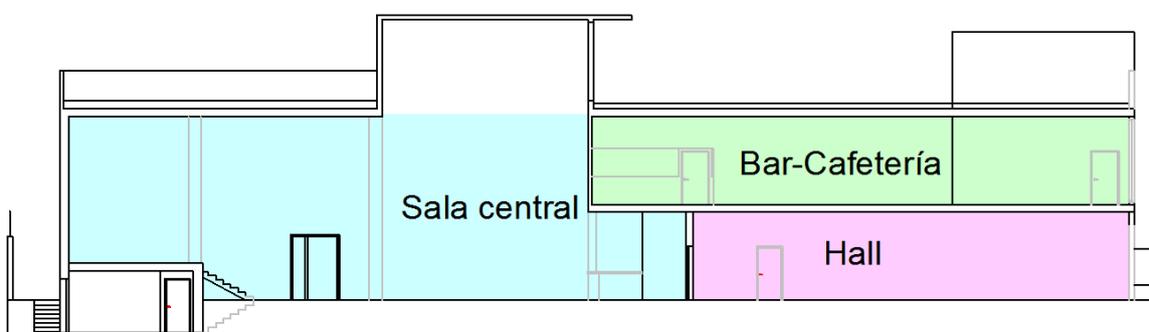


Figura 12. Sectorización según zonas de iluminación. Sección longitudinal plano del edificio.

Características sala central:

- Superficie de la sala 350 m²
- 13 Proyectoros halógenos, tipo campana colgada modelo MEGALUX, con lámpara de 400 W cada unidad.
- Intensidad luminosa 600 lumen/m²

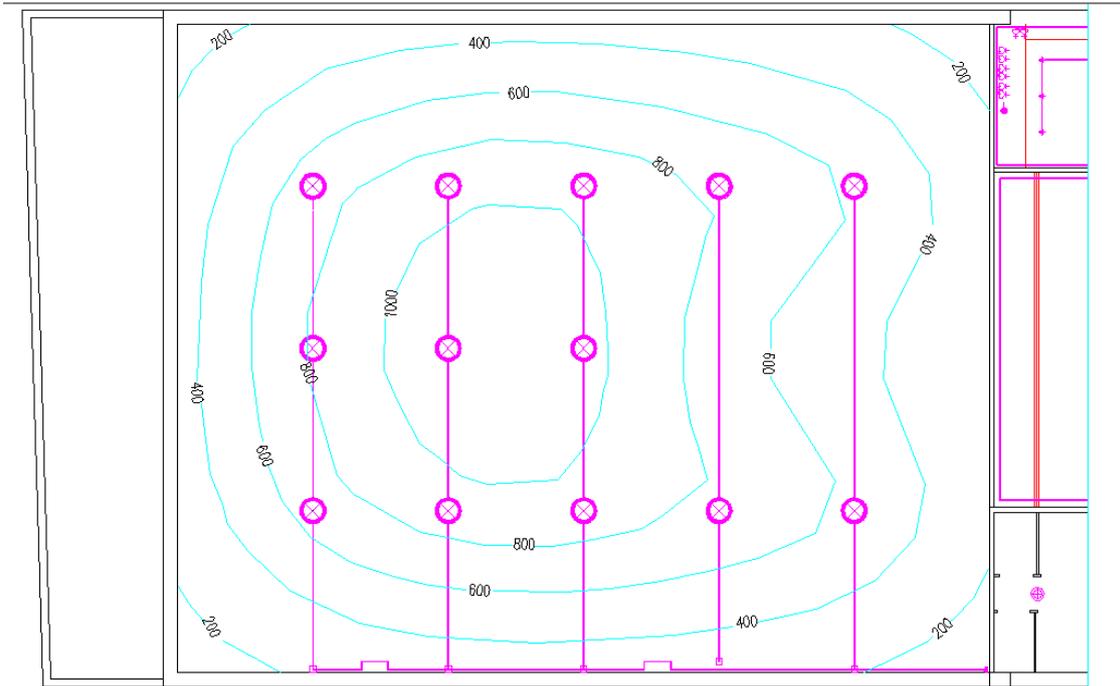


Figura 13. Nivel de iluminación. Planta de la sala principal.

Por tanto la potencia instalada por metro cuadrado será de: 14,8 W/m²
Y la superficie iluminada por lámpara: 26,92 m²

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

P= Potencia de la lámpara (W)

S = Superficie iluminada (m²)

Em= iluminación media mantenida (lux)

$$VEEI = \frac{400 \cdot 100}{26,92 \cdot 600} = 2,47$$

El valor de la eficiencia energética en la instalación es de 2,47 < 10 VEEI límite. A pesar de no haber hecho mucho hincapié en el proyecto en la eficiencia energética en iluminación, se observa que existen lámparas bastante eficientes.

Características Hall:

- Superficie sala: 150 m²
- 40 Puntos de luz empotrados, para lámparas de bajo consumo tipo downlights, modelo FUGATO COMPACT con 2 lámparas de 2 x 26 W c/u.
- Intensidad luminosa 200 lumen/m².

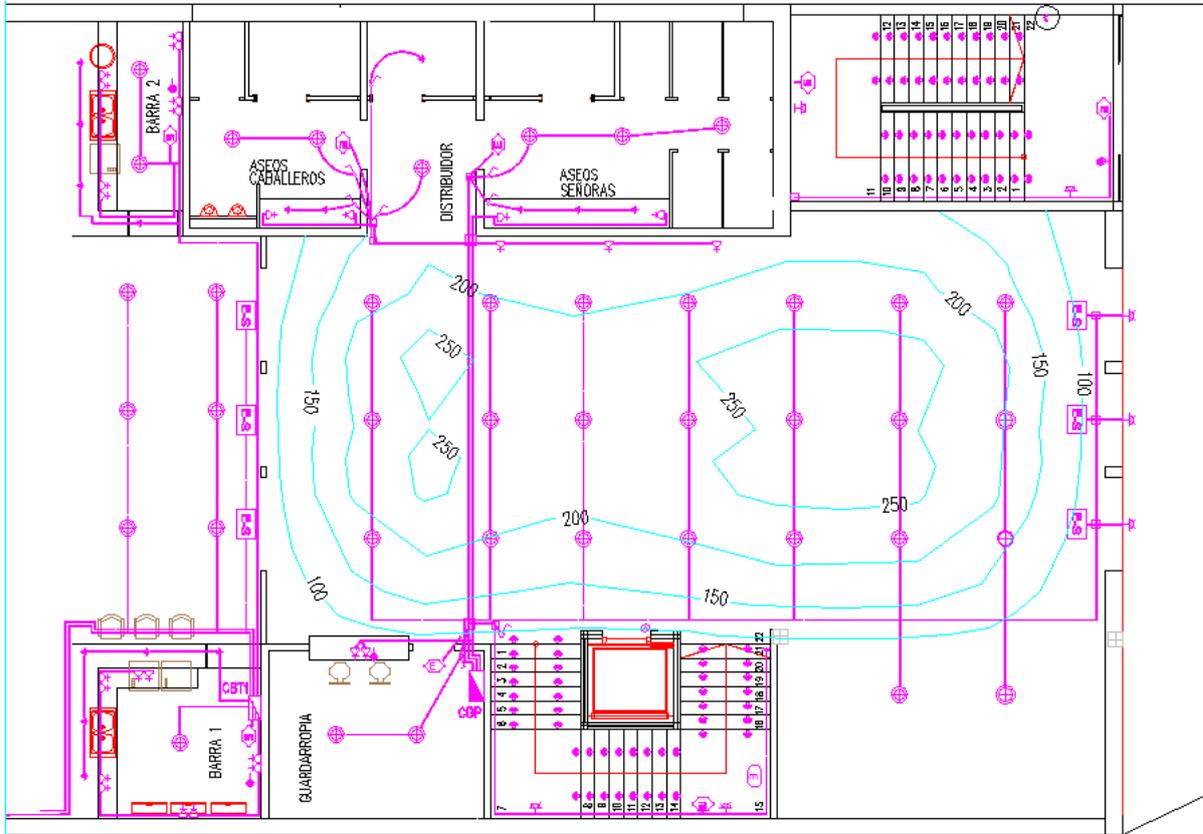


Figura 14. Nivel de iluminación. Planta Hall.

Por tanto la potencia instalada por metro cuadrado será de: 2,88 W/m²
 Y la superficie iluminada por lámpara: 3,75 m²

$$VEEI = \frac{52 \cdot 100}{3,75 \cdot 200} = 6,93$$

El valor de la eficiencia energética en la instalación es de 6,93 < 10 VEEI límite.

Características Bar-Cafetería:

- Superficie sala: 145 m²
- 34 Puntos de luz empotrados, para lámparas de bajo consumo tipo downlights, modelo FUGATO COMPACT con 2 lámparas de 2 x 26 W c/u.
- Intensidad luminosa 200 lumen/m².

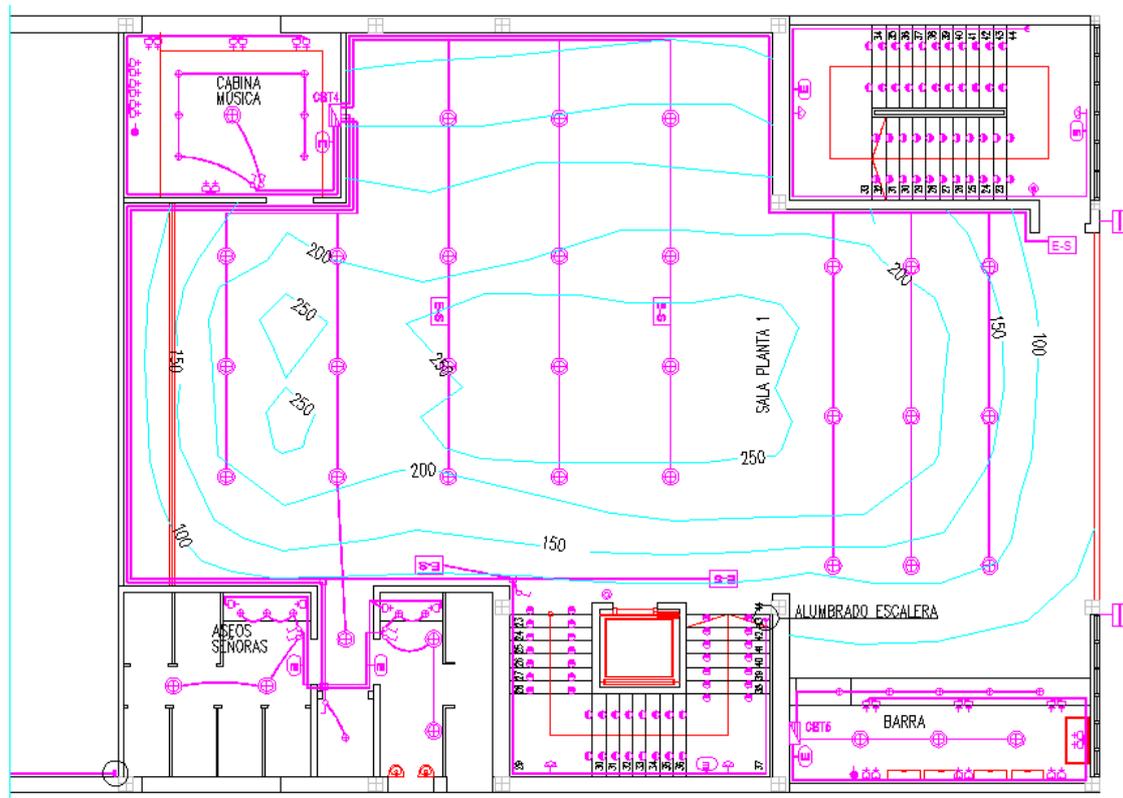


Figura 15. Nivel de iluminación. Planta Primera, Cafetería-Bar.

Por tanto la potencia instalada por metro cuadrado será de: 2,78 W/m²
 Y la superficie iluminada por lámpara: 4,26 m²

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

P= Potencia de la lámpara (W)
 S = Superficie iluminada (m²)
 Em= iluminación media mantenida (lux)

$$VEEI = \frac{52 \cdot 100}{4,26 \cdot 200} = 6,10$$

El valor de la eficiencia energética en la instalación es de 6,10 < 10 VEEI límite.

3.3.3. Sistema de control y de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural (Apartado 2.2.) para cada zona.

Para minimizar el uso innecesario se establece que toda zona dispondrá de un sistema de encendido y apagado manual y las zonas de uso esporádico de sistemas de detección de presencia o temporización.

Por otro lado, se pretende disminuir el consumo energético de la instalación reduciendo el nivel de iluminación a aportar, cuando se prevea una iluminación natural del local, obteniendo el nivel de iluminación adecuado al lugar de trabajo como suma de ambos, en este sentido se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural en todas las luminarias situadas bajo un lucernario y en la primera línea de luminarias paralela de la ventana a una distancia inferior a 3 metros, en los usos que aparecen en la tabla 2.1. siempre y cuando se garantice que esta aportación es importante, lo cual se instrumenta analizando la ausencia de sombras continuadas sobre la zona acristalada por altura del edificio colindante o del patio interior, del grado de transmitancia del acristalamiento y del área del hueco respecto al área interior envolvente del mismo, cuantificándose para cada caso.

Quedan excluidas del sistema de aprovechamiento de luz natural las zonas comunes de edificios residenciales, habitaciones de hospitales, hoteles y tiendas y pequeño comercio.

Los sistemas a tener en cuenta son:

- Sistema de control y regulación: Controla de forma manual o automática el encendido, apagado o el flujo luminoso.
 - Regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
 - Control de encendido y apagado según presencia en la zona mediante infrarrojos, acústico por ultrasonidos, por microondas o híbridos.
 - Regulación y control por sistema centralizado de gestión.
 - Regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, cristalerías, etc.
- Sistema de aprovechamiento de luz natural: Regula automáticamente el flujo luminoso de la lámpara en función del aporte natural, de forma que la contribución de ambos logre el nivel de iluminación fijado en el sensor de luz.
 - Regulación todo/nada: La iluminación se enciende/apaga por debajo/ encima de un nivel de iluminación prefijado.
 - Regulación progresiva: La iluminación se va ajustando progresivamente según el aporte de luz natural hasta conseguir el nivel prefijado.
- Sistema de temporización: Controla automáticamente el apagado en función del tiempo transcurrido desde el encendido prefijado. El sistema de regulación puede ser “punto a punto” cuando se trata de luminarias inteligentes con un sensor y una reactancia electrónica regulable, o “por local” gestionado con un sensor, un controlador y reactancias electrónicas regulables.

3.3.4. Equipos (apartado 4)

Desde el punto de vista de los equipos se limita la potencia que puedan consumir los equipos auxiliares de cada lámpara en función de su tipología de modo que la potencia del conjunto no superará los valores indicados en las tablas 3.1 y 3.2.

Esto es muy importante en el sentido de que en el control de recepción de obra se deba aportar por parte del fabricante la documentación que justifique la potencia total.

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material, particularmente los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes (R.D. 832/2002, de 2 de agosto).

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor halogenuros metálicos
50	60	62	--
70	--	84	84
80	92	--	--
100	--	116	116
125	139	--	--
150	--	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277(3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

Figura 16. Valores límite de la eficiencia energética en la instalación. Fuente: CTE DB-HE3 **Tabla 3.1. Lámparas de descarga.**

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2x35	85
3x25	125
2x50	120

Figura 17. Valores límite de la eficiencia energética en la instalación. Fuente: CTE DB-HE3 **Tabla 3.2. Lámparas alógenas de baja tensión.**

A.- Lámparas

La elección adecuada del tipo de lámpara se instrumenta a partir de los principales parámetros luminotécnicos como son:

Temperatura de color. Temperatura absoluta (K) a que debemos de llevar un cuerpo negro para que las radiaciones que generen produzcan la misma sensación de color que la fuente luminosa. Figura 18.

Temperatura de color	Apariencia de color	Uso
>5.000 K	Fría (azulada)	Altos niveles de iluminación
3.000 K - 5.000 K	Neutra	Zonas de trabajo
<3.000 K	Cálida (rojiza)	Zonas residenciales

Figura 18. Exigencias y documentación según DH-HE 3. Fuente: CAATV

Rendimiento de color. Capacidad de reproducción de colores y se cuantifica con la norma CIE publicación nº 13 a través del Índice de reproducción cromática. Figura 19.

Rendimiento de color	Ejemplos	Recomendación
20 < Ra < 40 Pobre	Viales	
40 < Ra < 60 Pobre	Industria pesada	
60 < Ra < 80 Bueno	Industria, almacenes	
80 < Ra < 90 Muy bueno	Oficinas, aulas	Zonas de trabajo continuado Ra > 80
Ra < 90 Excelente	Consulta médica	

Figura 19. Exigencias y documentación según DH-HE 3. Fuente: CAATV

Eficiencia luminosa. Relación entre el flujo luminoso y la potencia consumida para producirlo. Las menos eficientes son las lámparas de incandescencia estándar ($h = 15 \text{ lm/W}$) y las más eficientes en edificios son las de descarga fluorescentes de vapor de mercurio de baja presión ($h = 104 \text{ lm/W}$).

B.- Equipos auxiliares

Equipos auxiliares más comunes:

- Balasto: Dispositivo conectado entre la alimentación y la lámpara de descarga cuya función es limitar la corriente de la lámpara a un valor determinado.
- Arrancador: Dispositivo que genera impulsos de tensión para cebar una lámpara de descarga sin precaldeo de los electrodos.
- Condensador: Dispositivo que corrige el factor de potencia a los valores definidos en normas y reglamentos en vigor.
- Cebador: Dispositivo, normalmente de lámparas fluorescentes, que proporciona el precaldeo necesario de los electrodos y en combinación con la impedancia serie del balasto, provoca una sobre tensión momentánea en la lámpara. (Arranque).

Las recomendaciones de la relación lámpara–balasto son:

- Lámpara de incandescencia halógenas: Electromagnético /electrónico
- Lámpara tubular fluorescente T8 (D=26): Electromagnético/electrónico
- Lámpara tubular fluorescente T5 (D=16): Electrónico
- Lámpara fluorescente compacta: Electromagnético /electrónico
- Lámpara de vapor de mercurio: Electromagnético
- Lámpara de halogenuros metálicos: Electromagnético
- Lámpara de inducción electromagnética: Electromagnético /electrónico

Los balastos más eficientes son los electrónicos frente a los magnéticos, en la figura 20 se muestra el porcentaje de pérdidas según el tipo de lámpara y balasto.

Rango de pérdidas Nequipo / Lámpara	Rango de pérdidas en función del tipo de lámparas y balasto		
	Tipo de balasto		
	Magnético estándar	Magnético de bajas pérdidas	Electrónico
Fluorescencia	20 - 25%	14 - 16%	8 - 11%
Descarga	14 - 20%	8 - 12%	6 - 8%
Halógenas baja tensión	15 - 20%	10 - 12%	5 - 5%

Figura 20. Exigencias y documentación según DH-HE 3. Fuente: CAATV

3.3.5. Plan de mantenimiento (apartado 5).

El plan de mantenimiento planteado en el CTE debe contemplar como mínimo las operaciones de reposición de lámparas indicando su frecuencia, limpieza de luminaria con la metodología prevista, limpieza de la zona iluminada con metodología y frecuencia y mantenimiento de los sistemas de regulación y control.

Conclusiones

Esta exigencia tiene como objetivo disminuir las pérdidas en equipos auxiliares, minimizar el consumo innecesario y adaptar el consumo a las necesidades lumínicas reales en cada momento aprovechando la aportación de luz natural consiguiendo instalaciones más eficientes.

3.4 HE4: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE A.C.S.

3.4.1. Generalidades

La exigencia HE-4 establece la obligatoriedad de instalar sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura para contribuir en la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en los edificios, cuando la demanda estimada sea superior a 50 litros/día o para la climatización de piscinas cubiertas.

El porcentaje mínimo de contribución que deben aportar se determina en función de la demanda total de ACS a una temperatura de 60°C de la zona climática y del tipo de energía del equipo auxiliar.

En Valencia, al estar situada en la zona climática IV y en el caso de que el equipo auxiliar de producción de agua caliente sanitaria sea de combustible gasóleo, propano ó natural, los porcentajes son de 60, 65 y 70% (figura 2), mientras que si el equipo auxiliar es eléctrico, con aporte de energía por efecto Joule, el porcentaje para una demanda superior a 50 litros/día es del 70%.

3.4.2. Observaciones .Normativa.

La redacción de las Ordenanzas Municipales en materia de energía solar térmica está realizada por expertos en la materia, no obstante este tipo de ordenanza debería estar más armonizada con las Normas de Planeamiento Municipal (NNSS, PGOU, etc.) en materia de edificabilidad.

El Código Técnico, en toda la exigencia HE-4, no hace ninguna referencia a la simultaneidad de uso para la demanda exigida.

En cambio, en las Ordenanzas Municipales de algunas capitales y municipios de España las dotaciones son muy similares a las del CTE y hacen mención a la simultaneidad de uso, basándose en una ecuación lineal cuya variable es el número de viviendas.

En este apartado cabe destacar que la obtención del coeficiente de simultaneidad real es mucho más complejo y complicado de obtener, ya que el número de variables de las que depende suelen ser del orden superior: emplazamiento, periodos, costumbres, usos, calidad de suministro, estado de las instalaciones, temperatura del agua fría, aparatos y unidades a suministrar, etc.

Es aconsejable ser cauteloso en este apartado ya que la instalación puede pasar a ser desproporcionada o deficiente aún cumpliendo la normativa.

3.4.3. Instalación solar térmica. Introducción

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

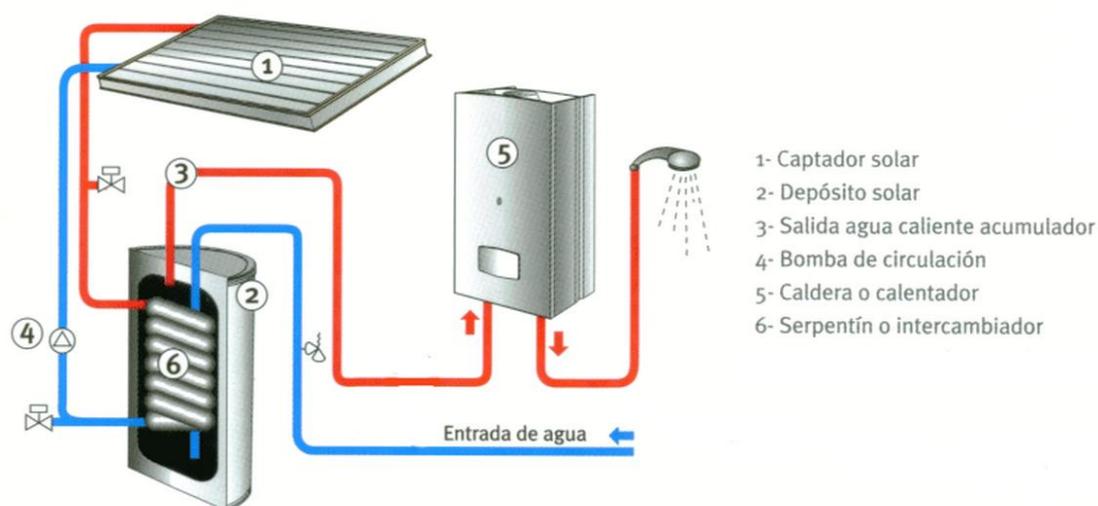


Figura 21. Esquema instalación solar térmica

Los componentes de la instalación solar térmica son:

- Sistema de captación: transforma la radiación solar en energía térmica.
- Sistema de acumulación: almacena el agua caliente.
- Un circuito hidráulico: transporta la energía a través del fluido de trabajo.
- Intercambiador: transfiere la energía térmica entre circuitos.
- Sistema de regulación y control: asegura las condiciones óptimas de trabajo.
- Equipo de energía convencional auxiliar: complementa la aportación energética al sistema de consumo.

La instalación debe proporcionar la optimización del ahorro energético, durabilidad, calidad suficiente y seguridad en la instalación.

I.- ELECCIÓN DE LOS MATERIALES

La elección de los materiales en este tipo de instalaciones está sujeta al diseño de la instalación y su uso específico.

A continuación se especifican los puntos más importantes a la hora de abordar la instalación:

- a).- Calidad del agua en el circuito secundario (dureza y agresividad).
- b).- Cargas mecánicas de la instalación (presión de servicio y sobrecargas provocadas por golpes de ariete).
- c).- Condiciones de servicio (temperatura del fluido, aumento de la rugosidad absoluta de los materiales con el tiempo, contaminación ambiental, etc.), fatiga de los materiales por corrosión (uniforme o general, galvánica, selectiva, por picaduras, por grieta, intergranular, por esfuerzos, asociada a la velocidad del agua: corrosión- erosión, corrosión-cavitación).

I.I.- Calidad del agua

I.I.I.- Dureza del agua

Se considera agua dura, aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. Producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calentadores, calderas, intercambiadores, etc., en el que se incrementa la temperatura del agua. En términos de dureza el agua puede clasificarse según el Figura 22.

DUREZA		TIPO DE DUREZA
Carbonato cálcico CaCO ₃ (mg/l)	Grados franceses °HF	
0 - 75	0 - 7,5	Blanda
75 - 150	7,5 - 15	Moderadamente dura
150 - 300	15 - 30	Dura
>300	>30	Muy dura

Figura 22. Clasificación de la dureza del agua en función de CaCO₃

El valor de la dureza del agua no permite, por sí solo, estimar con seguridad si el agua tiene tendencia a formar depósitos de CaCO₃, debiendo estudiarse la corrosividad del agua.

I.I.II.- Corrosividad del agua

En general las aguas blandas son más corrosivas que las aguas duras para los metales (aceros inoxidables, aceros galvanizados y cobre). Los factores que generalmente favorecen la corrosividad del agua son: valores de pH bajo, oxígeno disuelto alto, cloro residual libre alto, alcalinidad baja, concentración de sólidos disueltos alta, dureza por calcio baja y temperatura alta. La determinación de la corrosividad del agua a partir de los factores expuestos puede evaluarse a través del Índice de Saturación de Langelier (ISL) cuyo valor puede obtenerse mediante la ecuación:

$$ISL = pH - pHs$$

Donde pH es el valor real medido del pH del agua (experimental) y pH_s es el pH al cual el agua se encuentra completamente saturada de CaCO₃ (cálculo). Las características, según el índice de Langelier, vienen dadas en el Figura 18.

ÍNDICE DE LANGELIER	CARACTERÍSTICAS	
ISL > 0	Agua sobresaturada incrustante, tiende a precipitar el CaCO ₃	ISL > 0 No agresiva
ISL = 0	Agua saturada en equilibrio ni disuelve, ni precipita CaCO ₃	2 < ISL < 0 Moderadamente agresiva ISL < -2 Muy agresiva
ISL < 0	Agua subsaturada corrosiva, tiende a disolver el CaCO ₃	

Figura 23. Características en función del índice de Langelier. Fuente Cálculo de instalaciones hidrosanitarias. Antonio Romero y Paloma Arrué.

I.II.- Materiales

I.II.I.- Captadores solares térmicos

No se pueden utilizar captadores con absorbedores de hierro; y en los absorbedores de aluminio, el fluido de trabajo tendrá inhibidores de los iones de cobre y hierro. Se recomiendan los absorbedores de cobre y el tratamiento del fluido del circuito primario con inhibidores y anticongelantes debido a las altas y bajas temperaturas de trabajo.

I.II.II.- Intercambiadores de calor

El CTE no especifica qué tipo de material puede utilizarse en el intercambiador, indicando como única condición que la transferencia de calor por unidad de área no debería ser inferior a 40 W/m²·K. No obstante, se recomiendan aleaciones de alto coeficiente de transmisión térmica y elevada características mecánicas y resistencia a la corrosión.

I.II.III.- Acumulador de agua

El acumulador estará recubierto con material aislante y protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV o lámina plástica. Los tipos de acumuladores pueden ser de acero vitrificado con protección catódica, acero con tratamiento frente a la temperatura y corrosión con protección catódica, acero inoxidable o cobre.

I.II.IV.- Bombas

Las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, evitando la cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal. El CTE no especifica el tipo de material más adecuado, no obstante se recomienda utilizar bombas con rodets de acero inoxidable con el fin de minimizar los efectos de la corrosión producida por la corrosión-cavitación.

I.II.V.- Tuberías

En el circuito primario podrá utilizarse cobre o acero inoxidable con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Los aceros inoxidables ($Cr > 12\%$) pueden ser ferríticos, martensíticos, endurecibles por precipitación, dúplex o austeno-ferríticos y austeníticos. Siendo estos últimos los recomendados por su elevada resistencia a la corrosión, alta temperatura de trabajo y su facilidad para ser soldados.

En el circuito secundario o de consumo podrá utilizarse cobre, acero inoxidable o materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y estén autorizados.

3.4.4. Conclusiones/ recomendaciones

Es aconsejable para las tuberías metálicas trabajar con aguas moderadamente duras aproximadamente 10°HF con un $\text{ISL} = +0,5$ con el fin de conseguir una piel muy fina en el interior de las tuberías de CaCO_3 para protegerlas frente a la corrosión. Diseñar la instalación para un rango de velocidades entre 0,6 y 2 m/s.

En el circuito primario donde se supera fácilmente los 60°C el fluido de trabajo se tratará adecuadamente con inhibidores de la corrosión y anticongelantes.

Es recomendable la instalación de tuberías en el interior de conductos, falsos techos o vistas frente a las empotradas o en contacto con otro material.

Evitar la unión de distintos metales y en ese caso intercalar manguitos dieléctricos. Las tuberías de agua caliente deben ir aisladas con coquillas que permitan la dilatación. Con una separación mayor de 4cm de las de agua fría y colocadas siempre por encima para evitar condensaciones.

Los tubos de acero galvanizado no se deben soldar, ni doblar en obra. Colocar pasa tubos al cruzar elementos constructivos con holgura de 1 cm y masilla plástica para evitar sobre tensiones.

Se recomienda una relación $a/c < 0,6$, buena compactación y recubrimientos uniformes, curado adecuado para evitar hormigones porosos, evitar la inclusión de cloruros en arenas o

acelerados de fraguado, evitar el contacto del acero con yeso, aislar el tubo del material envolvente con recubrimientos de pinturas o tubos flexibles de plástico.

3.4.5. Descripción de la instalación en nuestro edificio

El edificio objeto del proyecto incluirá un sistema de captadores solar con acumulador incorporado para la producción de agua caliente sanitaria. Se tratará de un *sistema compacto por termosifón*. Dichos paneles con depósito se ubicará en el faldón de cubierta según planos de proyecto.

Según punto 2.1 de HE-4:

La instalación solar se calculará para proporcionar una aportación mínima del 70% (zona climática IV con demanda < 1000 l/d), acumulando el agua a 60º. Como sistema auxiliar se incluirá en la vivienda un termo eléctrico de 50 l (caso Efecto Joule).

El captador a instalar deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente en materia según lo regulado en el R.D. 891/1980 de 14 de abril, sobre *homologación de los captadores solares* y en la Orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las *normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación a las condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya*.

Las instalaciones deberán ser realizadas por empresas instaladoras, de acuerdo con lo previsto en el artículo 14 del RITE, y nada más podrán emplearse elementos homologados por una entidad debidamente autorizada.

3.4.6. Cálculo:

Datos climatológicos	Benaguasil (Valencia)
Fuente de los datos	Código Técnico de la edificación (CTE) Apartado HE4
Zona climática	IV
Sistema de circulación	Forzada
Tipo de instalación	Individual
Consumo ACS/ día	15 litros por servicio

Datos de consumo

Número de usos diarios	4
------------------------	---

Energía auxiliar	Electricidad
Temperatura de diseño	60ºC
Usos totales	4
Inclinación de los colectores	45º
Orientación de los colectores respecto al Sur	0º

Exigencias de la instalación:

Fracción solar exigida	70%
Demanda ACS a máxima ocupación	60 litros
Volumen de acumulación propuesto para ACS	110 litros
Número de colectores	1
Superficie de captación total	1,91 m ²

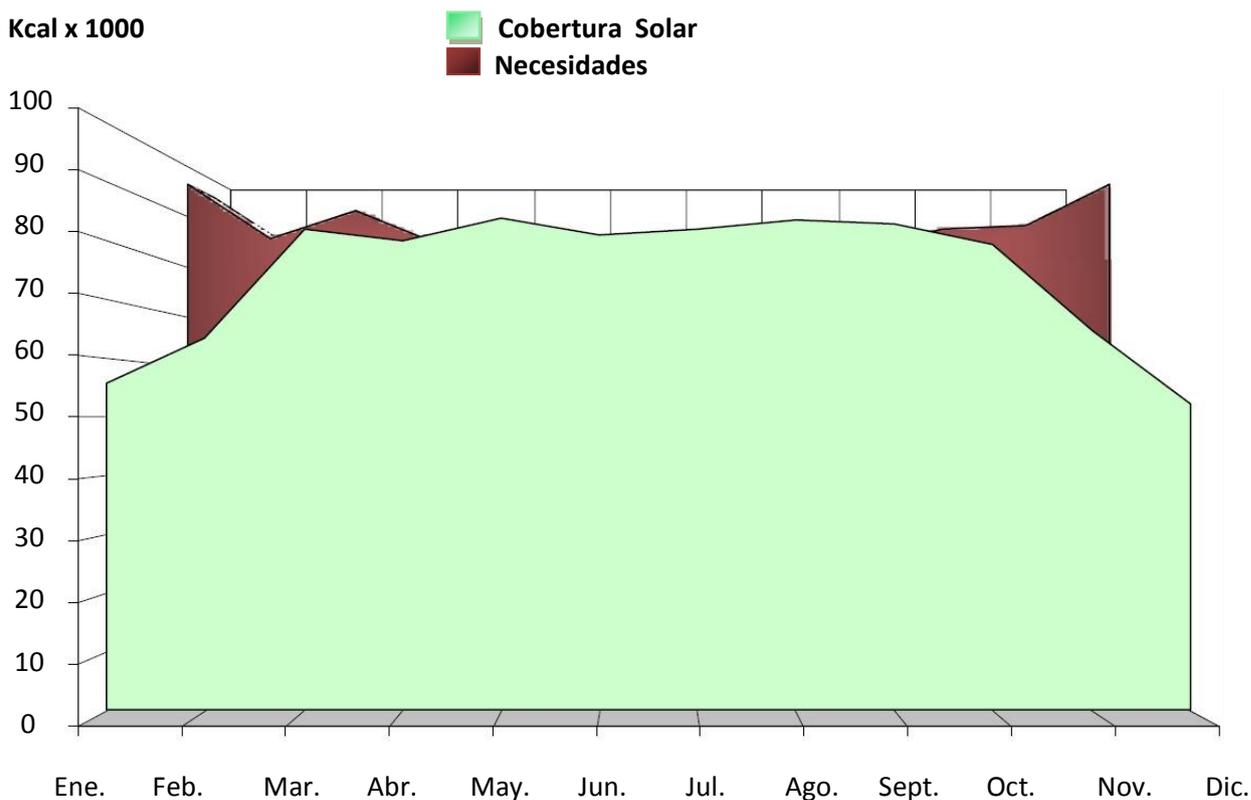
3.4.7. Dimensiones y resultados

DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS (Fuente : IDAE)				
Provincia:		VALENCIA		
Localidad:		BENAGUASIL		
Latitud:		39,5		
Temperatura mínima histórica [°C]:		-8		
	Tª. Media ambiente diurno[°C]:	Tª. Media del agua de red[°C]:	Radiación horizontal [kj/m ² /día]:	Radiación inclinada[kj/m ² /día]:
Enero	12	8	7.600	8.874
Febrero	13	9	10.600	11.931
Marzo	15	11	14.900	16.087
Abril	17	13	18.100	18.606
Mayo	20	14	20.600	20.308
Junio	23	15	22.800	22.259
Julio	26	16	23.800	23.600
Agosto	27	15	20.700	21.477
Septiembre	24	14	16.700	18.414
Octubre	20	13	12.000	14.127
Noviembre	16	11	8.700	10.642
Diciembre	13	8	6.600	7.985
Anual	18,8	12,3	15.258	16.192

Balance Energético global de la instalación:

	Energía captada Termias	Energía necesaria Termias	Energía consumida Termias	Ahorro (%)
Enero	55,8	96,7	101,8	57,7
Febrero	63,5	85,7	90,2	74,1
Marzo	81,9	91,1	95,9	89,8
Abril	80,2	84,6	89,1	94,8
Mayo	83,8	85,6	90,1	97,9
Junio	81,0	81,0	85,3	100,0
Julio	81,8	81,8	86,1	100,0
Agosto	83,7	83,7	88,1	100,0
Septiembre	82,8	82,8	87,2	100,0
Octubre	79,4	87,4	92,0	90,8
Noviembre	64,8	88,2	92,8	73,5
Diciembre	52,2	96,7	101,8	54,0
TOTAL Anual	890,9	1.045,4	1.100,4	85,2

NECESIDADES Y COBERTURA SOLAR (ACS)



3.5 HE5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

No es de aplicación en el presente proyecto al tratarse de una superficie menor a 3.000 m².

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Figura 24. Ámbito de aplicación. Fuente: CTE DB-HE5 Tabla 1.1

Aun estando fuera del ámbito de aplicación se va a explicar cómo habría que intervenir en caso de que fuese necesario.

3.5.1. COMPONENTES

Una instalación solar fotovoltaica está formada por un conjunto de componentes encargados de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua, y modificarla para hacerla utilizable por los propios usuarios, o para ser conectada a la red de distribución en corriente alterna, en cuyo caso se instala en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

I) Sistema generador fotovoltaico:

El generador fotovoltaico está compuesto de módulos que a su vez contienen un conjunto de elementos semiconductores conectados entre sí denominados células, que transforman la energía solar en energía eléctrica. Las células fotoeléctricas están formadas por materiales semiconductores que al recibir una pequeña cantidad de energía, similar a la energía de los fotones que constituyen la luz solar, liberan electrones generando un paso de corriente proporcional al flujo luminoso.

El rendimiento (h) de las células, definido como el cociente entre la potencia eléctrica máxima que puede suministrar y la potencia luminosa que incide, presenta valores muy bajos, comprendidos entre el 27% y el 9% según el material de la célula, que hace de éste el principal campo de investigación para mejorar la eficiencia energética. Estos bajos rendimientos originan la necesidad de instalar grandes superficies de placas solares para la obtención de una cuantía de energía eléctrica moderada. Las características de los distintos tipos de células son las siguientes:

- Las células de arseniuro de galio ($h=27\%$) poseen menores pérdidas, proporcionando una elevada eficiencia, pero al tratarse de un material poco abundante y con una tecnología poco avanzada genera costes de fabricación elevados y poco competitivos.
- Las células de silicio monocristalino ($h=22\%$) son de un material abundante y con una importante industria, pero su uso requiere partir del silicio en estado puro extraído del óxido de silicio.

Fabricar un monocristal a partir del material fundido es un proceso que requiere mucho tiempo y energía, controlando la velocidad de solidificación y la temperatura, obteniendo cilindros a partir del cual se cortan en forma de obleas circulares. Esto evita la fabricación de grandes cantidades que puedan abaratar su coste.

Su comercialización puede ser en forma circular no perdiendo material pero configurando placas solares con gran superficie sin células, o bien cuadradas realizando pérdida de material pero aprovechando al máximo la superficie de la placa. Esto lógicamente es lo que motiva la variación de precios que no obstante las convierte en las más utilizadas con precios competitivos y rendimientos altos.

- Las células de silicio policristalino ($h=14\%$) poseen una tecnología de fabricación con un control menos exhaustivo, permitiendo su producción en forma cuadrada no depreciando material y abaratando los precios aunque los rendimientos disminuyan.
- Las células de silicio amorfo ($h=9\%$) (con gran cantidad de imperfecciones en su estructura cristalina) son más económicas y tienen la posibilidad de fabricarse en colores o traslúcidas,

pero presentan un rendimiento bajo y una mayor degradación a su exposición a la radiación solar.

· Y por último, las células de sulfuro de cadmio y sulfuro de cobre (h=10%) presentan un bajo coste pero un rendimiento bajo y se degradan con el paso del tiempo.

El procedimiento a seguir para la justificación de la exigencia HE-5 se indica en la figura 25, comprendiendo los siguientes conceptos:



Figura 25. Procedimiento de justificación de la exigencia HE-5. Fuente: CAATV

II) Cálculo de la contribución solar mínima anual

La potencia pico mínima del inversor a instalar es de 5 kW y de la instalación de 6,25 kWp o bien la potencia obtenida en función de la zona climática, uso del edificio y superficie construida de acuerdo con la expresión:

$$P = C \cdot (A \cdot S + B) \text{ kWp}$$

Siendo:

C = Coeficiente en función de la zona climática. Tabla 2.2 de HE-5.

A y B = Coeficientes en función del uso del edificio. Tabla 2.1 de HE-5.

S = Superficie construida del edificio (m²).

Debido a que según el uso los parámetros A y B son distintos pueden presentarse dos casos:

- a) Edificios del mismo uso en el mismo recinto. En este caso se obtiene la potencia que corresponda a la superficie total.
- c) Edificios de distinto uso en el mismo recinto. En este caso se analiza cada superficie por separado y luego se obtiene el sumatorio de la potencia de cada zona.

III) Comprobación de pérdidas por orientación, inclinación y sombras (apartado 2.2 de HE-5)

Las pérdidas debidas a la orientación, inclinación y sombras serán inferiores a los límites de la tabla 2, cuya justificación se instrumenta en el CTE siguiendo las mismas pautas que el IDAE.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Figura 26. Ámbito de aplicación. Fuente: CTE DB-HE5 Tabla 2.2

IV) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento (apartado 4 de HE-5)

Se contempla un plan de vigilancia basado en la observación simple de los parámetros funcionales principales, energía, tensión, limpieza de módulos. Y en un plan de mantenimiento que conlleva la inspección visual y todas aquellas actuaciones de mantenimiento y sustitución necesarias para garantizar la vida útil de la instalación, debiendo ser realizada por personal especializado y haciéndolas constar en un libro de mantenimiento. La revisión semestral contemplará, como mínimo, la comprobación de las protecciones eléctricas, del estado de los módulos, del inversor, del cableado y de los terminales.

IV.I. MONTAJE

Las placas se deben instalar con la misma inclinación ($b = \text{Latitud} - 10^\circ$), y orientación (Sur) ya que un ángulo de incidencia de la radiación solar diferente entre las placas modificaría la intensidad de corriente, desequilibrando el sistema eléctrico de todas las placas conectadas en serie.

La interconexión entre las placas puede ser en serie, (aumentando la tensión), o en paralelo (aumentando la intensidad). En la instalación en serie se deben colocar placas de igual intensidad de corriente, ya que en caso contrario, la intensidad circulante sería determinada por la de menor cuantía, generando una gran pérdida de eficiencia.

En este aspecto se debe tener especial cuidado con la posibilidad de la proyección de sombras, porque una mínima zona de una placa con sombra provocaría la anulación de todas las placas conectadas en serie como si se hubiera abierto el circuito.

No obstante siempre se deben instalar elementos de protección como los diodos de by-pass que impidan la derivación de corriente que haga que unas células actúen de receptores aumentando de temperatura pudiendo provocar cortocircuitos. La caja de conexiones de la placa conviene que no sea totalmente estanca para evitar que el aire húmedo confinado al aumentar de temperatura pudiera condensar e iniciar un proceso de corrosión en los terminales.

El cálculo y la construcción de la estructura soporte y el sistema de fijación de los módulos debe garantizar la estabilidad y permitir las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. La estructura se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

Respecto al montaje de los acumuladores se siguen los mismos criterios, debiendo conectarse en serie cuando sean de igual capacidad (Ah) y en paralelo cuando sean de igual voltaje.

Su ubicación conviene que sea cercana a las placas para evitar caídas de tensión. Se instalarán sobre una bancada resistente al ácido que las aisle del suelo. El local debe disponer de aberturas de ventilación en la parte superior para evacuar el hidrógeno y oxígeno que se desprenden y para mantener una temperatura entre 15 y 25°C, ya que disminuye la capacidad de la batería o su vida útil.

Los elementos de regulación, regulador de carga, voltímetro, lector de carga de la batería, etc., se albergarán en un armario.

Los convertidores o inversores se situarán cercanos a las baterías porque la caída de tensión es menor después de la transformación, disminuyendo costes en sección de conductor y en un local debidamente ventilado para compensar el aumento de temperatura que generan los equipos eléctricos.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

IV.II. NORMATIVA

Dentro de la normativa de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones cabe destacar el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D. 842/2002), el R.D. 1663/2000 (BOE nº 235 de 30/9/2000) "Conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión", ($P < 100 \text{ kVA}$ y $U < 1 \text{ kV}$). Y en caso de conectarse a la red de distribución, con el objeto de facturar la energía producida, se realizará la inscripción en el Registro de Instalaciones Productoras en Régimen Especial y se tramitará el punto de conexión con la Empresa Distribuidora.

4. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

MEJORAS

INTRODUCCIÓN

Aquí se estudia minuciosamente la envolvente (cerramientos, suelos, cubiertas, huecos) y las instalaciones que existen en el edificio. El análisis consiste en ubicar las zonas más débiles o que perturben la eficiencia energética. Así pues, a posteriori se harán propuestas de intervención valorando el ahorro energético que se traducirá en disminución de gasto y reducción de emisiones de CO₂ que equivaldrán a menor contaminación ambiental.

4.1. POTENCIA ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO Y PRECIO

Debemos saber:

La potencia eléctrica contratada con la compañía suministradora es uno de los requisitos por los que se paga en la factura eléctrica. Esta potencia es, teóricamente, la máxima que puede consumirse en un momento determinado en la instalación del local.

En viviendas y pequeños comercios se instala el Interruptor de Control de Potencia (ICP), que se dispara cuando la potencia consumida es superior a la contratada, produciendo un corte en la instalación eléctrica.

En industrias y edificios con potencia contratada superior a 15 KW se instala un equipo, denominado maxímetro, que almacena la potencia máxima consumida en el periodo facturado. En función del valor registrado (potencia máxima consumida) se calcula el término de potencia de la factura.

Es importante ajustar la potencia contratada a la consumida para no pagar más de lo necesario:

Si la potencia consumida (maxímetro) es mucho menor que la contratada se facturará en función de la contratada.

Si la potencia consumida (maxímetro) es mucho mayor que la contratada se facturará una penalización por superar la potencia contratada.

En cuanto a instalaciones y suministro, la energía que utiliza el edificio proviene de fuente eléctrica de la red general. Las dimanadas de energía eléctrica son:

Elementos de trabajo y potencia instalada

Dado el tipo de actividad, los elementos y máquinas necesarias para su desarrollo, es necesario disponer de instalación para circuito de fuerza motriz y para alumbrado, según la siguiente relación:

• **Demanda de potencias:**

- Potencia instalada alumbrado (KW): 20,712
- Potencia instalada fuerza (KW): 140,342
- Potencia máxima admisible (KW): 106,414

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN- 65%

POTENCIA A CONTRATAR.....> 90 KW = 105 KW

Nuestra tarifa tiene un coste por potencia contratada y otro por energía consumida. En el desarrollo de nuestro estudio tendremos en cuenta la energía consumida que es de 0,1513 €/kWh ya que la contratada será constante.

4.2. ESTADO ENERGÉTICO ACTUAL DEL EDIFICIO

Mediante los programas informático Lider y Calener hemos obtenido los datos necesarios para tener una valoración global del edificio a estudiar.

Geometría del edificio insertado en el programa informático Lider:

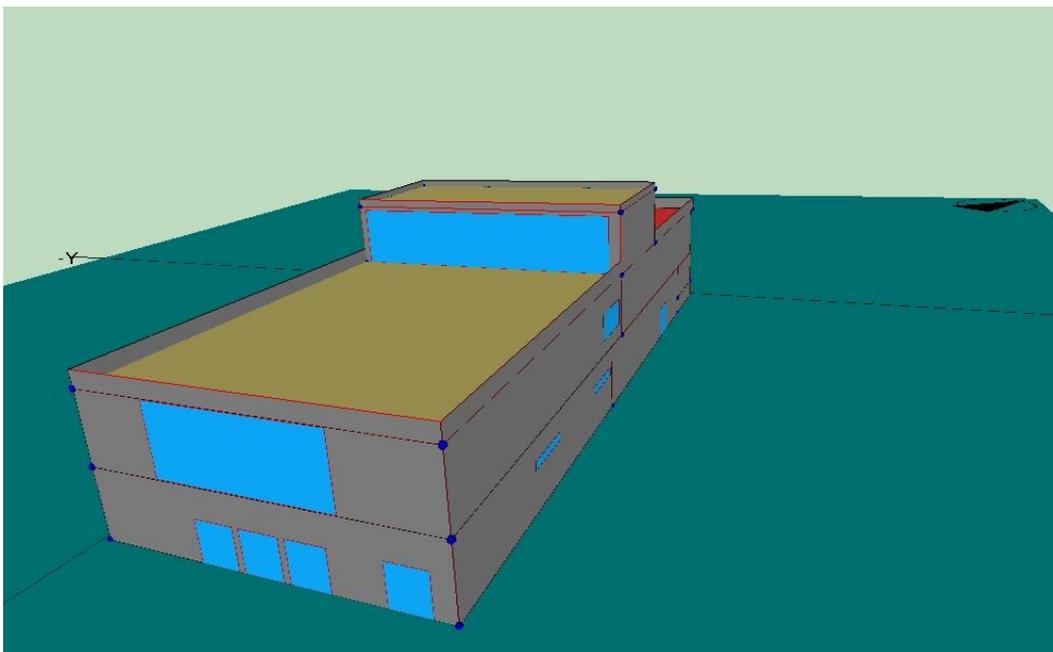


Figura 27. Edificio en 3D programa informático Lider

Lider, comprende el apartado HE-1 del CTE-DB-HE ya que se estudia la demanda energética en el edificio, esta va limitada en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida, orientación, la carga interna en sus espacios y la envolvente del edificio (sistema pasivo).

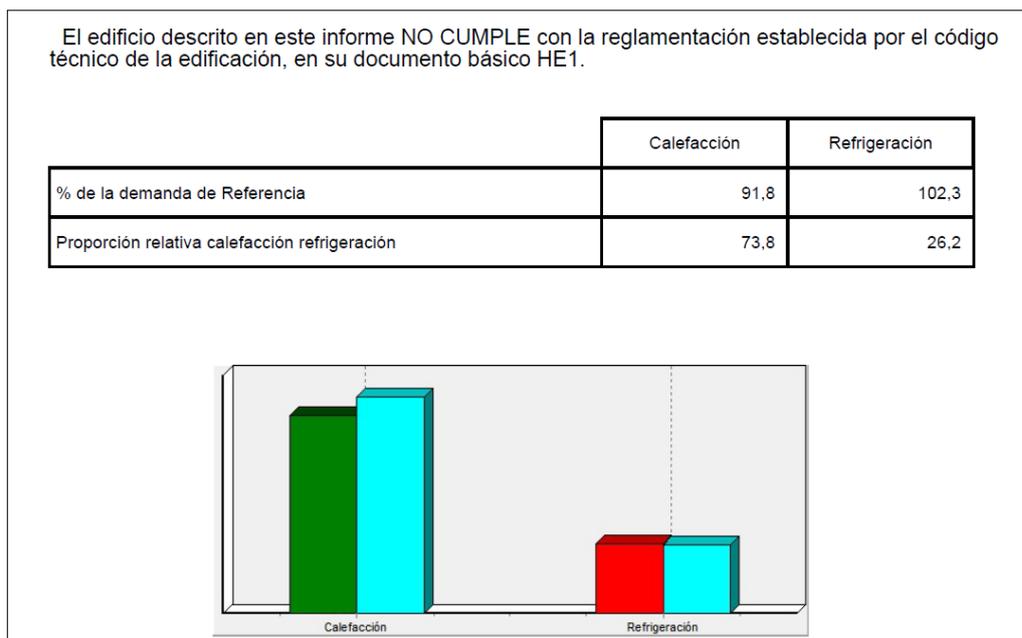


Figura 28. Resultado del programa informático Lider , inicialmente no se cumple el HE-1.

Este programa utiliza el procedimiento de verificación “Opción General” basada en la evaluación de la demanda energética del edificio mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción.

Por otra parte, el Calener también está ligado al CTE-DB-HE, comprende diferentes puntos de los apartados HE-2,3,4 y 5 como son instalaciones de climatización, agua caliente sanitaria (ACS) e iluminación (para edificios no residenciales), llevando a cabo todos los cálculos necesarios para su calificación energética, de acuerdo a la normativa vigente.

Calificación energética programa informático Calener VYP:

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	21.1	57872.4
Demanda refrigeración	D	7.5	20570.7
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emissiones CO ₂ calefacción	E	26.0	71311.9
Emissiones CO ₂ refrigeración	C	2.8	7679.7
Emissiones CO ₂ ACS	G	0.3	822.8
Emissiones CO ₂ Iluminación	A	9.2	25233.4
Emissiones CO ₂ Totales			105047.9

	Edificio Objeto	
	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	43,8	120133,8
Consumo energía primaria (kWh)	145,8	399910,5
Emisiones CO2 (kgCO2)	42,7	117224,8

Figura 29. Datos para la etiqueta de eficiencia energética que nos proporciona el programa Calener VYP.

Según datos introducidos en programa informático Líder, figura 28, nuestro edificio en términos de refrigeración sobrepasa los valores para el cumplimiento de este apartado, este problema se resolverá aplicando diferentes soluciones que se irán desarrollando.

Como se puede observar el edificio tiene una calificación C, con una emisión de 42,7 KgCO₂/m² no es una mala calificación pero se puede mejorar en diferentes aspectos que se irán analizando en este apartado.

Debemos remarcar que el Local Multiusos, consume mucha más energía en verano que en invierno, viéndose influenciado por las condiciones climáticas que anteriormente hemos definido y sus sistema pasivos en la envolvente del edificio.

En términos de iluminación se tiene en cuenta aquella aplicada a la funcionalidad del edificio, dejando al margen los potentes equipos de iluminación para discoteca y/o espectáculos.

Estos son los resultados obtenidos de todos los sistemas activos de nuestro edificio:

* Demandas	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	21,1	57872,4	23,0	63083,6
Refrigeración	7,5	20570,7	7,3	20022,2

Consumos Energía Final	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	26,5	72690,7	60,7	166435,6
Refrigeración	2,8	7788,2	2,9	7886,1
ACS	0,4	960,8	0,2	462,2
Iluminación	14,1	38694,1	37,2	102076,1
Total	43,8	120133,8	100,9	276859,8

Consumos Energía Primaria	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	88,7	243295,9	65,6	179916,8
Refrigeración	9,5	26067,0	9,6	26394,6
ACS	1,2	3215,9	0,6	1547,0
Iluminación	47,2	129509,1	124,6	341648,5
Total	146,6	402087,8	200,4	549507,0

Emisiones	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	kgCO2/m ²	kgCO2/año	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Calefacción	26,0	71311,9	17,4	47724,1
Refrigeración	2,8	7679,8	2,8	7679,7
ACS	0,3	822,8	0,2	548,6
Iluminación	13,8	37850,2	36,5	100136,6
Total	42,9	117664,7	56,9	156093,3

Figura 30. Datos obtenidos con el programa informático Calener.

4.3 DEFICIENCIAS EN EL EDIFICIO Y PROPUESTAS DE MEJORA

4.3.1. Instalaciones:

I) Climatización

Respecto a la climatización se ha observa que solo existe un único equipo de aire acondicionado que abastece a todo el edificio. Siendo que la utilización del recinto de cafetería y el de la sala de actos no es simultaneo en muchas ocasiones. Por ello se propone equipar de otro sistema de menor potencia a la cafetería. Así pues se podrá evitar encender el equipo de gran potencia siendo que el volumen que se acondiciona, en nuestro caso no lo requiere.

El equipo que hay instalado es el siguiente:

Marca comercial CIATESA de la serie SPACE modelo IPF 320 de potencia frigorífica 74,4 kw (60% aire extracción)- y de potencia calorífica 76,3 Kw (60% aire de extracción),24.000 m³/hora ,15 mm, c.d.a. de presión estática disponible. Su consumo es de 27 kW para frio y 24,1 para calor.

Podemos dividir el edificio en tres grandes espacios a acondicionar:

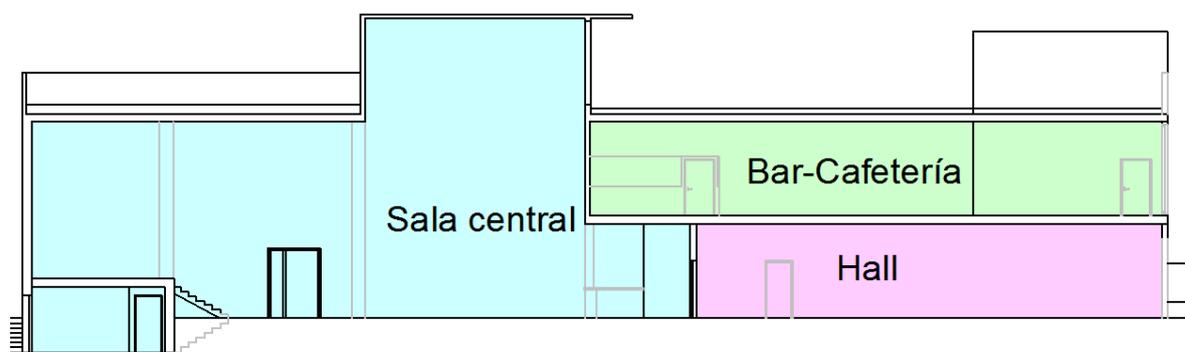


Figura 31. Sectorización según zonas a climatizar. Plano de sección longitudinal.

- 1 Zona azul: Salón de actos + vestíbulos (semisótano)
- 2 Zona verde: Bar-cafetería
- 3 Zona magenta: Hall + accesos a plantas superiores

Zona 1

Se trata de la zona de mayor concurrencia pública, ya que se destina a pista principal de baile fines de semana y el aforo en esta sala se estima que puede ser de 512 personas. Tiene un volumen de 3.850 m³. Según RITE, la categoría de aire interior que se deberá alcanzar será como mínimo:

IDA 3 (aire de calidad media); edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior, se calculará de acuerdo con el método más usual, que es el **indirecto de caudal de aire exterior por persona**:

Se emplearán los valores de la tabla siguiente cuando las personas tengan una actividad metabólica de 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Figura 32. Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³ por persona. Fuente: Reglamento de instalaciones técnica en edificación, RITE.

Nuestra sala, necesita de un aparato de climatización propio con renovaciones de aire adecuadas para su uso ya que puede funcionar independiente a la cafetería.

I.I) Cálculo de número de renovaciones:

Datos

Caudal de aire necesario: 8 dm³/s·persona

Aforo sala: 560 personas

Por tanto necesitaremos un caudal de aire de 4.480 dm³/s

Esto son **16.128 m³/h**

Volumen sala: 3.850 m³

$$\frac{16.128 \text{ m}^3/h}{3.850 \text{ m}^3} = 4,18 \text{ h}$$

El número de renovaciones de aire que hay que hacer por hora será de 4,18.

Zona 2

Esta zona tiene un aforo de 83 personas, al tratarse de un volumen mucho menor al de la sala central necesitará un equipo de climatización menos potente y por tanto independiente a la sala principal.

Datos

Caudal de aire necesario: 8 dm³/s·persona

Aforo sala: 83 personas

Por tanto necesitaremos un caudal de aire de $664 \text{ dm}^3/\text{s}$
Esto son **$2.390,4 \text{ m}^3/\text{h}$**

Volumen: 860 m^3

$$\frac{2.390 \text{ m}^3/\text{h}}{860 \text{ m}^3} = 2,78 \text{ h}$$

El número de renovaciones de aire que hay que hacer por hora será de 2,78.

Zona 3

Se trata de una zona de paso de carácter no habitual donde se encuentra una taquilla para recibir a la gente, unos servicios para mujeres y para caballeros y además la zona de escaleras y de ascensor que nos comunica con plantas superiores.

En esta dependencia no se necesita una ventilación excesiva, ni tampoco una renovación tan alta y constante del aire. Así pues se propone que la climatización en esta zona pueda funcionar tanto con el equipo que abastece a la zona 1 como el que abastece a la zona 2. De tal forma que se proveerá con el equipo de aquella zona que se vaya a hacer uso, utilizando en caso de simultaneidad el de la zona 2 que es de menor consumo.

Datos

Caudal de aire necesario: $8 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{persona}$

Aforo sala: 25 personas

Por tanto necesitaremos un caudal de aire de $200 \text{ m}^3/\text{s}$

Esto son **$720 \text{ m}^3/\text{h}$**

Volumen: $101,94 \cdot 4,3 = 438,34 \text{ m}^3$

$$\frac{720 \text{ m}^3/\text{h}}{438,34 \text{ m}^3} = 1,64 \text{ h}$$

El número de renovaciones de aire que hay que hacer por hora será de 1,64.

En número de renovaciones por hora en la sala principal es de 4,18 y en el Bar-Cafetería de 2,78 por tanto el primer como el segundo equipo puede cubrir 1,64 renovaciones por hora del Hall.

El número de renovaciones es un dato importante para conocer con mayor precisión los kWh/año que consumirán nuestros aparatos.

I.II) Dimensionamiento del nuevo equipo de climatización

Una vez analizadas las zonas, sabiendo el volumen de cada una se procede a la elección del equipo necesario para la zona de Bar-Cafetería ya que el equipo inicial que abastecía todo el edificio se utilizara para climatizar la Sala central.

Estas son las características técnicas del equipo existente:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Space PF		90	120	160	180	240	320	360
Potencias refrigeración	Potencia frigorífica ① (kW)	21,9	30,3	38,4	41,7	59,6	74,4	83,9
	Potencia absorbida ③ (kW)	8,1	11,1	13,6	16,1	20,3	27,0	31,0
	Rendimiento EER	2,9	3,0	3,0	2,8	3,3	3,0	2,9
Potencias calefacción	Potencia calorífica ② (kW)	22,3	30,7	38,6	44,3	62,6	76,3	85,9
	Potencia absorbida ③ (kW)	6,7	9,5	12,3	13,7	19,5	24,1	30,5
	Rendimiento COP	3,5	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3	2,9
Caudal aire nominal (m³/h)		8000	13000	19000	20000	22000	24000	30500

Figura 33. Catálogo marca comercial CIATESA de la serie ESPACE modelo IPF

En esta sala se necesita según cálculo anterior realizado, **16.128 m³/h**, el equipo existente puede suministrar 24.000 m³/h por tanto cumple con margen, ya que en un principio el equipo existente se dimensionó para abastecer a todo el edificio.

Para la elección del equipo de refrigeración para la zona 2 se decide colocar un sistema de la casa comercial Mitsubishi. El dimensionamiento del equipo vendrá condicionado por el caudal de aire que se necesita en la sala 2.390,4 m³/h, según cálculo.

Por tanto el equipo tendrá que suministrar un caudal de aire nominal de 2.390,4 m³/h más 720 m³/h si se quiere que el equipo pueda abastecer también al Hall. Se buscará un equipo que pueda abastecer un caudal de aire de 3200 m³/h. A continuación mostramos las características del equipo que más se adecua a las exigencias:

Serie SPEZ

MODELO	SPEZ-35JAQ		SPEZ-50JAQ		SPEZ-60JAQ		SPEZ-71JAQ		SPEZ-100JAQ						
UNIDAD INTERIOR	PEAD-RP35JAQ		PEAD-RP50JAQ		PEAD-RP60JAQ		PEAD-RP71JAQ		PEAD-RP100JAQ						
UNIDAD EXTERIOR	SUZ-KA35VA		SUZ-KA50VA		SUZ-KA60VA		SUZ-KA71VA		PUHZ-P100V ó YHA						
Función	FRÍO	CALOR	FRÍO	CALOR	FRÍO	CALOR	FRÍO	CALOR	FRÍO	CALOR					
Capacidad	kW	3,6 (1,0-3,9)	4,1 (0,9-5)	4,9 (1,1-5,6)	5,9 (0,9-7,2)	5,7 (1,1-6,3)	7,0 (0,9-8)	7,1 (0,9-8,1)	8,0 (0,9-10,2)	9,4 (4,9-11,2)	11,2 (4,5-12,5)				
	kCal/h	3.096	3.526	4.214	5.074	4.902	6.020	6.106	6.880	8.084	9.632				
Consumo Total	W	1,06	1,11	1,52	1,62	1,68	1,94	2,21	2,09	3,04	3,10				
Tensión	V-F-50Hz	230-10,3		230-17,4		230-17,6		230-18		230-3,09 ó 400-3,61					
Coefficiente Eficacia Energética		3,40	3,69	3,22	3,64	3,39	3,61	3,38	3,92	3,09	3,61				
Etiquetado Energético		A	A	A	A	A	A	A	A	B	A				
Unidad Exterior	Caudal de aire	m3/mir		33,4		49		49		49		60			
	Nivel sonoro (4)	dB (A)		47		48		53		55		53		55	
	Dimensiones (2)	mm		800 / 285 / 550		840 / 330 / 850		840 / 330 / 850		840 / 330 / 850		950 / 330 + 30 / 943			
	Peso	Kg		37		53		53		58		75		77	

Figura 34. Catálogo casa comercial Mitsubishi.

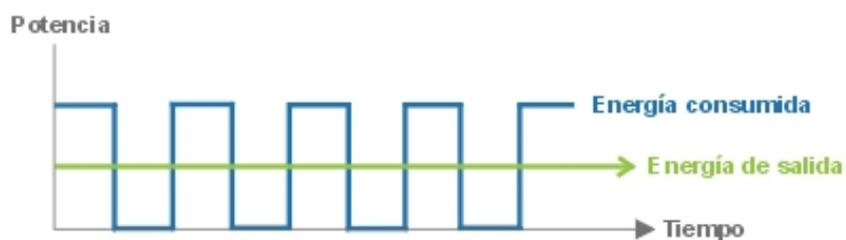
Marca comercial Mitsubishi modelo SPEZ-100JAQ de potencia frigorífica 7,1kW y de potencia calorífica 8 kW, caudal de 60 m³/min que son **3.600 m³/h**. Su consumo es de 3,04 kw para frio y 3,10 kw para calor.

Además incorpora tecnología inverter, que sirve para regular el voltaje, la corriente y la frecuencia del aparato, lo que es un circuito de conversión de energía.

Un sistema de climatización tradicional enfría una habitación a una determinada temperatura repitiendo continuamente ciclos de encendido/apagado, mientras que uno con **tecnología Inverter** llevará más rápidamente la habitación a la citada temperatura sin necesitar esos ciclos.

Estos continuos ciclos acortan la vida de las máquinas y provocan consumos mayores, mientras que con la tecnología inverter se puede **ahorrar** desde un 25% hasta un 50%, dependiendo de su uso.

Sistema convencional



Sistema Inverter



Figura 35. Comparación entre sistema inverter y no inverter. Fuente: *News Soliclíma tecnología solar*

Con estas modificaciones reduciremos el consumo del equipo inicial en un 25-30% utilizando para la zona de cafetería un equipo de bajo consumo en relación al anterior. Reduciremos la demanda de climatización de un total de 77.071,7 kWh/año a 53.950,19 kWh/año.

Situación actual

Se sabe que el sistema se utiliza 6 h al día y que el aparato consume una media de 25,5 kW por hora. Por tanto:

Demanda total: 153,3 kWh/día Coste monetario: 153,3 x 0.1513 = 25,65 €/ día

Propuesta de mejora

CIATESA IPF: 25,55kW x 4 h= 102,2 kWh/ día

Coste monetario: 102,2 kWh/día x 0,1513 €/kWh = 15,4 €/día

Se estima que el nuevo equipo consume 3,07 kW por cada hora. Por tanto:

Mitsubishi SPEZ-100JAQ: $3,07\text{kW} \times 4\text{h} = 12,28 \text{ kWh/ día}$

Coste monetario: $12,28\text{kWh/día} \times 0,1513 \text{ €/kWh} = 1,81 \text{ €/día}$

Consumo total: 114,48 kWh/día

Coste monetario equipo 1 + 2 = 17,21 €/día

Resumen:

- Coste situación actual: 25,65 €/ día
- Coste con mejora: 17,21 €/día

- Disminución 25% en emisiones de CO₂

Ahorro al día de: 8,44 €

Ahorro al año: 3.080,6 €

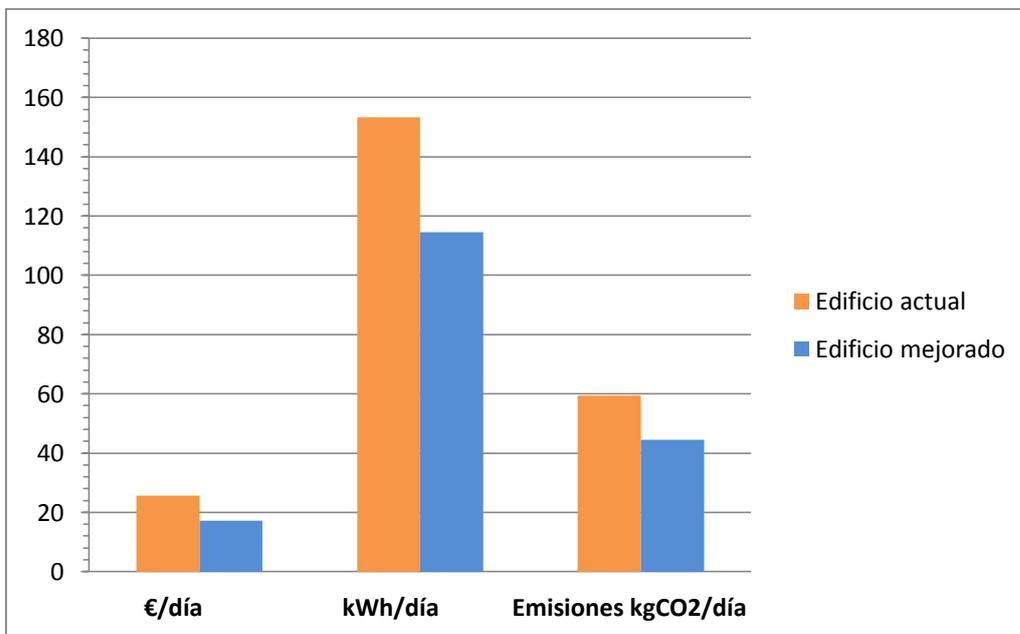


Figura 36. Gráfica de comparación entre edificio actual y el mejorado.

I.III.) Impulsores de recirculación para invierno

En la **sala de actos** hay una altura libre media de 9 m lo que supone un problema a la hora de acondicionar el edificio **en invierno** ya que el aire caliente tiende a ocupar la parte más elevada.

Por ello se instalarán conductos que impulsen el aire frío de cotas más bajas a la máxima altura. Empujando de esa forma al aire caliente que hay paralizado o estancado haciendo que recircule para llevarlo a baja altura. Esta es una forma sencilla de reducir el consumo en los aparatos de climatización.

Esquema de funcionamiento:

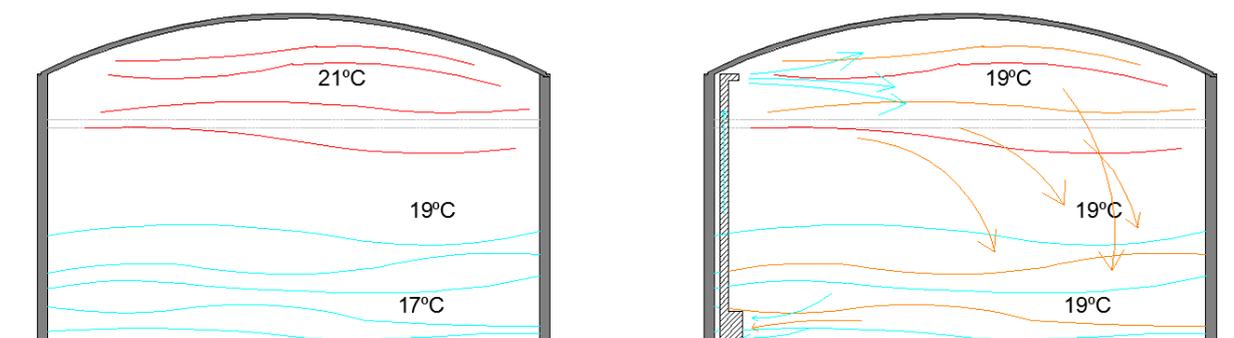


Figura 37. Flujo de calor local sin impulsores de recirculación y con ellos.

El esquema de la figura 37, representa el siguiente caso práctico:

Se supone una temperatura en invierno de 5 °C en el exterior y 9°C en el interior del local, para aumentar 10 °C la temperatura a una cota de +1.5 m desde plano de tierra, se necesita tener el equipo encendido durante 1 h para alcanzar esta temperatura, con los impulsores de recirculación se consigue en 40 mín.

- En 1 hora el equipo de potencia calorífica 24,1 kW consume 24,1kWh
- En 40 minutos el equipo consume 15,9 kWh

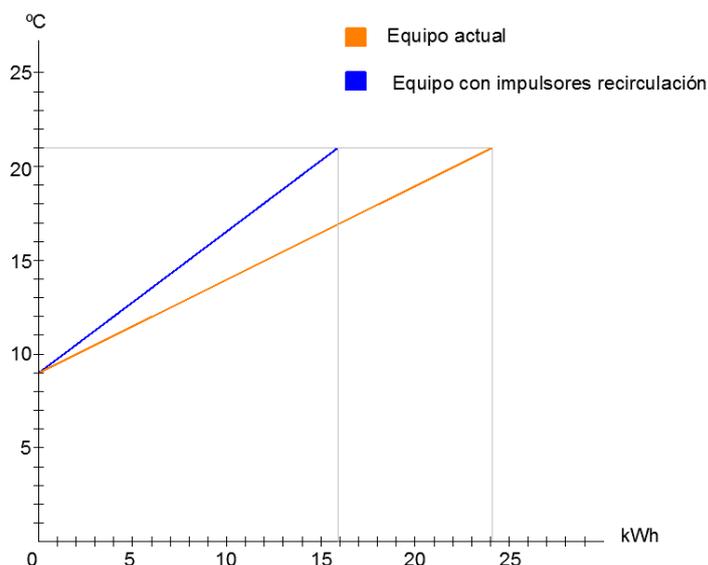


Figura 38. Consumo en Kwh necesarios para alcanzar una temperatura de 21°C partiendo de 9°C

Se reduce el 30% del consumo energético que necesita el equipo al encenderse para llegar a la temperatura adecuada. Posteriormente mantener esta temperatura en la sala a la cota +1,5 m con los impulsores resultará un ahorro en demanda de kWh del aparato del 20%.

Como se ha dicho anteriormente sabiendo que el equipo está en funcionamiento durante 6 horas al día consume 153,3 kWh/día, con los impulsores de recirculación el consumo será de 122,64 kWh/día.

La funcionalidad de estos impulsores es únicamente para época de invierno por tanto el ahorro anual con esta mejora se verá reflejado solo en la demanda de calefacción anual 57.872,4 kWh quedándose en 46.297,92 kWh/año.

La propuesta de mejora consistirá en colocar 2 conductos de sección cuadrada 50 x 25 cm esquinas opuestas en la sala de usos múltiples, el aire por su interior circulara a una velocidad media de 10 m/s. La potencia de estos ventiladores será de 0.110 kW proporcionándonos un caudal de 3.636 m³/h cada uno.

Datos Técnicos							
Tipo	Diámetro mm.	Caudal m3/s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)	Peso Kg.	No. Depósito
Con motor monofásico, 110 V., 4 polos, 1800 RPM							
110V							
2CC2 254-5YC3	250	0.38	0.050	0.8	62	5.0	01181
2CC2 314-5YC3	316	0.70	0.088	1.5	62	6.0	01182
2CC2 354-5YC3	350	1.01	0.110	1.9	68	7.0	01183
2CC2 404-5YC3	400	1.45	0.220	3.2	74	8.0	01184
2CC2 504-5YA3	500	2.93	0.700	8.3	78	23.5	01185

Figura 39. Ventilador industrial para recirculación aire. Fuente: Catálogo Siemens, datos técnicos nominales.

I.IV.) Unidades de recuperación de calor

Existen unidades llamadas de recuperación de calor, se pueden encontrar ejemplos de estos en la empresa Aermec. Son muy interesantes para edificios de nueva construcción.

El funcionamiento es muy simple:

Estas unidades permiten extraer una determinada cantidad de aire del ambiente y sustituirla con aire de renovación.

Un recuperador de placas de aluminio permite un eficaz intercambio térmico entre el flujo de aire de expulsión y el de renovación: así, el aire de renovación es pre-calentado o pre-enfriado, según la estación, quitándolo del aire expulsado.

El aire introducido es filtrado antes de pasar a través del recuperador que está protegido de la suciedad con un filtro del mismo tipo también en el lado expulsión. Además, el aire introducido puede se post-calentado mediante una batería de calentamiento opcional de agua caliente o eléctrica.

Se trata de una solución que mejora notablemente el consumo energía pero se necesita cambiar todo el equipo, se descarta pues esta posible propuesta de mejora.

I.V.) La renovación de aire frente a la eficiencia energética. Conductos de recogida de aire interior

La renovación de aire según RITE, se renovarán los m^3/h de aire que exija la norma, el resto se pueden obtener del interior del local, en este caso la sala principal de usos múltiples.

Como se ha dicho, en muchas ocasiones la cafetería y la sala de usos múltiples no funcionan simultáneamente. La sala cafetería-bar está abierta todos los días entre semana mientras que la sala de usos múltiples tiene un uso menos continuo dedicado sobre todo en fines de semana. Por ello se propone realizar un cambio en los conductos de recogida de aire del sistema de climatización.

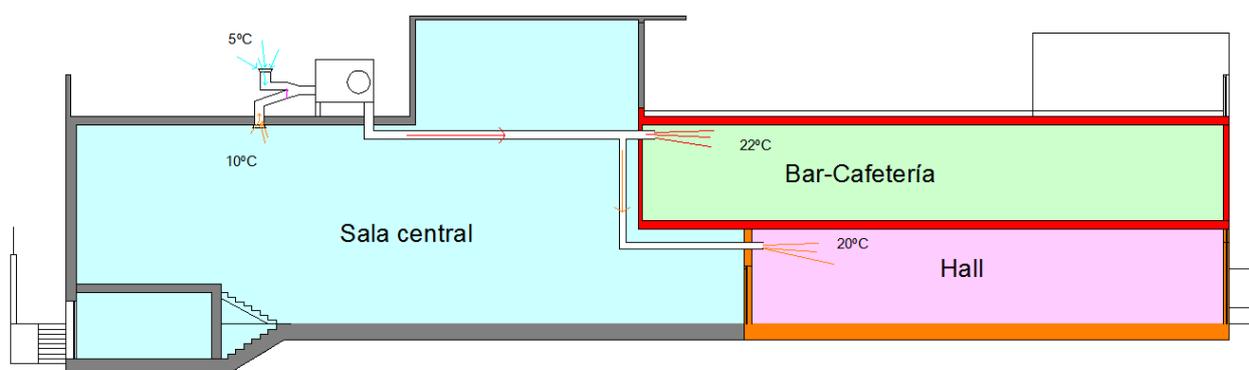


Figura 40. Sistema de captación aire interior/exterior

Consiste en aprovechar el aire interior de la sala principal cuando no se utiliza para acondicionar la sala Bar-cafetería pasando este aire por el equipo de climatización para adecuarlo a la temperatura que se necesita.

La sala principal debido a sus sistemas pasivos o envolvente térmica siempre estará a una temperatura menos desfavorable que la del exterior y por tanto le supondrá al equipo un menor esfuerzo tratar este aire para elevarlo o disminuirlo a la temperatura deseada.

En la figura 40 se propone el caso práctico siguiente:

Se supone una temperatura exterior de 5 °C e interior de 10°C en invierno. El local solo tiene en funcionamiento la zona de Bar-cafetería donde se quiere mantener en el interior una temperatura de 22°C.

Según IDAE, aumentar en 1 °C la temperatura del aire supone un 7% más de consumo para el equipo. Cogiendo aire del interior hay que incrementar en 12 °C la temperatura, cogiéndolo del exterior en 17°C. La diferencia son 5 °C que suponen una divergencia del 35% de consumo de energía.

Como se explica en el apartado I.I) *Cálculo de número de renovaciones*, el volumen de la sala es de 860 m^3 , según reglamento RITE hay que introducir 2.390,4 m^3/h de aire siendo el número de renovaciones para la sala de 2,78 por hora.

Por tanto cada 20 minutos (21,58 exactamente) se introducirá aire del exterior y se extraerá el viciado hasta alcanzar 860 m^3 de aire (volumen sala), el resto se tomará del interior de la sala principal.

Para ello se instalara un mecanismo electrónico automatizado que controlará la entrada de aire (exterior e interior) según se le programe. Se supone un ahorro energético del 20% tanto para invierno como para verano.

Durante 1 día reduciremos la demanda de 34,88 kWh a 27,90 kWh en el aparato de aire.

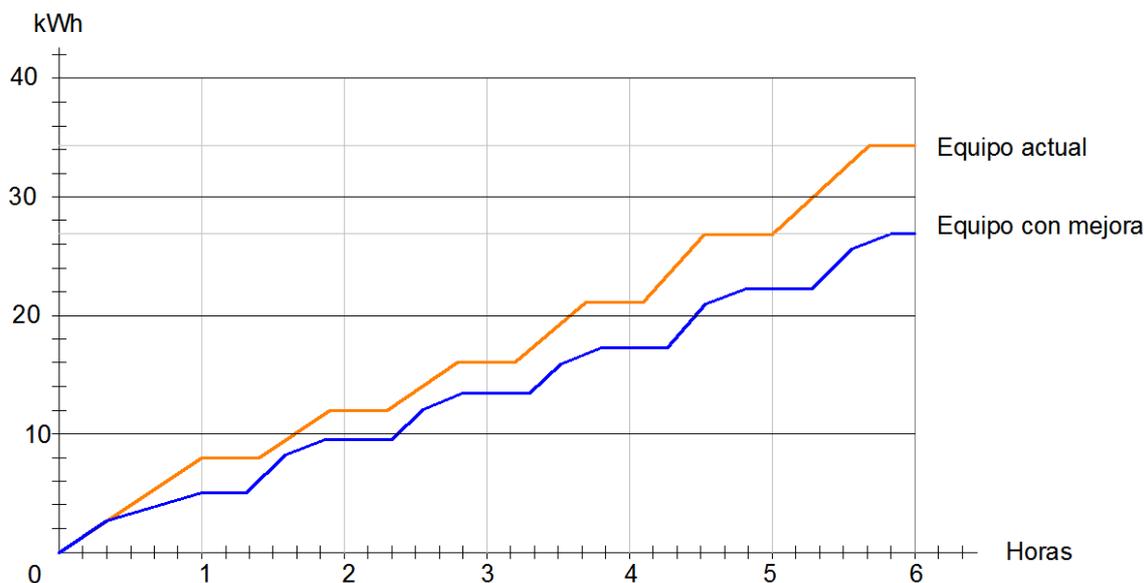


Figura 41. Consumo al día a lo largo de las 6 horas de funcionamiento del equipo captando aire del exterior (equipo actual) y captando aire del exterior/interior(equipo con mejora).

I.VI.) Eficiencia en el uso del aparato de climatización

También cabe decir que existen formas de **abaratar el coste** de la climatización que resultan tan sencillas como hacer un **uso eficiente** de ellas, para justificarlo se realiza el siguiente supuesto:

Tomaremos dos HIPÓTESIS, el local de unos 500 m2 acondicionados, posee sistema de climatización (calefacción + refrigeración), que desarrollan su trabajo a lo largo de 6 horas diarias de lunes a sábado. Las hipótesis se denominarán:

- Caso A
- Caso B

Discrepancia en lo que a temperatura ideal o de confort ambiental se refiere:

ÉPOCA DEL AÑO	TEMPERATURA A	TEMPERATURA B
Diciembre - Abril	22 °C	21 °C
Mayo – Junio	21 °C	
Julio – Septiembre	19 °C	
Octubre - Noviembre	21 °C	

Tomaremos como hipótesis de trabajo las siguientes:

- Incrementar o disminuir en 1 °C la temperatura ambiental de un local supone un incremento energético del 7%. (Según IDEA)
- El Coeficiente de eficiencia energética (COP) para un equipo de climatización de clase A en refrigeración es de 3,0.
- El Coeficiente de eficiencia energética (COP) para un equipo de climatización de clase A en calefacción es de 3,3.
- Una estancia bien aislada supone un ahorro energético entre un 20 y un 30% en gasto de climatización.

Evaluación económica y en términos de emisiones de CO₂

Para la evaluación económica y en términos de emisiones de CO₂ de la medida, se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- El coste del término de energía es de 0.1513€/kWh
- La demanda media mensual de electricidad según cálculo en programa Calener:
 - ➔ 21,1 kWh/m² para calefacción
 - ➔ 7.5 kWh/m² para refrigeración
- Se calculan las emisiones de CO₂ para electricidad convencional considerada como energía final en 388 g. CO₂ / kWh.
FUENTE: Anuario ATECYR (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración)

Gastos realizados:

Supuesto B

En calefacción:

- Gasto mensual energético = $(21,1 \text{ kWh/m}^2 * 500 \text{ m}^2 * 0.1513\text{€/kWh}) = 1596,21\text{€/mes}$

En refrigeración:

- Gasto mensual energético = $(7,5 \text{ kWh/m}^2 * 500 \text{ m}^2 * 0,1513\text{€/kWh}) = 567,37\text{€/mes}$

Gasto anual = $1596,21 * 6 + 567,37 * 6 = \mathbf{12.981,48 \text{ €}}$

Gasto (CO₂) = $(21,1 * 500 * 6 + 7,5 * 500 * 6) * 388 \text{ g. CO}_2/\text{kWh} = \mathbf{33.290,4 \text{ Kgs CO}_2 / \text{año}}$

Supuesto A

En calefacción:

- Gasto mensual energético (Dic-Abr)= $21,1 \text{ kWh/m}^2 * 500 \text{ m}^2 * 0,1513 \text{ €/kWh} * \mathbf{1,07} = 1.707,95 \text{ €/mes}$
- Gasto mensual energético (Oct-Nov)= $(21,1 \text{ kWh/m}^2 * 500 \text{ m}^2 * 0,1513 \text{ €/kWh}) = 1.596,21 \text{ €/mes}$

En refrigeración:

- Gasto mensual energético (May-Jun)= $(7,5 \text{ kWh/m}^2 * 500\text{m}^2 * 0,1513 \text{ €/kWh}) = 567,37 \text{ €/mes}$
- Gasto mensual energético (Jul-Sep)= $(7,5 \text{ kWh/m}^2 * 500 \text{ m}^2 * 0,1513 \text{ €/kWh} * \mathbf{1,14}) = 646,81 \text{ €/mes}$

Gasto anual = $1.707,95 * 5 + 1.596,95 * 2 + 567,37 * 2 + 646,81 * 3 = \mathbf{14.808,82 \text{ €}}$

Gasto (CO2) = $(21,1 * 500 * 5 * 1,07 + 21,1 * 500 * 2 + 7,5 * 500 * 2 + 7,5 * 500 * 3 * 1,07 * 2) * 388 \text{ g. CO}_2/\text{kWh} = \mathbf{42.337,59 \text{ Kgs CO}_2 / \text{año}}$

Conclusión:

- El beneficio económico para la opción B será de **1.827,34 € al año** respecto a la opción A
- El beneficio anual en emisiones de CO₂ será de **9.128,19 CO₂ / año**.

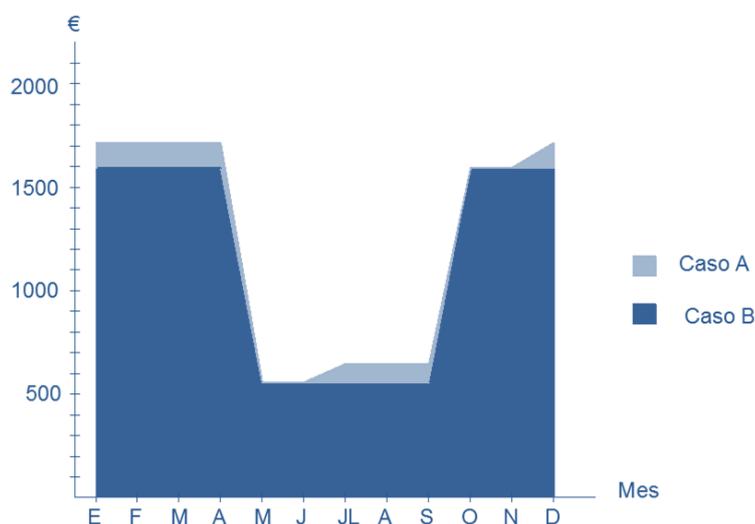


Figura 42. Inversión monetaria mensual en el supuesto caso A y en el caso B.

II) Colectores fotovoltaicos

En el edificio no existen colectores fotovoltaicos por tanto debemos valorar si sería rentable colocarlos. Hay que tener en cuenta que parte de la cubierta se utiliza como terraza de verano "chill-out", las restantes se componen de la cubierta metálica sobre la pista central y la tercera al posterior ocupada por el compresor de la climatización y el captador térmico, es decir, utilizable puede ser la cubierta metálica.

Se podrán colocar las placas fotovoltaicas apoyadas sobre la cubierta metálica.

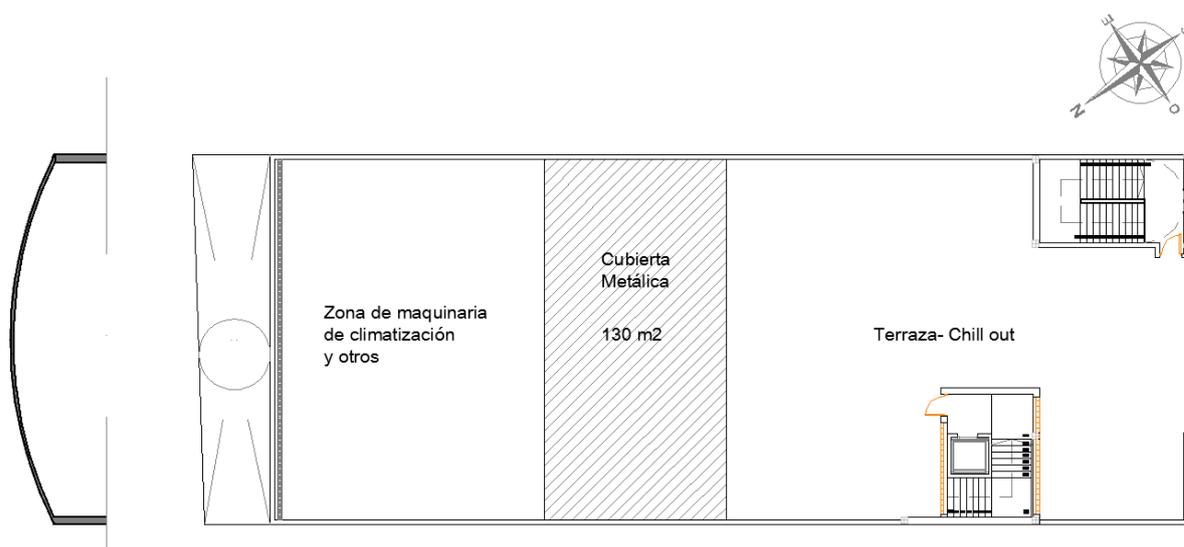


Figura 43.Planta de cubierta del local

Existen 130 m² disponibles para colocar placas fotovoltaicas, se necesitan 10 m² para instalar 1 kWp (la potencia pico hace referencia a la cantidad de kW instalados en forma de paneles solares fotovoltaicos), siendo el rendimiento de éste al año de 1.400 kWh/kWp según Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF).

Por tanto en el local podemos colocar una instalación fotovoltaica de 13 KWp que producirá 18.200 kWh/año.

Según se ha estudiado, consta una demanda de 77.071,7 kWh/año por tanto la instalación de placas fotovoltaicas nos ahorraría el 23,2 % de la demanda energética. Ahorro monetario de 2.753,66 € anuales.

El coste de dicha instalación, partiendo de un precio de mercado de 1,5 € por Wp instalado es de 19.500 € (1.5 x 13.000). Cabe apuntar que los precios de instalación están bajando actualmente pudiéndose encontrar hasta por 1 €/Wp.

El periodo de amortización es de 7 años, teniendo en cuenta la vida útil de las placas que se estima alrededor de 25 años se estará 18 ahorrándonos 2.753,66 € anuales, sumando un total de 49.565,88 € en toda su vida útil.

Esta ha sido la valoración genérica, a continuación se escogerá un modelo concreto de placa solar y se verá el coste que supone.

El modelo que se va a escoger por su calidad precio es el Bosch Solar Module c-Si M 60.

Bosch Solar Module c-Si M 60 EU44117 EU44123							
Largo [x]	Ancho [y]	Altura del marco [z]	Peso	Caja de Conexiones	Tipo de conexión	Cable [l]	Superficie del cristal frontal
1660,0	990,0	50,0	21	IP65	MC4	-800 +1200	Estructurada con recubrimiento antirreflectante
x, y, l en mm, ±2; z en mm, ±0,3; peso en kg ±0,5							
Módulo solar de monocristalino							
Potencia Nominal		255 Wp, 260 Wp, 265 Wp, 270 Wp					
Clasificación de rendimiento		-0/+4,99 Wp					
Estructura		Laminado de vidrio-película ▶ Marco de aluminio anodizado ▶ Caja de conexiones (IP65) con 3 diodos de bypass ▶ Película posterior (blanca) resistente a la intemperie					
Células		60 Células solares monocristalinas en formato 156 mm x 156 mm					
Capacidad de carga mecánica		5 400 Pa de carga máxima de nieve, 2 400 Pa de carga máxima de viento, conforme a la norma IEC 61215 (prueba ampliada)					

Figura 44. Colector fotovoltaico para instalación en nuestro edificio. Casa comercial Bosch

Según figura 38, se logra que la placa de 1,64 m² es capaz de producir 0,260 kWp, como se ha decidido anteriormente se quiere instalar 13 kWp esto son 50 placas de 1,66 x 0,99 m. El coste de una placa instalada es de 472 € por unidad, por tanto el coste total asciende a 23.655,69 €.

Con lo visto hasta ahora, la decisión lógica si se dispone de un tejado donde instalar las placas solares fotovoltaicas es hacerlo cuanto antes, pero hay una cuestión importante a tener en cuenta: el balance neto.

La instalación solar del edificio no es autosuficiente, por lo que se dependerá de la red eléctrica para disponer de energía cuando se requiera. Además, también se necesita verter a la red los excedentes de producción, ya que si no se sobrecargaría la instalación. Ahí es donde entra el balance neto.

El funcionamiento ideal del balance neto es un contador reversible. Cuando se vierte energía a la red el contador cuenta hacia atrás, y cuando se demanda hacia delante. Al demandar más de la que se oferta a lo largo del año, se paga la diferencia.

Lo que pasa es que en España aún no hay una legislación vigente al respecto. El balance neto se menciona en el RD 1699/2011, afirmando que se admite que las instalaciones para autoconsumo menores de 100KWp puedan exportar este exceso de energía y compensarla en un plazo de 12 meses, pero los aspectos técnicos y la forma de compensación aún no están claras, lo cual genera incertidumbre.

Hoy en día, cuando se instalan unas placas fotovoltaicas conectadas a la red lo que se hace es volcar toda la producción al sistema eléctrico para que la aproveche otro. Se vende toda la electricidad renovable a la empresa distribuidora a un precio más alto (pues incluye una prima) y luego se consume la que se necesita de la red como cualquier otro ciudadano, a la tarifa habitual. Se vende a un precio mayor del que se compra y así se obtienen unos beneficios que permiten ir amortizando la instalación renovable.

Normativa aplicable, según RD 661/2007 artículo 1 y RD 1578/2008 artículo 11:

mayo 2007

BOE núm. 126

1.º Grupo b.1. Instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar. Dicho grupo se divide en dos subgrupos:

Subgrupo b.1.1. Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.

Subgrupo b.1.2. Instalaciones que utilicen únicamente procesos térmicos para la transformación de la energía solar, como energía primaria, en electricidad. En estas instalaciones se podrán utilizar equipos que utilicen un combustible para el mantenimiento de la temperatura del fluido transmisor de calor para compensar la falta de irradiación solar que pueda afectar a la entrega prevista de energía. La generación eléctrica a partir de dicho combustible deberá ser inferior, en cómputo anual, al 12 por ciento de la producción total de electricidad si la instalación vende su energía de acuerdo a la opción a) del artículo 24.1 de este real decreto. Dicho porcentaje podrá llegar a ser el 15 por ciento si la instalación vende su energía de acuerdo a la opción b) del citado artículo 24.1.

CAPÍTULO III

Régimen económico

Artículo 11. Tarifas.

1. Los valores de la tarifa regulada correspondientes a las instalaciones del subgrupo b.1.1 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, que sean inscritas en el registro de pre-asignación asociadas a la primera convocatoria serán los siguientes:

Tipología		Tarifa regulada (c€/kWh)
Tipo I	Subtipo I.1	34,00
	Subtipo I.2	32,00
Tipo II		32,00

Figura 45. Retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica. Real Decreto 661/2007 modificado por Real decreto 1578/2008.

También existe otra modificación, el real decreto ley 2/2013, medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero, pero este no afecta a nuestro cometido.

Aquí se observa la tarifa que aplica Iberdrola de acuerdo a la normativa anterior:

TARIFAS

TIPOLOGÍA INSTALACIÓN	TARIFA REGULADA (c €/kWh)
TIPO I.1: INSTALACIONES SOBRE CUBIERTA CON UNA POTENCIA INFERIOR O IGUAL A 20 KW	34,00
TIPO I.2: INSTALACIONES SOBRE CUBIERTA CON UNA POTENCIA SUPERIOR A 20 KW E INFERIOR O IGUAL A 2 MW	32,00
TIPO II: INSTALACIONES SOBRE TERRENO CON UNA POTENCIA IGUAL O INFERIOR A 10 MW	32,00

Figura 46. Retribución por la energía vendida. Iberdrola

En el caso que se estudia la retribución es de 34 c€/ kWh vendiendo los 18.200 kWh que se alcanzan anualmente de las placas solares se obtiene 6.188 € que no es el valor real ya que gran parte está subvencionado por el gobierno, tratando de fomentar esta actividad, por ello hoy por hoy conviene no utilizar esta energía para el autoconsumo sino venderla. De esta forma en 3,15 años se amortiza el gasto de instalación.

Cabe decir que en un futuro próximo esto cambiará ya que las tarifas de las compañías eléctricas se incrementa mientras que las subvenciones por venta de la energía solar en los edificios va desapareciendo.

III) La caldera eléctrica

Se analizará de qué forma se puede sacar mayor redimiendo a nuestra caldera eléctrica teniendo presente su poca utilización.

El análisis siguiente se basará en la búsqueda en catalogo de calderas que se adapten a nuestras necesidades y sean lo más eficientes posibles.

En el edificio ya existen placas solares de captación térmicas así y todo se valorarán los equipos de ACS con y sin ellas.

Se debe tener en cuenta:

Para la aplicación de un sistema de calefacción de agua solar térmico es preciso disponer de espacio libre de sombras (habitualmente en la cubierta del edificio), que permita una orientación preferentemente sur del sistema captador.

En el mercado existe una amplia variabilidad en el precio de las instalaciones. El coste de la adquisición de un sistema con estos componentes es función de la calidad de materiales empleados, grado de integración arquitectónica, eficiencia y eficacia de las tecnologías empleadas en la captación de la radiación solar y por supuesto, de la demanda de agua caliente que deba atender, es decir el tamaño de la instalación. El sistema debe estar diseñado para satisfacer en contribución solar, como mínimo el 70% de la demanda total anual, si bien es económicamente viable alcanzar contribución mínima anual del 80 % en prácticamente todo el territorio de la Comunidad Valenciana.

En este caso, en el local Multiusos de Benaguasil se va a analizar **el gasto energético y monetario**, con y sin sistema solar de abastecimiento de agua caliente sanitaria. Al mismo tiempo se inspeccionarán diferentes tipos de calderas.

La demanda estimada de agua a 60°C para los vestíbulos suponiendo como número de usos máximos 4 diarios, se estima en 15 litros / servicio (fuente: UNE 94002:2005).

Por tanto la demanda diaria será de 60 litros de agua caliente sanitaria a 60º.

El coste de un sistema, con captadores libres de sombras, orientación sur e inclinación óptima, capaz de aportar un 80% de la demanda anual de agua caliente sanitaria para el local que estamos puede ascender a 3.000 €, coste totalmente instalado por personal cualificado.

La energía necesaria para cubrir la demanda de agua caliente de este local es 1.363,3 kWh/año.

Considerando un perfil de temperaturas del agua de abastecimiento típica en La Comunidad Valenciana.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	14,67

La instalación solar térmica proporcionaría una contribución solar anual mínima de 1.090,5 kWh, quedando 272.5 kWh, que serían necesarios proporcionar mediante un sistema de calentamiento convencional. Por ello se han considerado los diversos sistemas convencionales de calentamiento de agua caliente sanitaria como son:

- Calentador eléctrico
- Caldera de gas natural
- Caldera de butano
- Caldera de gasóleo C.

Teniendo en cuenta los rendimientos típicos de estos equipos de apoyo se obtienen las siguientes necesidades efectivas de combustible para dar respuesta a la demanda.

Energía anual necesaria a aportar al dispositivo de calefacción sin sistema solar térmico.

- Calentador eléctrico 1405,45 kwh
- Caldera convencional gas natural 1603,85 kwh (154,2 Nm³/año)
- Caldera convencional Butano 1603,85 kwh (126,0 Kg / año)
- Caldera convencional Gasóleo C 1603,85 kwh (180,75 Litros/año)

Energía anual necesaria a aportar al dispositivo de apoyo en combinación con sistema solar térmico:

- Apoyo eléctrico 281,1 kwh
- Apoyo gas natural 320,75 kwh (26,2 Nm³/año)
- Apoyo butano 320,75 kwh (21,4 Kg / año)
- Apoyo gasóleo C 273,93 kwh (30,75 Litros/año)

Por lo que se verifica un importante ahorro en los consumos considerados.

Evaluación económica y emisiones de CO₂:

Para la evaluación económica y en términos de emisiones de CO₂ de la medida, se han tenido en cuenta lo siguiente:

- Precio de electricidad: 0,1513 €/kW
- Precio de gas natural: 0,60 €/Nm³ (0,057 €/kWh)
- Precio de butano en botellas: 1,4 €/kg (0,110 €/kWh)
- Precio gasóleo C: 0.998 €/litro (0.112€/kWh)
- Emisiones de CO₂
 - Electricidad: 0,4 kg CO₂/kWh
 - Gas Natural: 0,204 kg CO₂/kWh
 - G.L.P. butano: 0,244 kg CO₂/kWh
 - Gasóleo C: 0,287 kg CO₂/kWh
- Rendimiento estimado para caldera convencional: 85%

En el caso del sistema de **Agua Caliente Sanitaria sin sistema solar térmico** el coste del combustible empleado sería:

- Electricidad 212,64 €/año
- Gas natural 91,42 €/año
- Butano 176,42 €/año
- Gasóleo C 179,63 €/año

En cambio, para el mismo local **con sistema de solar térmico** como el descrito, el coste de los combustibles de apoyo sería:

- Electricidad 42,53 €/año
- Gas natural 18,28 €/año
- Butano 35,28 €/año
- Gasóleo C 30,68 €/año

Viabilidad de los captadores térmicos con diferentes tipologías de calderas de apoyo:

Caldera ACS	Demanda calderas ACS		Emisiones CO2	Ahorro monetario con placa solar	Consumo anual	Ahorro monetario respecto a la caldera actual	Precio	Amortización
	%	KWh/año						
Eléctrica(actual)	20	281,1	0,4	170,11	42,53	–	–	–
Gas natural	20	320,75	0,204	73,14	18,28	24,25	380	15,6
Butano	20	320,75	0,244	141,14	35,28	7,25	499	68,82
Gasóleo C	20	273,93	0,287	148,95	30,68	11,85	1.029,41	86,87

La caldera eléctrica y la placa solar ya existe en nuestro edificio por ello no se considerarán en las amortizaciones.

Por otra parte en el estudio se observa que la energía eléctrica como fuente de abastecimiento para la caldera resulta ser la más cara y la que más CO₂ emite.

A la vista queda que el edificio no tiene un consumo importante de energía para ACS, el 80 % queda cubierto por el captador térmico existente. Se observa que la única caldera factible de amortizar es la de gas natural. Además se debe valorar la gran diferencia en emisiones: 0,4 kg CO₂/kWh en electricidad frente a 0,204 kg CO₂/kWh en gas natural. Por tanto sí es recomendable cambiar la caldera eléctrica por la de gas natural.

Calificación energética con caldera gas natural:

	Clase	KgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ ACS	B	0.1	274.3

Figura 47. Demanda energética en ACS con datos de proyecto situación de mejora.

Frente a caldera eléctrica:

Emisiones CO ₂ ACS	G	0.3	822.8
-------------------------------	---	-----	-------

Figura 48. Demanda energética en ACS con datos de proyecto actual.

Existen sistemas más avanzados y más caros que proporcionarían un consumo y una emisividad de CO₂ aún menor pero se han descartado ya que como se ha explicado anteriormente la demanda de ACS en el edificio dado es tan reducida que la rentabilidad sería nula.

Calderas de biomasa o de condensación cuyo funcionamiento quedo explicado en el apartado “1.5.1 Calefacción y agua caliente sanitaria (ACS)”. Indudablemente esos sistemas serían los más eficaces en edificios que utilicen sistemas de calefacción por radiación, por suelo radiante o mayor demanda de ACS.

4.3.2. Envoltente:

l) Cubierta metálica

La parte de cubierta metálica es la más desfavorable tanto para verano como para invierno. Se debe buscar una alternativa que implique un mayor aislamiento térmico.

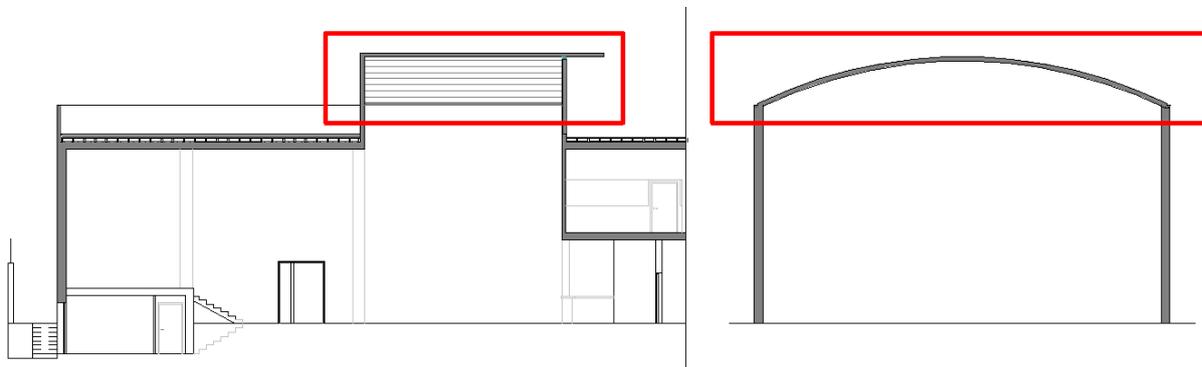


Figura 49. Sección longitudinal y transversal, cubierta metálica. Local multiusos.

Estas son las características iniciales de la cubierta:

CUBIERTA METÁLICA						
Tipos	C. superficiales		Pn<=Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3
	fRsi>=fRsmín					
		fRsi	0,76	Psat,n	907,686	2078,882
	fRsimín	0,61	Pn	907,686	907,686	1285,323

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Acero	0,4	50	1·10 ¹⁵	0,0001	12500	907,686	907,686
XPS Poliestireno Extruido [0.046 W/[mK]]	4	0,046	20	0,8696	1,15	907,686	2078,882
Acero	0,4	50	1·10 ¹⁵	0,0001	12500	1285,323	2079,033
TOTALES	4,8			1,04	0,962		

Figura 50. Características de los materiales de cubierta metálica tipo sándwich.

CUBIERTA METÁLICA MEJORADA						
Tipos	C. superficiales		Pn<=Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3
	fRsi>=fRsmín					
Cubierta metálica	fRsi	0,869	Psat,n	891,214	2193,146	2193,232
	fRsimín	0,61	Pn	891,214	891,214	1285,323

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Acero	0,4	50	$1 \cdot 10^{15}$	0,0001	12500	891,214	891,214
XPS Poliestireno Extruido [0.046 W/[mK]]	8	0,046	20	1,7391	0,575	891,214	2193,146
Acero	0,4	50	$1 \cdot 10^{15}$	0,0001	12500	1285,323	2193,232
TOTALES	8,8			1,879	0,532		

Figura 51. Características de los materiales de cubierta metálica mejorada tipo sándwich.

Al doblar el espesor de su aislante térmico de poliestireno extruido de 4 a 8 cm su transmitancia térmica disminuye de 0,962 a 0,532 W/m²k.

Por tanto en la superficie de cubierta de 130 m² se transferirán 69,16 W/k cuando anteriormente se estaban transfiriendo 125,06 W/k.

Según base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), el coste por m² para esta intervención es de 17,77 €. Por tanto el coste total de modificación de la cubierta será de 2.310,1 €.

La superficie total de la cubierta metálica supone un 20% respecto a la cubrición total. Se supone una mejora del 10% en reducción de demanda de calefacción y 5% en refrigeración, se trata de un ahorro de 1.158,72 € y una reducción de 8.929,07 KgCO₂ anuales. La inversión es amortizable en 2 años.

II) Huecos, acristalamientos

Se analizarán los **huecos y puntos sensibles** del edificio que provoquen mayores pérdidas energéticas. En este edificio no existen muchos huecos, de todos ellos cabe destacar el cerramiento de la cubierta metálica en la terraza de verano, que es un acristalado y el muro cortina que se encuentra en primera planta recayente al Bar-cafetería, los dos huecos orientados al sud-oeste.

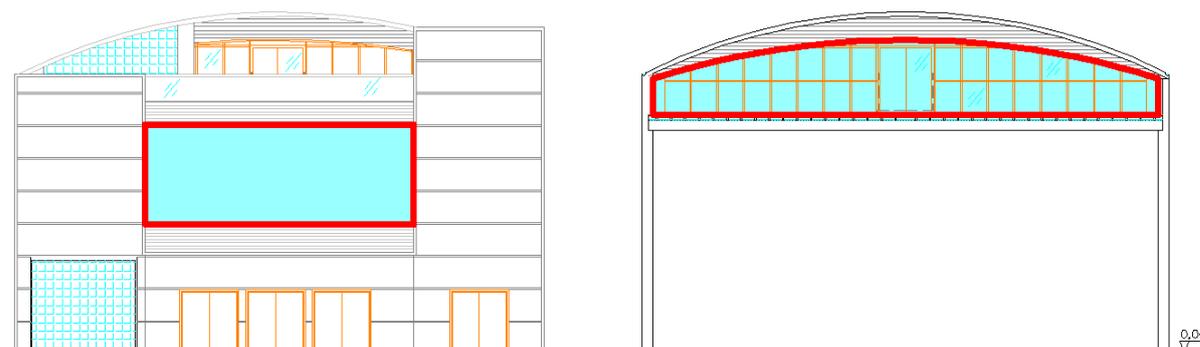


Figura 52. Huecos de gran envergadura, a la izquierda muro cortina de fachada principal y a la derecha acristalamiento en paramento vertical de cerramiento de la cubierta metálica.

En fachada el muro cortina se compone por un vidrio monolítico incoloro transparente de 4mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 6mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio laminado compuesto por dos vidrios de 4 mm de espesor unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro.

En el cerramiento vertical de cubierta metálica vidrio tipo Climalit formado por dos hojas compuestas de acristalamiento tipo PLANITHERM de 3+3 con butyral transparente y 6 mm de cámara de aire deshidratada con intercalario.

De los dos **acristalamientos** existentes, el que da a la cafetería proporciona suficiente luminosidad durante el día para la actividad que se realiza. El otro que compone parte de cerramiento de la cubierta metálica y da a la sala de usos múltiples no proporciona suficiente, por tanto siempre se necesitará apoyo eléctrico para el funcionamiento de la sala.

Así pues ya que la luz artificial ya era necesaria en la sala de usos múltiples se puede cambiar el vidrio por otro que oponga algo más de resistencia al paso de la luz pero que aportará mayor resistencia térmica factor de interés en este caso.

El acristalamiento existente, en invierno sobre todo, es un punto crítico ya que está en la zona más alta de la sala donde el calor producido por el aparato de climatización tiene fácil salida hacia el exterior.

Junto a la cubierta metálica, este cerramiento acristalado supone por tanto zona de pérdidas energéticas. Por ello se propone reemplazarlo por un vidrio doble de baja emisividad. Se diferencia de un vidrio normal principalmente por su menor transmitancia térmica:

- Vidrio actual U= 2,9 W/m²K
- Vidrio de Baja Emisividad U=1.8 W/m²K

Según IVE la colocación de este tipo de acristalamiento por m² es de 54,78€, suponiendo un coste de 1.643,3 €. Se estudia a continuación la posibilidad de disminuir la transmitancia térmica sin sustituir el vidrio actual para así disminuir el coste.

La llamada lámina solar o Thermic Film, es una lámina transparente que aplicada al interior o exterior de las ventanas ejerce de barrera aislante, reduciendo en verano la entrada del calor solar por las ventanas, disminuyendo el uso del aire acondicionado, y reduciendo en invierno la salida de calor de la vivienda, mientras se mantiene la vista y la mayor parte de la luz visible.

Viendo catálogos se opta por la casa comercial 3M Renewable Energy, el precio es de 25€ m² por tanto el coste total es de 750 €, más de la mitad que la solución anterior.

Tipo de vidrio	Tipo de lámina	Coefficiente de Sombra	LVR Exterior %	LVR Interior %	LVT %	U-value	Factor Solar (G)	TSER	Reducción Térmica
Simple									
Transparente	Sin lámina	0.94	8 %	9 %	89 %	1.03	0.82	18 %	--
	Silver 15 Ext.	0.22	61 %	56 %	17 %	1.02	0.19	81 %	77 %
Tintado	Sin lámina	0.72	13 %	9 %	53 %	1.03	0.63	37 %	--
	Silver 15 Ext.	0.18	61 %	23 %	10 %	1.02	0.16	84 %	75 %
Doble									
Transparente	Sin lámina	0.80	15 %	15 %	79 %	0.47	0.70	30 %	--
	Silver 15 Ext.	0.17	61 %	54 %	15 %	0.47	0.14	86 %	79%
Tintado	Sin lámina	0.58	8 %	13 %	47 %	0.47	0.51	49 %	--
	Silver 15 Ext.	0.13	61 %	27 %	9 %	0.47	0.11	89 %	78 %

Figura 53. Tabla características técnicas del modelo Silver 15 exterior. Fuente: Catálogo de la casa comercial 3M Renewable Energy.

Como se observar en la figura 53, el factor solar se reduce a 0.14 siendo así mínima la energía solar transmitida al interior de la sala con una reducción térmica del 79%.

Esta incorporación en el acristalamiento reducirá el consumo de la calefacción en esta sala, que vendrá reflejado favorablemente en la calificación energética final del edificio. Se estima reducción del 30% (reducción de pérdidas energéticas logrados a través del cerramiento respecto a la situación inicial). En términos generales de consumo reduce un 8% de la demanda total de climatización en el edificio.

Además para no tener que encender toda la iluminación de la sala para tareas de mantenimiento o de limpieza no abiertas al público, se preverá un circuito de iluminación secundario de bajo consumo que proporcione la luz adecuada sin tener que encender la iluminación completa de la sala.

III) Toldos y elementos de cubrición en fachada

En época de verano, es útil la utilización de toldos, parasoles o cortinas para la protección de la radiación a través del muro cortina de la cafetería.

El muro cortina no tienen ningún elemento de cubrición para protegerse de la radiación solar del verano, por ello se propone la colocación de **toldos verticales**. Esta sería la mejor solución, en la casa comercial BEC fabrican este tipo de toldos.



Figura 54. Toldo vertical. Fuente: catálogo comercial BEC.

Para sacarle el máximo rendimiento a los elementos de cubrición, su colocación debe ser por la parte exterior, proporcionando así una gran reducción de la radiación solar incidente sobre el vidrio y sobre la superficie interior del local.



Figura 55. Cortina vertical o estor enrollable por cable motorizado. Fuente: catálogo comercial BEC.

Las cortinas se enrollan con un mecanismo eléctrico de muy bajo consumo, el tejido tendrá una composición de 36% de fibra de vidrio y el 64% de PVC de color blanco proporcionado como máximo un 23% de paso a la radiación solar.

Según base de datos del IVE, una cortina de estas características tiene un coste de 82,06 €/m² siendo la superficie de esta 27,46m² el coste será de 1.567,96 €.

Estas cortinas enrollables o estores, supondrán un ahorro energético importante en periodos de verano sin impedir el aprovechamiento del sol en invierno. Se reducirá la demanda del equipo de refrigeración en un 10%.

IV) Toldos y elementos de cubrición en cubierta

Por otra parte en la cubierta transitable se pueden colocar elementos de cubrición, en este caso toldos en horizontal con una doble función:

- Proporcionar zonas de sombra a la terraza transitable para el bienestar de sus ocupantes.
- Liberar a la cubierta de la radiación directa del sol.

La zona donde se quieren colocar estos toldos forma parte de la cubierta de verano del local. Viendo fotos que se hicieron cuando se termino el edificio se contemplaba el uso de toldos en cubierta, desde hace unos años fueron retirados por ahorrar en tareas de mantenimiento. Se demostrará que los toldos de lona acrílica hacen un gran papel.



Figura 56. Disposición toldos en terraza.

La cubierta tiene un total de 704,73 m², de los cuales 130 m² son de cubierta metálica, los restantes 574,73 m² son de cubierta transitable. Esta está formada por forjado de losa alveolar con aislamiento de poliestireno extruido con un acabado superficial de entarimado de madera, en la figura 57 se describe detalladamente cada capa con su espesor y características térmicas:

Transmitancias, según datos introducidos en el programa informático de cálculo Econdensa:

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Froncosa de peso medio 565 < d < 750	2	0,18	50	0,1111	9	793,743	1172,547
Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 10 cm	10	1,1111	1	0,09	11,1111	793,747	1216,576
Subcapa fieltro	0,1	0,05	15	0,02	50	793,754	1226,556
XPS Poliestireno Extruido [0.037 W/[mK]]	4	0,0375	20	1,0667	0,9375	794,13	1874,884
Subcapa fieltro	0,1	0,05	15	0,02	50	794,137	1889,468
Betún fieltro o lámina	2	0,23	50000	0,087	11,5	1263,848	1954,041
Hormigón en masa 2300 < d < 2600	2	2	80	0,01	100	1264,599	1961,59
Hormigón celular curado en autoclave d 800	2	0,23	6	0,087	11,5	1264,656	2028,312
Con capa de compresión -Canto 500 mm	55	2,02	80	0,2723	3,6727	1285,323	2250,259
TOTALES	77,2			1,904	0,525		

Figura 57. Características técnicas del forjado transitable de cubierta. Programa informático Econdensa.

Como se puede observar el sistema de cubierta transitable es de buena calidad su transmitancia térmica (U) es de 0.525 W/m²K menor a la máxima (0,59) permitida según CTE.

La cubierta transitable cubre la zona de maquinaria y la de terraza abierta al público como se puede ver en la figura 56; así pues se estimará que el porcentaje de sombras de maquinaria y de los elementos verticales sobre cubierta es del 40%.

El área sobre cubierta transitable con incidencia directa de radiación solar es de 344,84m² que extendiendo 135 m² de toldo como estaban colocados antes de su retirada solo quedarán 209,83 m² de cubierta transitable expuesto a radiación solar directa.

Según AVEN (Agencia Valenciana de la Energía) la radiación solar anual en periodos de verano y en superficies con un ángulo menor a 20º es de 4.244 MJ/m² al año.

Por tanto la radiación solar directa sobre la superficie sin toldos será de 1463,5 · 10³ MJ casi el doble que con la superficie con colocación de toldos 890,518 · 10³ MJ.

Se estima un ahorro en periodos de verano del 4-5% en climatización, no es un ahorro significativo pero también se debe tener en cuenta como se ha dicho anteriormente la doble función de esto toldos, proporcionar sombra a ocupantes y liberar de radiación directa al forjado de cubierta transitable.

En el mercado actual hemos encontrado toldos acrílicos para terrazas por un precio de 13,60 €/m². Suponiendo un coste total de 1.836 €.

V) Pinturas

Tanto la fachada principal como las laterales y la posterior son de hormigón prefabricado con aislamiento en su interior. La tres fachadas excepto la principal su acabado es el propio del mortero; se propone aplicación de capa de pintura en la fachada lateral Sud-este ya que es la que está más libre de obstáculos y tiene por su orientación pleno impacto de radiación solar en gran parte del día lo que significa un alto paso de calor al interior.



Figura 58. Fachada libre de obstáculos de gran incidencia de radiación solar.

Se propone utilización de la llamada pintura de aislamiento térmico, conocida como pintura cerámica, es una pintura especial flexible, desarrollada mediante el uso de nanopartículas, consistentes en la mayoría de las macas en una emulsión acrílica de alta calidad a la que se agrega microesferas huecas de cerámica, que ayudan a encapsular la superficie, en la que se aplica para romper el choque térmico.

Se tiene una superficie de 374,46 m² el precio de la pintura con mano de obra es de 11,86 €/m² sumando un coste total de de 4.441,09 €.

Esta pintura refleja la mayor parte de la radiación solar y tiene una transmitancia menor a la pintura normal.

Esta solución supondrá una reducción en demanda energética para refrigeración pero al mismo tiempo un aumento en demanda calefacción ya que reflejamos la mayor parte de la radiación solar en invierno.

Se introducen datos en el Lider y Calener para comprobar si en términos globales la solución es buena:

Estado inicial sin pintura aislante térmica:

	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	20.6	56501.0
Demanda refrigeración	C	7.0	19199.4

Figura 59. Demanda energética con datos del proyecto actual. Programa informático Calener.

Aplicación de pintura térmica en fachada sud-este:

	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	22,6	61986,5
Demanda refrigeración	C	6,0	16456,6

Figura 60. Demanda energética con datos del proyecto propuesta de mejora. Programa informático Calener.

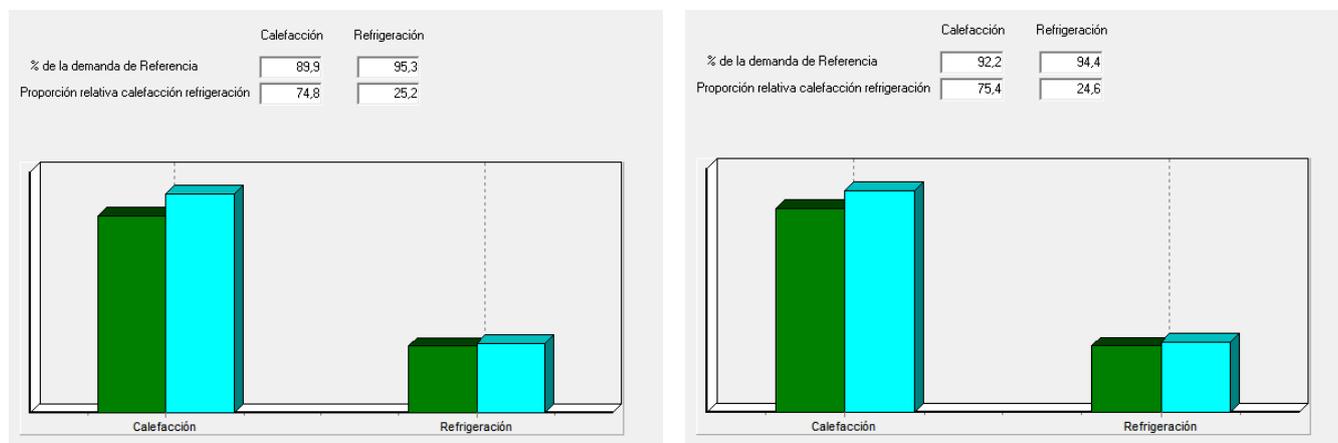


Figura 61. Porcentaje de demanda energética comparado con edificio de referencia. Programa informático Lider. A la parte izquierda el estado actual, a la derecha la propuesta de mejora.

Como conclusión no es conveniente adoptar la solución consistente en utilizar pintura térmica en la fachada sud-este. Como se había explicado anteriormente resta demanda en refrigeración pero al mismo tiempo suma en calefacción. Viendo estas conclusiones sobre cálculo numérico se obtiene en el edificio lo siguiente:

kWh/m ²	Demanda calefacción	Demanda refrigeración	Demanda total
Edificio Actual	20,6 kWh/m ²	7,0 kWh/m ²	27,6 kWh/m ²
Ed. Con pintura	22,6 kWh/m ²	6,0 kWh/m ²	28,6 kWh/m ²

Figura 62. Tabla comparativa con y sin pintura.

Se observa que utilizando la pintura térmica aumentamos 1 kWh/m² el consumo energético pasando de un consumo de 75.700,4 kWh/año a 78.443,1 kWh/año. La diferencia es de 2.742,7 kWh/año.

Por tanto esta solución queda descartada quedando la fachada sud-este con el acabado propio del mortero de hormigón.

4.4. ESTADO ENERGÉTICO MEJORADO DEL EDIFICIO

4.4.1 Etiqueta energética con mejoras

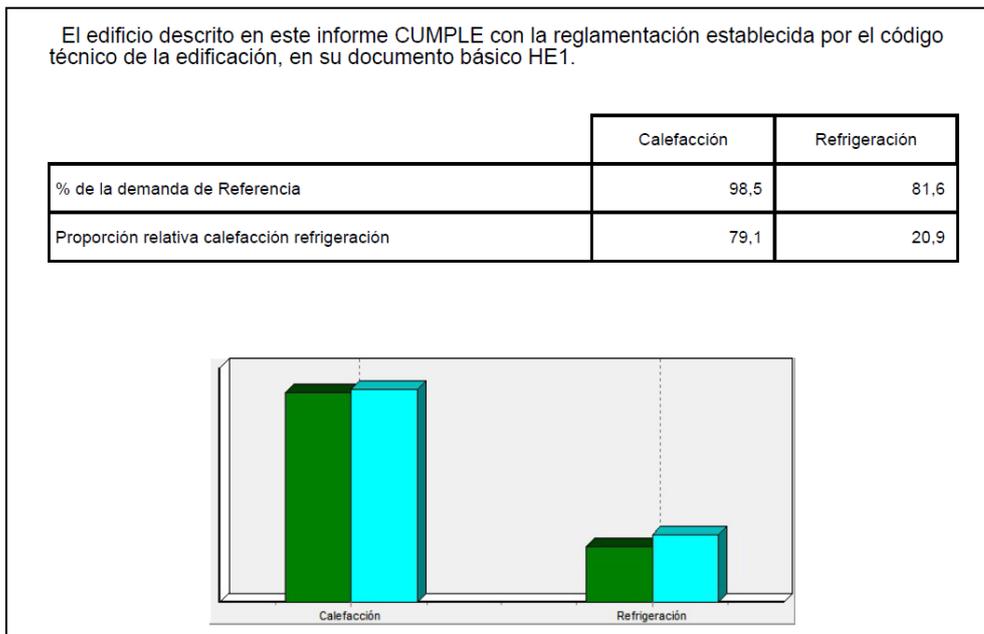


Figura 63. Resultado del programa informático Lider con mejoras en el edificio, cumplimiento del HE-1.

Como podemos observar el edificio en término de refrigeración ya no sobrepasa los valores para el cumplimiento del HE-1, problema que sí teníamos en el edificio inicialmente.

Con el programa Calener VYP se obtiene la etiqueta energética de nuestro edificio mejorado:

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
	19.5 B		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	22,6	61986,5
Demanda refrigeración	C	6,0	16456,6
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	8,9	24410,6
Emisiones CO ₂ refrigeración	B	1,3	3565,6
Emisiones CO ₂ ACS	B	0,1	274,3
Emisiones CO ₂ Iluminación	A	9,2	25233,4
Emisiones CO ₂ Totales			53483,9

	Edificio Objeto	
	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	24,9	68206,8
Consumo energía primaria (kWh)	82,4	226110,9
Emisiones CO2 (kgCO2)	24,1	66209,4

Figura 64. Datos de la etiqueta de eficiencia energética del edificio mejorado que proporciona el programa Calener VYP.

4.4.1 Comparación de resultados. Consumos.

A continuación se irán analizando los resultados de las mejoras de edificio estudiado.

Como se puede observar en la figura 65, se está reduciendo prácticamente a la mitad los consumos y las emisiones de CO₂, esto significa que las propuestas de mejoras tanto en sistemas pasivos como activos se están viendo favorablemente reflejados en el resultado final del edificio.

Datos del edificio	Edificio actual		Edificio mejorado	
	por m2	anual	por m2	anual
Consumo energía final (kWh)	43,8	120.133,80	24,9	68.206,80
Consumo energía primaria (kWh)	145,8	399.910,50	82,4	226.110,90
Emisiones CO2 (kg CO2)	42,7	117.224,80	24,1	66.209,40

Figura 65. Tabla comparativa entre edificio actual y mejorado

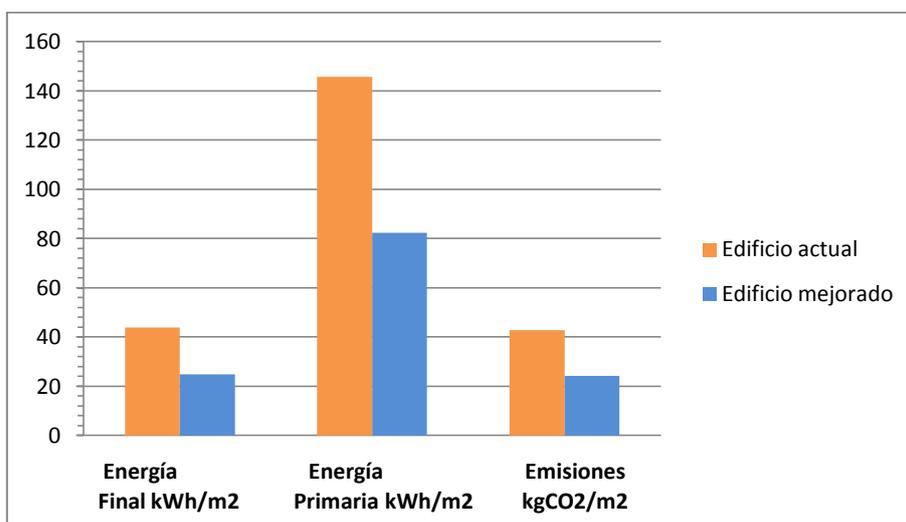


Figura 66. Gráfica comparativa de consumos y emisiones por m².

Cabe apuntar que estos cálculos obtenidos por el programa informático Calener VYP, suponen una gran aproximación al resultado real.

A continuación en las siguientes tablas se describe de forma escueta y sencilla los resultados de cada propuesta de mejora:

Estas son las propuestas de mejora en el sistema de climatización:

PROPUESTA DE MEJORAS PARA EL EDIFICIO							
Sistemas activos Climatización	Descripción	Reducción demanda total calefacción y refrigeración		Reducción emisiones CO2	Ahorro monetario	Inversión	Amortización
		%	KWh/año	KgCO2/año	€/año	€	años
Segundo equipo de climatización	Climatizar la zona de cafetería-bar con otro equipo acorde a sus necesidades.	25	19.267,92	26.261,98	3.080,60	4.535,23	1,5
Impulsores de recirculación	En sala principal (altura libre 9m). Conductos que impulsen el aire frío de cotas más bajas a la máxima altura para que el caliente baje a cotas inferiores.	15	10.203,08	15.757,19	2.199,62	1.326,16	0,6
Unidades de recuperación de calor	Un recuperador de placas de aluminio permite un eficaz intercambio térmico entre el flujo de aire de expulsión y el de renovación	NO PROCEDE, YA QUE REQUIERE CAMBIAR TODO EL EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN					
Sistema de recogida de aire interior	Aprovechar el aire interior de la sala principal cuando no se utiliza para acondicionar la sala Bar-cafetería, pasando este aire por el equipo de climatización para adecuarlo a la temperatura que necesitamos.	20	15414,34	21.009,58	2.435,29	1009,51	0,5
Uso eficiente de nuestro aparato de climatización	Mantener el local a una temperatura de 21°C, frente a oscilaciones de 19 a 22°C.	10	8.476,24	9.128,19	1.827,34	0	0

Figura 67. Esquema mejora de sistemas activos: Climatización

Como bien se puede observar en la figura 67, todas las propuestas de mejora son rápidamente amortizables ninguna supera los 2 años y además proporcionan todas unas reducciones importantes en la demanda energética, del 10 al 25 %.

Propuestas de mejora en nuestro sistema de implantación de colectores solares:

PROPUESTA DE MEJORAS PARA EL EDIFICIO								
Sistemas activos Colectores	Descripción		Reducción demanda total		Reducción emisiones CO2	Ahorro monetario	Inversión	Amortización
			%	KWh/año	KgCO2/año	€/año	€	años
Instalación colectores fotovoltaicos	Instalación fotovoltaica de 13 KWp sobre superficie de cubierta metálica que nos producirá un promedio de 18.200 kWh/año	Opción 1 Autoconsumo	15	18.200	17.649,71	2.753,66	23.655,69	8,6
		Opción 2 Venta	0			6.188		4
		*Nota: Actualmente la tarifa de venta a la empresa distribuidora es de 34,00 c€/kWh, precio que está subvencionado en gran parte por el gobierno y con una gran tendencia a ir desapareciendo en los próximos años. A la vez aumentarán las tarifas de consumo eléctrico, por ello se implementará el autoconsumo en los edificios teniendo a favor la mejora de los colectores solares (menor precio y mayor rendimiento)						

Figura 68. Opciones mejora de sistemas activos: Colectores solares

Indiscutiblemente la opción 1 Autoconsumo, es la idónea para un futuro próximo y cercano, el RD 1699/2001 menciona aspectos técnicos a cerca del balance neto (exportación excesos de energía a la red) pero aun no está clara la forma de compensación y eso genera incertidumbre.

Por otra parte canalizar esta energía a baterías de almacenamiento no es la mejor solución. Se debe tener en cuenta, según el RD1699/2011 en el artículo 11 punto 4, que no esta permitido el uso de baterías trabajando en paralelo con la red eléctrica:

“En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto del de la instalación autorizada, ni de acumulación”

El autoconsumo con acumulación es muy interesante pero mucho menos rentable que el autoconsumo instantáneo siendo el periodo de retorno mucho mayor. En cualquier caso, la mejor solución seguiría siendo montar un sistema de autoconsumo instantáneo y esperar a la publicación de la regulación del balance neto.

Por tanto como propuesta inicial y de corto plazo la opción 2 Venta de toda la energía solar producida y cuando la legislación española publique la regulación del balance neto para autoconsumo se abrirá camino a la opción 1 Autoconsumo.

Propuestas de mejora en nuestro sistema activo de ACS:

VIABILIDAD DE LOS CAPTADORES TÉRMICOS CON DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE CALDERAS DE APOYO									
Sistemas activos Caldera ACS con captadores	Modelo	Demanda calderas ACS		Emisiones CO2	Ahorro monetario con placa solar	Consumo anual	Ahorro monetario respecto a la caldera actual	Precio	Amortiz.
		%	KWh/año	KgCO2/kWh	€/año	€/año	€/año	€	años
Eléctrica(actual)	Termo junkers elacell smart ES 75-1M	20	281,1	0,4	170,11	42,53	–	–	–
Gas natural	Calentador HYDROPO WER-PLUS WTD 11	20	320,75	0,204	73,14	18,28	24,25	380	15,6
Butano	Calentador de gas butano COINTRA SUPREME 11E	20	320,75	0,244	141,14	35,28	7,25	499	68,82
Gasóleo C	Ferrol SILENT 28 PLUS SI UNIT	20	273,93	0,287	148,95	30,68	11,85	1.029,41	86,87

Nota: La caldera eléctrica y la placa solar ya existe en nuestro edificio por ello no las consideraremos en las amortizaciones

A la vista queda que el edificio no tiene un consumo importante de energía para ACS, el 80 % queda cubierto por el captador térmico existente. Observamos que la única caldera factible de amortizar es la de gas natural. Además debemos valorar la gran diferencia en emisiones: 0,4 kg CO2/kWh en electricidad frente a 0,204 kg CO2/kWh en gas natural. Por tanto sí es recomendable cambiar la caldera eléctrica por la de gas natural.

Figura 69. Opciones mejora de sistemas activos: ACS

Características técnicas de la caldera de gas natural:

Modelo	HYDROPOWER-PLUS WTD 11 KG
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo; en mm.)	580 x 310 x 220
Tipo encendido	Hidrogenerador
Potencia útil (kW)	5,0-19,2
Presión mínima de funcionamiento (bar)	0,25
Caudal de arranque (l/m.)	2,5
Rendimiento (100% carga)	88,1
Rendimiento (30% carga)	81
Sonda de seguridad control gases quemados	
Sonda NTC control temperatura de agua	

*El coste de la instalación y de los accesorios para la caldera de gas natural es de 586 €. Fuente: IVE (Instituto Valenciano de la Edificación).

Propuestas de mejora en los sistemas pasivos:

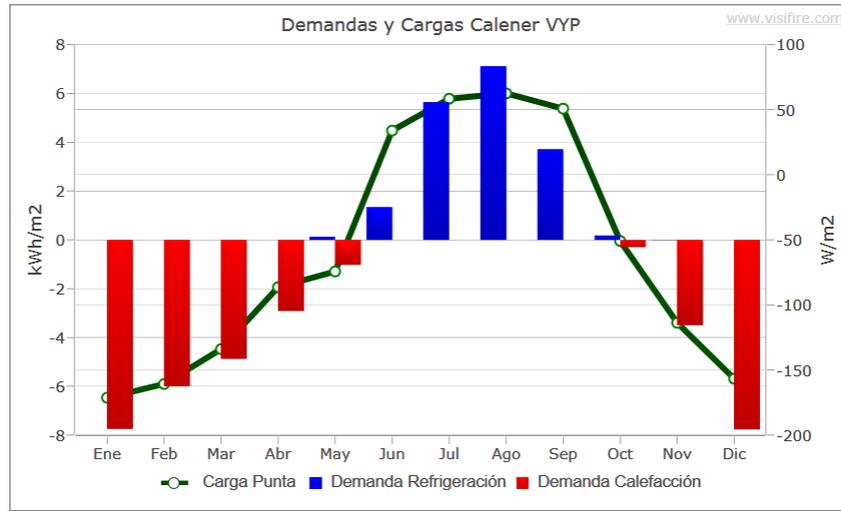
PROPUESTA DE MEJORAS PARA EL EDIFICIO							
Sistemas pasivos	Descripción	Reducción demanda total calefacción y refrigeración		Reducción emisiones CO2	Ahorro monetario	Inversión	Amortización
		%	KWh/año	KgCO2/año	€/año	€	años
XPS en cubierta metálica	Doblar el espesor del aislante térmico de poliestireno extruido de 4 a 8 cm reduciendo su transmitancia térmica	9%	6.815,77	8.929,07	1.158,72	2.310,10	2
Thermic film en acristalamiento azotea	Aplicación de lámina transparente que aplicada al exterior de las ventanas ejerce de barrera aislante.	8%	6.165,74	8.403,83	932,87	750,00	0,8
Estor en muro cortina de cafetería-bar	Cortina enrollable o estor colocado por la parte exterior.	4%	2.057,07	3.676,67	426,17	1.567,96	3,68
Toldos en cubierta	Lona acrílica de 300g/m2 para cubrición de zona de terraza	4%	2.314,89	4.201,91	439,92	1.836	4,17
Pintura en fachada	Aplicar capa de pintura en la fachada lateral Sud-este, al estar libre de obstáculos ,tiene pleno impacto de radiación solar suponiendo mayor paso de calor al interior del edificio	NO PROCEDE, ESTA INTERVENCIÓN RESTA DEMANDA EN REFRIGERACIÓN PERO EN MENOR PROPORCIÓN A LA QUE SUMA EN CALEFACCIÓN, AUMENTANDO LA DEMANDA UN TOTAL DE 2.742,7 KWH/AÑO					

Figura 70. Esquema sistemas pasivos

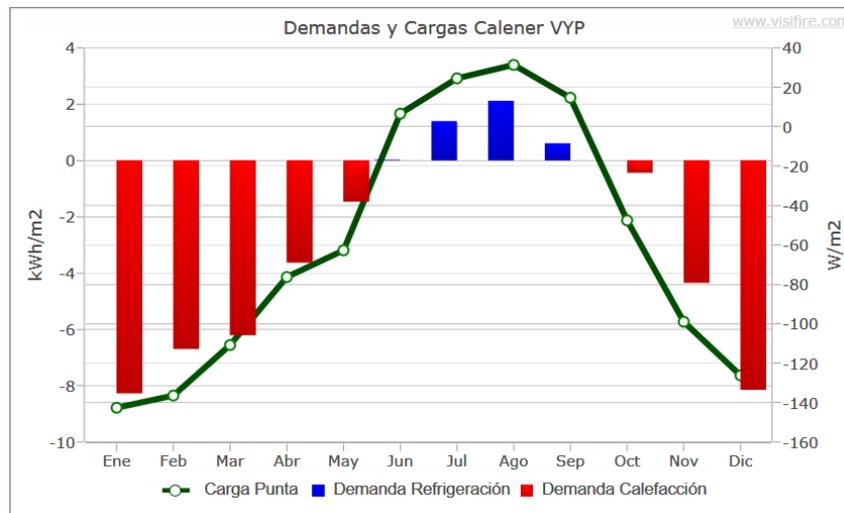
En esta tabla se encuentran todas las mejoras en los sistemas pasivos, el edificio tiene 4 años de antigüedad, en él se han adoptado buenas soluciones constructivas con materiales de buena calidad. Por ello las propuestas de mejora no suponen un gran coste ni una intervención de gran complejidad. A pesar de no realizar grandes cambios el resultado es bueno sumando una reducción en demanda energética de un 25%.

Introduciendo el archivo de Calener en la herramienta de trabajo online “Resultados avanzados en Lider y Calener VYP”, en Aurea Consulting obtenemos las demandas energéticas según periodo del año y zona:

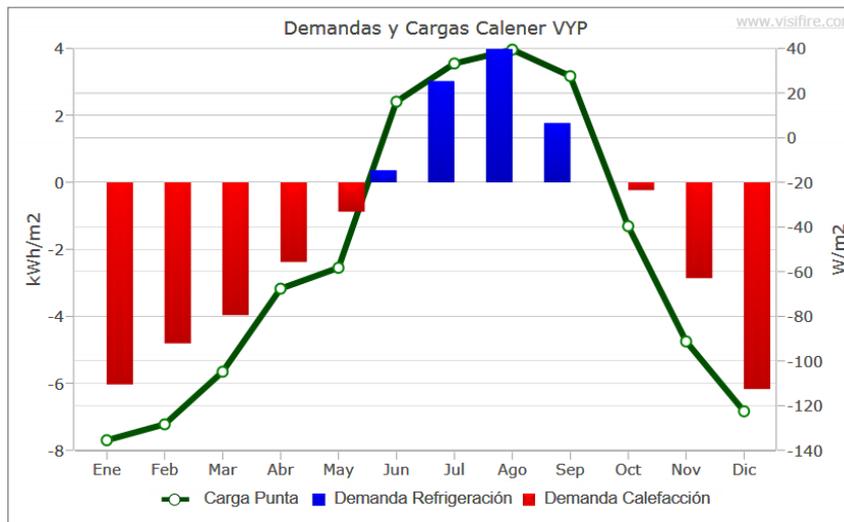
Sala Central:



Hall:



Cafetería-Bar:



4.4.2. Conclusiones

En el estudio de eficiencia energética del local multiusos en Benaguasil, calle Serra núm. 12, se ha demostrado que el edificio presenta un buen estado energético según etiqueta de calificación energética se posiciona en la letra C, esto hizo pensar que se lograrían pocas mejoras. En cambio tras el estudio pormenorizado de su envolvente e instalaciones, se descubrió que existían diferentes factores que debilitaban al edificio y que en gran parte tenían fácil solución.

Todas las soluciones propuestas aplicables han sido razonadas y sobre todo factibles, descartando aquellas de difícil amortización o elevado coste. No se ha requerido actuar sobre el sistema estructural del edificio ni con sus cerramientos de fachadas.

Sistemas pasivos, actuación sobre:

- Acristalamiento en azotea: elementos de cubrición o mejora ante el paso de la radiación solar. Aplicación de láminas de baja emisividad.
- Cubierta metálica: Doblar espesor del aislamiento reduciendo la transmitancia térmica.
- Cubierta transitable: colocación de toldos para reducción del impacto directo de la radiación solar.
- Muro cortina de Bar-Cafetería: estor enrollable de lona acrílica por la parte exterior.

Sistemas activos, actuación sobre:

- Sistemas de climatización:
 - Incorporación de nuevo equipo
 - Impulsores de recirculación en sala principal
 - Sistema de recogida de aire interior
 - Uso eficiente de los sistemas
- Caldera de ACS: sustitución de la caldera electrónica por una de gas natural
- Colectores solares: Implantación de instalación fotovoltaica

Datos del edificio	Edificio actual		Edificio mejorado		
	por m2	anual	por m2	anual	
Consumo energía final (kWh)	43,8	120.133,80	24,9	68.206,80	
Consumo energía primaria (KWh)	145,8	399.910,50	82,4	226.110,90	
Emissiones CO2 (kg CO2)	42,7	117.224,80	24,1	66.209,40	
RESULTADO FINAL DEL EDIFICIO					
Reducción demanda energética		Reducción emisiones CO2	Ahorro monetario	Inversión	Amortización
%	KWh/año	KgCO2/año	€/año	€	años
43,23	51.927,00	51.015,40	7.856,55	37.956,65	4,8

Figura 71. Tabla de resultado final del Local Multiusos de Benaguasil

La inversión total de estas mejoras suma un coste de 37.956,65 € siendo posible una amortización aproximada en relación al consumo actual del edificio entorno a los 5 años.

Según los cálculos realizados, nuestro consumo energético aplicando las soluciones propuestas pasará de 120.133,80 a 68.206,80 kWh anuales y las emisiones de CO₂ disminuirán de 117.224,80 a 66.209,40 Kg CO₂ anuales mejorando su calificación energética a una letra B cerca de alcanzar la máxima calificación.

Esto proporcionará un ahorro en el consumo de nuestro edificio de casi 8.000 € teniendo así una reducción en facturación de 18.000 a 10.000 € anuales.

Así pues y cumpliendo con nuestros objetivos iniciales se extraen cuatro ideas culminantes:

- Se trata de una inversión mínima con resultados óptimos
- Soluciones factibles y de corta amortización
- Gran disminución de consumo anual
- Respetuosos con el medioambiente

5. BIBLIOGRAFÍA. FUENTES DE INFORMACIÓN

- CTE DB-HE: Código Técnico de la Edificación. “Documento Básico para el ahorro de energía”
- RITE, “ Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificación”
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica.
- R.D. 891/1980 de 14 de abril, *homologación de los captadores solares*.
- Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, modificada por la Directiva 2010/31/UE.
- Real Decreto 235/2013 Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes.
- Gas natural Fenosa. Canal de eficiencia energética. Empresas
<http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/bioclimatismo#ancla>
- Guía práctica de ahorro energético. IDEA
- Helena Granados Menéndez. “Rehabilitación energética de edificios”
- Antonio Manuel Romero Sedó, Paloma Arrué Burillo, Carolina Aparicio Fernández. “Análisis del documento básico ahorro de energía del código técnico de la edificación (DB-HE).”
- Schnell. Reinforcement processing equipment. Sistema de construcción innovador basado en paneles y estructuras prefabricadas.
http://www.schnell.it/az_dettaglio.asp?id=1
- Panel & Plast. Paneles y plásticos constructivos.
http://www.panelyplast.com/panel_de_cubierta.html
- Estrumad. Tarimas.
<http://www.estrumad.es/productos-a-medida/tarimasdemadera/>
- Menoswattios. Empresa dedicada a la venta de soluciones de iluminación de bajo consumo. <http://www.menoswattios.com/tipos-de-led.html>
- ECO. Ecoeficiencia,ecoinnovación,ecorresponsabilidad, economía baja en carbono. Fomento de Medio Ambiente y lucha frente al Cambio Climático. Región de Murcia.
- Onyx Solar. Vidrio fotovoltaico laminado de seguridad.
<http://www.onyxsolar.com/es/vidrio-fotovoltaico-laminado-de-seguridad.html>

- CAAT Valencia. Documentos y normativa.
<http://www.caatvalencia.es/>
- Imergia. Empresa de ingeniería, especializada en aplicaciones eléctricas y energéticas. Potencia eléctrica contratada.
<http://www.imergia.es/eficiencia-energetica/>
- Iberdrola. Tarifas de electricidad.
<https://www.iberdrola.es/clientes/autonomos/electricidad>
- Mitsubishi electric. Aire acondicionado.
<http://www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado/?locale=es>
- IS Arquitectura.Blog. Tecnología invertir en aires acondicionados.
<http://blog.is-arquitectura.es/2007/06/08/aire-acondicionado-con-tecnologia-inverter/>
- EN Naranja. Post: “Energía solar fotovoltaica para autoconsumo, ¿es el momento?”
<http://www.ennaranja.com/para-ahorradores/energia-solar-fotovoltaica-para-autoconsumo-es-el-momento>
- OVACEN. Certificado energético. Portal de certificación energética.
<http://ovacen.com/calificacion-energetica/>
- AVEN. Agencia Valenciana de la Energía
http://www.aven.es/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=127&lang=castellano

ANEXOS

ANEXO 1: EXTRACTO CALIFICACIÓN ENERGÉTICA LIDER Y CALENER

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

La finalidad, será de proporcionar a los compradores y usuarios en relación con las características energéticas de los edificios, materializada en forma de un certificado de eficiencia energética que permita valorar y comparar sus prestaciones. Materializado en un Informe con su Etiqueta Energética donde constara la Calificación Energética del inmueble.

Esta etiqueta está normalizada y es estéticamente similar a la que ya se aplica a los aparatos electrodomésticos, con un código de letras (A para edificios más eficientes, G para edificios menos eficientes) y colores (verde más eficiente, rojo menos). También como en el caso de los electrodomésticos, las diferencias entre clases de eficiencia energética representaran -mayor o menor- ahorro monetario al usuario del inmueble.

Según Real Decreto 47/2007:

Tabla II. Calificación de eficiencia energética de edificios destinados a otros usos

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índice de calificación de eficiencia energética
A	$C < 0.40$
B	$0.40 \leq C < 0.65$
C	$0.65 \leq C < 1.00$
D	$1.00 \leq C < 1.3$
E	$1.3 \leq C < 1.6$
F	$1.6 \leq C < 2$
G	$2 \leq C$

Figura 71. Anexo II, Tabla II. Clasificación de eficiencia energética de edificios destinados a otros usos.

Nuestro local destinado al uso público, dependerá de esta tabla para su valoración. La calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente al índice de calificación de eficiencia energética obtenido por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

El índice de calificación de eficiencia energética C de este tipo de edificios es el cociente entre las emisiones de CO₂ del edificio a certificar y las emisiones de CO₂ del edificio de referencia. Este índice expresara, en tanto por uno, la relación entre las emisiones de CO₂ estimadas del edificio a certificar, necesarias para satisfacer las demandas asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación del edificio y las emisiones de CO₂ del edificio de referencia.

A continuación se adjuntan los informes del Lider y el Calener del edificio ya mejorado:

Código Técnico de la Edificación



LIDER

**DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA**

**HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA**



IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA Y POLÍTICA DE VIVIENDA

Proyecto: Local Multiusos

Fecha: 31/05/2013

Localidad: Benaguasil

Comunidad: Valencia

 HE-1 Opción General	Proyecto	Local Multiusos	
	Localidad	Benaguasil	Comunidad Valencia

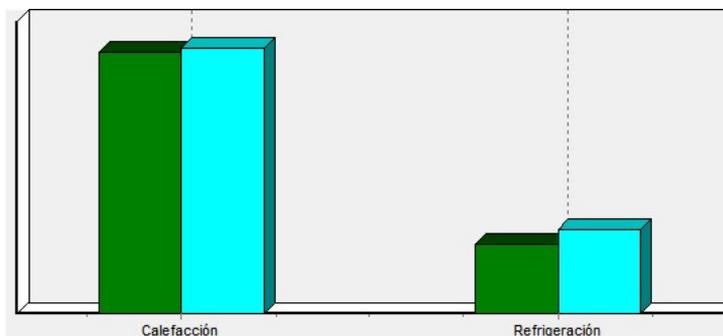
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto Local Multiusos	
Localidad Benaguasil	Comunidad Autónoma Valencia
Dirección del Proyecto Calle Serra s/n	
Autor del Proyecto Jose Vicente Ramada Domínguez	
Autor de la Calificación UPV	
E-mail de contacto joserado3@gmail.com	Teléfono de contacto 686471646
Tipo de edificio Terciario	

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	98,5	81,6
Proporción relativa calefacción refrigeración	79,1	20,9



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 HE-1 Opción General	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Intensidad Media - 8h	4	122,78	3,00
P03_E01	P03	Intensidad Media - 8h	4	473,48	4,30
P03_E02	P03	Intensidad Media - 8h	4	446,58	4,30
P02_E01	P02	Intensidad Media - 8h	4	122,78	2,86
P04_E02	P04	Intensidad Media - 8h	4	531,27	4,30
P05_E01	P05	Intensidad Media - 8h	4	531,27	1,00
P07_E01	P07	Intensidad Baja - 8h	4	312,54	1,00
P06_E01	P06	Intensidad Media - 8h	4	202,07	0,50

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
B_Vapor Z3 (d_0,001m)	0,600	1500,00	800,00	-	1	SI
B_Vapor Z3 (d_1mm)	500,000	1,00	1,00	-	2030	SI
lamina antiimpacto	0,040	30,00	20,00	-	1	SI
URSA GLASSWOOL M1021 (Manta Papel)	0,042	12,00	800,00	-	1	SI
Acero plancha	-	-	-	0,00	-	SI
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50	--
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30	--

 HE-1 Opción General	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10	--
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000	--
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,050	40,00	1000,00	-	1	SI
Hormigón celular curado en autoclave d 1000	0,290	1000,00	1000,00	-	6	--
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,908	1220,00	1000,00	-	10	--
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,422	1240,00	1000,00	-	80	--
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10	--
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30	--
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,046	30,00	1000,00	-	20	SI
Plaqueta o baldosa de gres	2,300	2500,00	1000,00	-	30	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80	--
Arcilla Expandida [árido suelto]	0,148	537,50	1000,00	-	1	SI

3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Arido fino	3,70	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,200
Azotea convencional sin CA	0,38	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		lamina antiimpacto	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,010
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,060
		Hormigón celular curado en autoclave d 1000	0,180

 HE-1 Opción General	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Azotea convencional sin CA	0,38	B_Vapor Z3 (d_1mm)	0,001
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Forjado con aislante en camara	0,43	URSA GLASSWOOL M1021 (Manta Papel)	0,080
		B_Vapor Z3 (d_0,001m)	0,001
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Forjado sin aislante	2,10	Plaqueta o baldosa de gres	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Losa de cimentacion	0,24	Arcilla Expandida [árido suelto]	0,600
tabi 7 yeso y chapado	2,49	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Azulejo cerámico	0,010
Cerramiento	0,77	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050
		EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,050
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050
Panel sandwich EPS 8 cm	0,52	Acero plancha	0,000
		EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,080
		Acero plancha	0,000

3.3. Cerramientos semitransparentes

 HE-1 Opción General	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m ² K)	Factor solar	Just.
Tablero_madera	2,20	0,01	SI
VER_DC_4-6-4	3,30	0,75	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m ² K)	Just.
VER_Madera de densidad media baja	2,00	--
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5,70	--

3.3.3 Huecos

Nombre	P_Madera
Acristalamiento	Tablero_madera
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	10,00
Permeabilidad m ³ /hm ² a 100Pa	60,00
U (W/m ² K)	2,18
Factor solar	0,01
Justificación	SI

Nombre	V_Metalica_DC4-6-4
Acristalamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico

 HE-1 Opción General	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,54
Factor solar	0,69
Justificación	SI

3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,42	0,72
Encuentro suelo exterior-fachada	0,19	0,81
Encuentro cubierta-fachada	0,43	0,71
Esquina saliente	0,08	0,81
Hueco ventana	0,19	0,76
Esquina entrante	-0,13	0,80
Pilar	0,05	0,86
Unión solera pared exterior	0,13	0,73

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Local Multiusos	
	Localidad	Comunidad
	Benaguasil	Valencia

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01	122,8	1	51,0	54,7	17,6	74,5
P03_E01	473,6	1	100,0	130,5	100,0	56,2
P03_E02	446,6	1	79,2	87,5	39,9	174,2
P02_E01	122,8	1	42,2	86,9	41,3	102,7
P04_E02	531,3	1	64,3	105,1	63,7	67,2
P05_E01	531,3	1	0,0	0,0	68,7	143,5
P06_E01	202,1	1	0,0	0,0	70,5	100,7

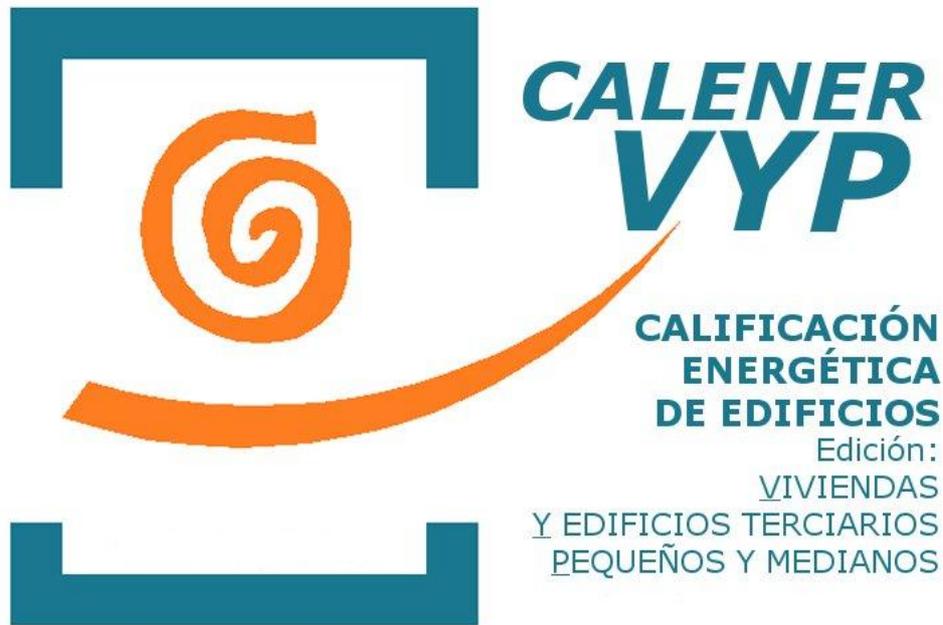
 HE-1 Opción General	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	B_Vapor Z3 (d_0,001m)
	B_Vapor Z3 (d_1mm)
	lamina antiimpacto
	URSA GLASSWOOL M1021 (Manta Papel)
	Acero plancha
	MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]
	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]
Arcilla Expandida [árido suelto]	
Acristalamiento	Tablero_madera
	VER_DC_4-6-4

Calificación Energética



IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL
DE ARQUITECTURA
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

Proyecto: Local Multiusos

Fecha: 31/05/2013

 Calificación Energética	Proyecto	
	Local Multiusos	
	Localidad	Comunidad
	Benaguasil	Valencia

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto	
Local Multiusos	
Localidad	Comunidad Autónoma
Benaguasil	Valencia
Dirección del Proyecto	
Calle Serra s/n	
Autor del Proyecto	
Jose Vicente Ramada Domínguez	
Autor de la Calificación	
UPV	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
joserado3@gmail.com	686471646
Tipo de edificio	
Terciario	

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Intensidad Media - 8h	4	122,78	3,00
P03_E01	P03	Intensidad Media - 8h	4	473,48	4,30
P03_E02	P03	Intensidad Media - 8h	4	446,58	4,30
P02_E01	P02	Intensidad Media - 8h	4	122,78	2,86
P04_E02	P04	Intensidad Media - 8h	4	531,27	4,30
P05_E01	P05	Intensidad Media - 8h	4	531,27	1,00
P07_E01	P07	Intensidad Baja - 8h	4	312,54	1,00
P06_E01	P06	Intensidad Media - 8h	4	202,07	0,50

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
B_Vapor Z3 (d_0,001m)	0,600	1500,00	800,00	-	1
B_Vapor Z3 (d_1mm)	500,000	1,00	1,00	-	2030
lamina antiimpacto	0,040	30,00	20,00	-	1
URSA GLASSWOOL M1021 (Manta Papel)	0,042	12,00	800,00	-	1
Acero plancha	-	-	-	0,00	-
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,050	40,00	1000,00	-	1
Hormigón celular curado en autoclave d 1000	0,290	1000,00	1000,00	-	6
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,908	1220,00	1000,00	-	10
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,422	1240,00	1000,00	-	80
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10
Azulejo cerámico	1,300	2300,00	840,00	-	1e+30
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,046	30,00	1000,00	-	20
Plaqueta o baldosa de gres	2,300	2500,00	1000,00	-	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
Arcilla Expandida [árido suelto]	0,148	537,50	1000,00	-	1

2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Arido fino	3,70	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,200
Azotea convencional sin CA	0,38	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		lamina antiimpacto	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,010
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,060
		Hormigón celular curado en autoclave d 1000	0,180

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Azotea convencional sin CA	0,38	B_Vapor Z3 (d_1mm)	0,001
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Forjado con aislante en camara	0,43	URSA GLASSWOOL M1021 (Manta Papel)	0,080
		B_Vapor Z3 (d_0,001m)	0,001
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Forjado sin aislante	2,10	Plaqueta o baldosa de gres	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010
Losa de cimentacion	0,24	Arcilla Expandida [árido suelto]	0,600
tabi 7 yeso y chapado	2,49	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Azulejo cerámico	0,010
Cerramiento	0,77	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050
		EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,050
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050
Panel sandwich EPS 8 cm	0,52	Acero plancha	0,000
		EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,080
		Acero plancha	0,000

2.3. Cerramientos semitransparentes

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
Tablero_madera	2,20	0,01
VER_DC_4-6-4	3,30	0,75

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
VER_Madera de densidad media baja	2,00
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5,70

2.3.3 Huecos

Nombre	P_Madera
Acristalamiento	Tablero_madera
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,18
Factor solar	0,01

Nombre	V_Metalica_DC4-6-4
Acristalamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	10,00

 Calificación Energética	Proyecto	
	Local Multiusos	
	Localidad	Comunidad
	Benaguasil	Valencia

Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	3,54
Factor solar	0,69

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

3. Sistemas

Nombre	P 1 2 3
Tipo	Climatización multizona por conductos
Nombre Equipo	EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Tipo Equipo	Expansión directa aire-aire bomba de calor
Nombre unidad terminal	UT_ImpulsionAire
Zona asociada	P01_E01
Nombre unidad terminal	UT_ImpulsionAire1
Zona asociada	P02_E01
Nombre unidad terminal	UT_ImpulsionAire2
Zona asociada	P03_E01
Nombre unidad terminal	UT_ImpulsionAire3
Zona asociada	P03_E02
Zona de control	P01_E01
Caudal de aire exterior impulsado (m³/h)	16127,9990234375
Caudal de aire exterior	16127,9990234375

Nombre	Sist ACS 1
Tipo	agua caliente sanitaria
Nombre Equipo	EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre demanda ACS	ACS vestibulos
Nombre equipo acumulador	Acumulador 1

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

Porcentaje abastecido con energía solar	60,00
Temperatura impulsión (°C)	60,0
Multiplicador	1

Nombre	Bar-Cafetera apoyo Hall
Tipo	Climatización multizona por conductos
Nombre Equipo	Mitsubishi PEHD 71
Tipo Equipo	Expansión directa aire-aire bomba de calor
Nombre unidad terminal	Bar-Cafeteria
Zona asociada	P04_E02
Zona de control	P04_E02
Caudal de aire exterior impulsado (m³/h)	2390
Caudal de aire exterior	2390

4. Iluminacion

Nombre	Pot. Iluminación	VEEIObj	VEEIRef
P01_E01	4,40000009536743	7	10
P03_E01	14,8000001907349	2,470000028	10
P03_E02	2,88000011444092	6,929999828	10
P02_E01	4,40000009536743	7	10
P04_E02	2,77999997138977	6,099999904	10
P05_E01	4,40000009536743	7	10
P07_E01	4,40000009536743	7	10

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

P06_E01	4,40000009536743	7	10
---------	------------------	---	----

5. Equipos

Nombre	EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	24,00
Rendimiento nominal	0,90
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
Tipo energía	Gasoleo

 Calificación Energética	Proyecto	Local Multiusos	
	Localidad	Benaguasil	Comunidad

Nombre	EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Tipo	Expansión directa aire-aire bomba de calor
Capacidad total refrigeración	74,40
Capacidad sensible refrigeración nominal	52,70
Consumo refrigeración nominal	27,00
Capacidad calefacción nominal	76,30
Consumo calefacción nominal	24,10
Caudal aire impulsión nominal	16128,00
Dif. temperatura termostato	1,00
Capacidad total refrigeración en función temperaturas	capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad total de refrigeración en función de la carga parcial	capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad sensible refrigeración en función de temperaturas	capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad calefacción en función de la temperatura	capCal_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad refrigeración en función de la temperatura	conRef_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Consumo de refrigeración en función de la carga parcial	conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Consumo calefacción en función de la temperatura	conCal_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Consumo calefacción en función de la carga parcial	conCal_FCP-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Tipo energía	Electricidad

Nombre	Acumulador 1
---------------	--------------

 Calificación Energética	Proyecto	
	Local Multiusos	
	Localidad	Comunidad
	Benaguasil	Valencia

Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	100,00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1,00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60,00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80,00

 Calificación Energética	Proyecto	Local Multiusos	
	Localidad	Benaguasil	Comunidad

Nombre	Mitsubishi PEHD 71
Tipo	Expansión directa aire-aire bomba de calor
Capacidad total refrigeración	7,90
Capacidad sensible refrigeración nominal	5,00
Consumo refrigeración nominal	2,97
Capacidad calefacción nominal	9,00
Consumo calefacción nominal	3,11
Caudal aire impulsión nominal	2390,00
Dif. temperatura termostato	1,00
Capacidad total refrigeración en función temperaturas	capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad total de refrigeración en función de la carga parcial	capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad sensible refrigeración en función de temperaturas	capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad calefacción en función de la temperatura	capCal_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Capacidad refrigeración en función de la temperatura	conRef_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Consumo de refrigeración en función de la carga parcial	conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Consumo calefacción en función de la temperatura	conCal_T-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Consumo calefacción en función de la carga parcial	conCal_FCP-EQ_ED_AireAire_BDC-Defecto
Tipo energía	Electricidad

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

6. Unidades terminales

Nombre	UT_ImpulsionAire
Tipo	U.T. De impulsión de aire
Zona abastecida	P01_E01
Caudal nominal del aire impulsado (m/h)	1612,80
Ancho de banda del termostato (°C)	0,00

Nombre	UT_ImpulsionAire1
Tipo	U.T. De impulsión de aire
Zona abastecida	P02_E01
Caudal nominal del aire impulsado (m/h)	3225,60
Ancho de banda del termostato (°C)	0,00

Nombre	UT_ImpulsionAire2
Tipo	U.T. De impulsión de aire
Zona abastecida	P03_E01
Caudal nominal del aire impulsado (m/h)	9676,80
Ancho de banda del termostato (°C)	0,00

Nombre	UT_ImpulsionAire3
Tipo	U.T. De impulsión de aire
Zona abastecida	P03_E02

 Calificación Energética	Proyecto Local Multiusos	
	Localidad Benaguasil	Comunidad Valencia

Caudal nominal del aire impulsado (m/h)	1612,80
Ancho de banda del termostato (°C)	0,00

Nombre	Bar-Cafeteria
Tipo	U.T. De impulsión de aire
Zona abastecida	P04_E02
Caudal nominal del aire impulsado (m/h)	2390,00
Ancho de banda del termostato (°C)	0,00

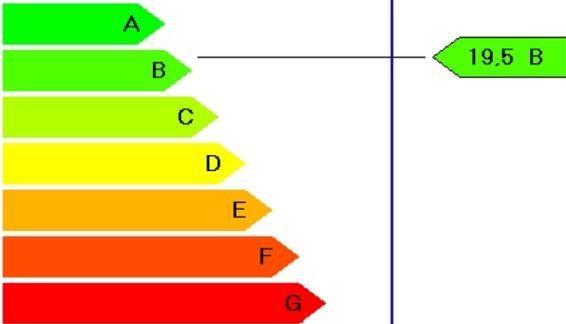
7. Justificación

7.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
Sist ACS 1	60,0	60,0

 Calificación Energética	Proyecto	Local Multiusos	
	Localidad	Benaguasil	Comunidad

8. Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
	19,5 B		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	22,6	61986,5
Demanda refrigeración	C	6,0	16456,6
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	8,9	24410,6
Emisiones CO ₂ refrigeración	B	1,3	3565,6
Emisiones CO ₂ ACS	B	0,1	274,3
Emisiones CO ₂ Iluminación	A	9,2	25233,4
Emisiones CO ₂ Totales			53483,9

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto	
	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	24,9	68206,8
Consumo energía primaria (kWh)	82,4	226110,9
Emisiones CO₂ (kgCO₂)	24,1	66209,4

ANEXO 2: PRESUPUESTOS

En este apartado justificamos los precios de mano de obra y material de todas aquellas propuestas de intervención que se pueden descomponer:

Aislamiento en cubierta metálica

m2 Aislamiento cubierta XPS 0,034 e 40 mm

Aislamiento térmico en cubierta inclinada tipo sándwich, con poliestireno extruido (XPS) de 40 mm de espesor, mecanizado lateral machihembrado y superficie lisa con una conductividad térmica de 0,034 W/mk y resistencia térmica 1,20 m²k/W, reacción al fuego Euroclase E, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislamiento

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,040 h	Oficial 1ª construcción	20,82	0,83
0,040 h	Peón ordinario construcción	19,89	0,8
1,050 m2	Panel XPS 0,034 e40mm	13,23	13,89
1,500 m	Cinta de papel kraft autoadhesiva	0,61	0,92
0,100 l	Adhesivo panel aislante y coquilla	11,46	1,15
	Costes Directos		
0,01	Complementarios	17,59	0,18
		Coste del m2	17,77
Total:			
	130 m2 x 17,77 €/m2		2.310,10 €

Equipo de climatización

u Cpto hrz bom cal ag-air 10 kW

Instalación de compacto horizontal de bomba de calor agua-aire con marcado CE y una potencia frigorífica nominal de 10 kW, etiquetado según R.D. 142/2003 y conforme a las especificaciones dispuestas en el ITE 04.11 del RITE y en la norma UNE-EN 14511, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según Decreto 173/2000 del Gobierno Valenciano.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
3 h	Oficial 1ª metal	18,65	55,95
3 h	Especialista metal	17,84	53,52
1 u	Cpto hrz bom cal ag-air 10 kW	3.342	3.342
1 u	Cjto mat ins consl gm 500x500	61,4	61,4
	Costes Directos		
0,02	Complementarios	3.081,95	61,64
		Coste de la unidad	3.574,51
SubTotal:			
	1 u x 3.574,51 €/u		3.574,51 €

m2 Cdto rect ch 0,5 p/clim

Conducto rectangular de chapa de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, para instalaciones de climatización, incluso parte proporcional de piezas especiales, unión y sellado, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 de RITE.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,2 h	Oficial 1ª metal	18,65	3,73
0,550 h	Especialista metal	17,84	9,81
0,550 h	Peón metal	17	10
1,150 m2	Chapa acero galv e/0,5 mm	5,31	6,11
	Costes Directos		
0,02	Complementarios	29,21	0,58
		Coste por m2	29,79
SubTotal:			
	32,25 m2 x 29,79 €/u		960,72 €

TOTAL: 4.535,23

Impulsores de recirculación

u Vent crtfu db monof Q 4000 m3 /h

Ventilador centrífugo con marcado CE de aspiración doble con motor monofásico para un caudal máxio de 4.000 m3/h, caja de ventilación de chapa galvanizada, montada con sistemas antivibratorio (elastómeros) y acoplamiento elástico en boca, incluso puesta en marcha; totalmente instalado, comprobado y en correcto fincionamiento seún DB HS-3 del CTE.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
1 h	Oficial 1ª electricidad	18,65	18,65
1 h	Especialista electricidad	17,84	17,84
1 u	Vent crtfu db monof Q 4000 m3 /h	209,80	209,80
1 u	Bolsa tornillos p/sop motor vent	3,53	3,53
1 u	Pie fj p/vent ctrf 0,75 CV	8,96	17,92
2 u	Caja ventilación 10/8''	126,1	126,1
0,02	Costes Directos Complementarios		
Coste de la unidad			484,34
SubTotal:			
2 u x 484,34 €/u			968,68

m2 Cdto rect ch 0,5 p/clim

Conducto rectangular de chapa de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, para instalaciones de climatización, incluso parte proporcional de piezas especiales, unión y sellado, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 de RITE.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,2 h	Oficial 1ª metal	18,65	3,73
0,550 h	Especialista metal	17,84	9,81
0,550 h	Peón metal	17	10
1,150 m2	Chapa acero galv e/0,5 mm	5,31	6,11
0,02	Costes Directos Complementarios	29,21	0,58
Coste por m2			29,79
SubTotal:			
12 m2 x 29,79 €/u			357,48 €

TOTAL: 1.326,16

Sistema de recogida aire interior

m2 Cdto circ ch 0,5 p/clim

Conducto circular de chapa de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, para instalaciones de climatización, incluso parte proporcional de piezas especiales, unión y sellado, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 de RITE.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,2 h	Oficial 1ª metal	18,65	3,73
0,550 h	Especialista metal	17,84	10,07
0,550 h	Peón metal	17	10
1,150 m2	Chapa acero galv e/0,5 mm	5,31	6,11
0,02	Costes Directos Complementarios	29,21	0,60
Coste por m2			30,48

SubTotal:	15 m2 x 30,48 €/m2	357,48 €
-----------	--------------------	----------

u Micromod ctrol p/intr conve para compuertas

Micromódulo oculto para incorporar a interruptor pasando éste a ser transmisor de señal por corriente portadoras, conforme a las especificaciones dispuestas en la norma UNE-En 50065, para accionar compuertas de apertura y cierre de conductos, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento según normativa EA 0026:2006 y la ITC-BT-52 de REBT del 2002.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,340 h	Oficial 1ª electricidad	19,18	6,52
1,00 u	Válvula/Compuerta de cierre conductos	350	350
1,00 u	Micromod ctrol p/intr conve	75,46	75,46
0,02	Costes Directos Complementarios	82	1,64
Coste de la unidad			433,62

SubTotal:	1 u x 433,62 €/u	433,62 €
-----------	------------------	----------

u **Compuerta de toma de aire 500x 200 mm**

Compuerta de aire exterior de aluminio natural, de lamas fijas de 500 x 200 mm, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,160 h	Oficial 1ª electricidad	19,18	6,52
0,160 h	Peón metal	17,92	2,87
1,00 u	Compuerta toma de aire 500 x 200mm	110,42	110,42
0,02	Costes Directos Complementarios	116	2,33
Coste de la unidad			118,69
SubTotal:			
1 u x 118,69 €/u			118,69 €
TOTAL			1009,51

Instalación placas solares fotovoltaicas

u Est coplanar p/3panel 240 Wp

Estructura coplanar de acero galvanizado con marcado CE para soporte de 3 paneles fotovoltaicos de 240 Wp instalados en superficie inclinada, con tratamiento contra inclemencias meteorológicas y fabricada según exigencias de la Unión Europea, totalmente instalada según DB SE y DB HE-5 del CTE

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
0,340 h	Oficial 1ª Construcción	20,82	52,05
1,00 u	Est coplanar p/3 paneles 240 Wp	350	350
0,02	Costes Directos Complementarios	251	5,02
Coste de la unidad			256,07

SubTotal:

17 u x 256,07 €/u

4.353,19 €

u Mod fotov monocrst 240 Wp

Módulo fotovoltaico de clase II, grado de protección mínimo IP65 y 240 Wp de potencia, tensión 12V, cualificado por el CIEMAT u otro laboratorio acreditado y conforme a las especificaciones UNE-En 61215:1997, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB-HE del CTE.

Cantidad	Descripción	Precio	Importe
1,00 h	Oficial 1ª electricidad	18,65	18,65
1,00 h	Especialista electricidad	17,84	17,84
1,00 u	Mod. fotovoltaico monocrst 240 Wp*	342	342
0,02	Costes Directos Complementarios	378	7,56
Coste de la unidad			386,05

SubTotal:

50 u x 386,05 €/u

19.302,50 €

Total

23.655,69

*Modelo Bosch Solar Module c-SI M 60

ANEXO 3: TRANSMITANCIAS CALCULADAS CON EL ECONDENSA

Condiciones de cálculo:

Capital de provincia: Valencia

Condiciones exteriores para el mes de Enero: T = 10,4 °C, HR = 63 %

Condiciones interiores: T = 20 °C, HR = 55 %

FACHADAS

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Hormigón armado prefabricado 2300 < d < 2500	5	1,6	80	0,0312	32	1012,463	1305,238
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	5	0,046	20	1,087	0,92	1067,035	2180,85
Hormigón armado prefabricado 2300 < d < 2500	5	2,3	80	0,0217	46	1285,323	2202,638
TOTALES	15			1,31	0,763		

CUMPLE

SUELO

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Hormigón armado 2300 < d < 2500	15	2,3	80	0,0652	15,3333	863,028	1311,679
EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	3	0,0375	20	0,8	1,25	866,47	1763,348
Hormigón armado 2300 < d < 2500 (Losa)	70	1,65	80	0,4242	2,3571	1187,782	2054,165
Hormigón en masa 2000 < d < 2300 (HL)	10	1,16	70	0,0862	11,6	1227,946	2118,141
Caliza dureza media [1800 < d < 1990]	25	1,4	40	0,1786	5,6	1285,323	2256,232
TOTALES	123			1,694	0,59		

CUMPLE

CUBIERTA TRANSITABLE

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Froncosa de peso medio 565 < d < 750	2	0,18	50	0,1111	9	793,743	1172,547
Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 10 cm	10	1,1111	1	0,09	11,1111	793,747	1216,576
Subcapa fieltro	0,1	0,05	15	0,02	50	793,754	1226,556
EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	4	0,0375	20	1,0667	0,9375	794,13	1874,884
Subcapa fieltro	0,1	0,05	15	0,02	50	794,137	1889,468
Betún fieltro o lámina	2	0,23	50000	0,087	11,5	1263,848	1954,041
Hormigón en masa 2300 < d < 2600	2	2	80	0,01	100	1264,599	1961,59
Hormigón celular curado en autoclave d 800	2	0,23	6	0,087	11,5	1264,656	2028,312
Con capa de compresión - Canto 500 mm	55	2,02	80	0,2723	3,6727	1285,323	2250,259
TOTALES	77,2			1,904	0,525		

CUMPLE

CUBIERTA METÁLICA

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Acero	0,4	50	$1 \cdot 10^{15}$	0,0001	12500	891,214	891,214
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	8	0,046	20	1,7391	0,575	891,214	2193,146
Acero	0,4	50	$1 \cdot 10^{15}$	0,0001	12500	1285,323	2193,232
TOTALES	8,8			1,879	0,532		

La cantidad evaporada es superior a la condensada.

CUMPLE - Si hay condensación en el aislante, deberá justificar en proyecto que éste no sufre degradación.

HUECOS

Ventanas:

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Vidrio	0,3	1	$1 \cdot 10^{15}$	0,003	333,3333	1039,749	1397,366
Cámara de aire	0,6	0,0667	1	0,09	11,1111	1039,749	1726,476
Vidrio	0,3	1	$1 \cdot 10^{15}$	0,003	333,3333	1285,323	1738,528
TOTALES	1,2			0,266	3,759		

Muros cortina:

Nombre	e	ro	mu	R	U	Pvap	Psat
Vidrio	0,4	1	$1 \cdot 10^{15}$	0,004	250	1110,57	1747,641
Vidrio	0,4	1	$1 \cdot 10^{15}$	0,004	250	1197,947	1756,733
Cámara de aire	0,6	0,0667	1	0,09	11,1111	1197,947	1972,58
Vidrio	0,4	1	$1 \cdot 10^{15}$	0,004	250	1285,323	1982,69
TOTALES	1,8			0,272	3,676		

Notaciones y unidades:

e: espesor (cm)

ro: conductividad (W/m^2)

mu: resistencia a la difusividad del vapor (adimensional)

R: resistencia térmica de la capa (m^2K/W)

U: transmitancia de la capa (W/m^2K)

P_{vap} : presión de vapor (Pa)

P_{sat} : presión de saturación

Condens.Acum: condensación acumulada kg/m^2

ANEXO 4: PLANOS

1. Emplazamiento
2. Fachada principal, posterior y sección transversal
3. Secciones longitudinales
4. Planta sótano y planta baja
5. Planta segunda y cubierta
6. Alumbrado planta semisótano
7. Alumbrado planta baja
8. Alumbrado planta primera
9. Alumbrado planta terraza



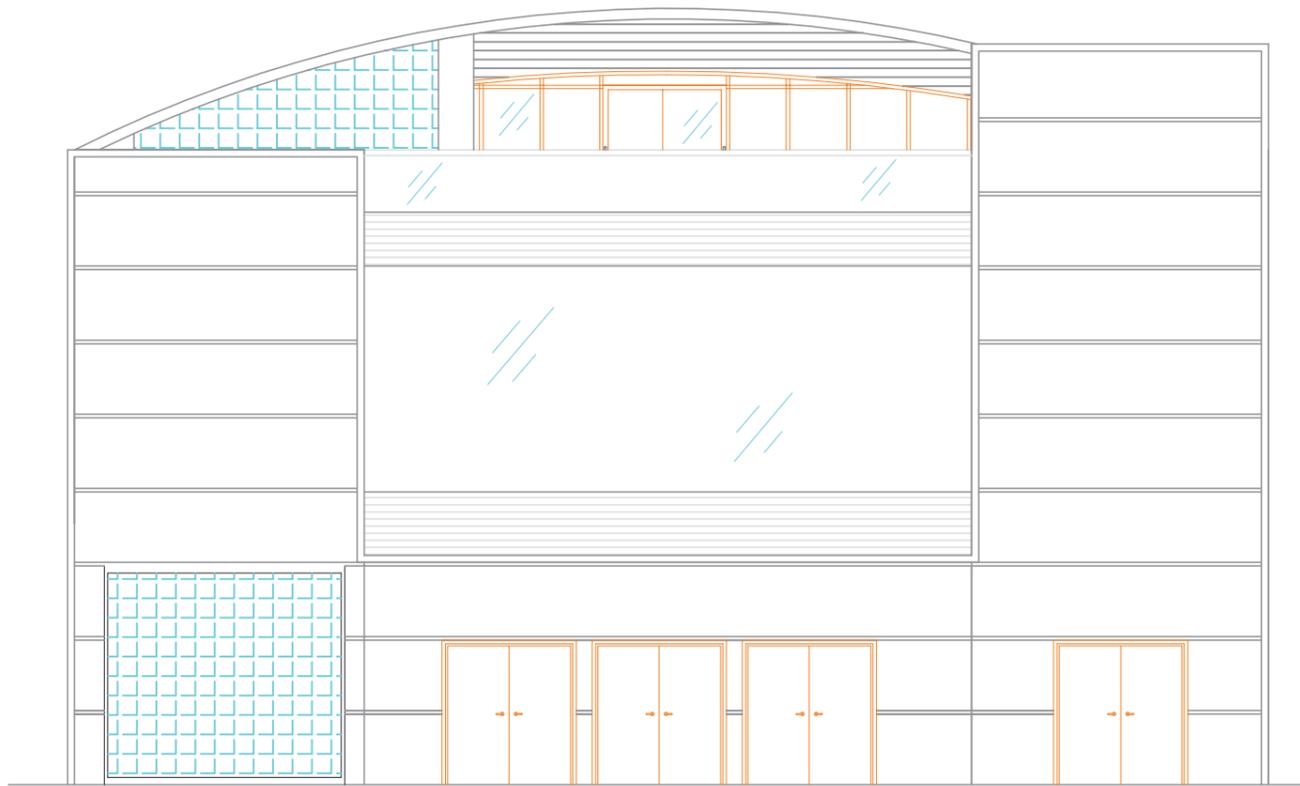
E: 1/1.750



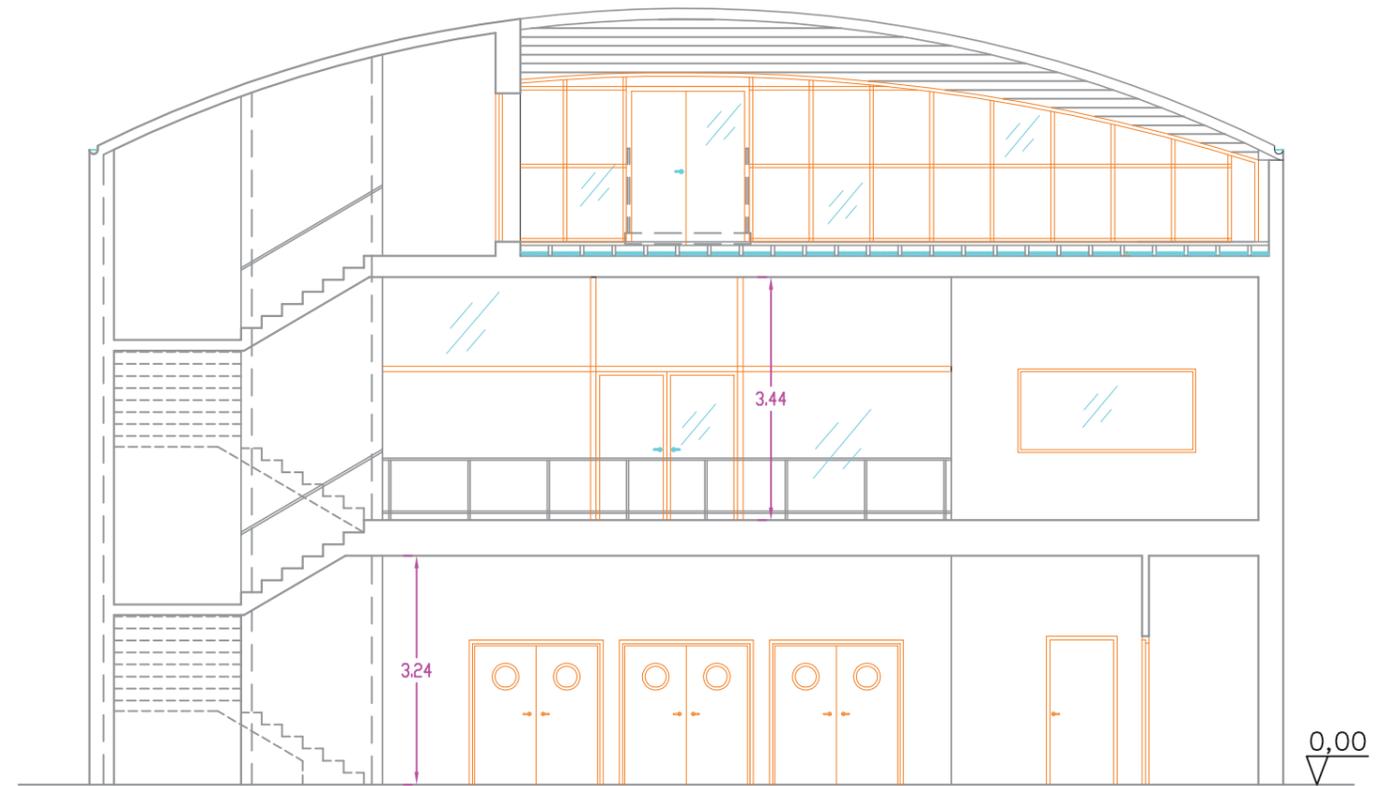
Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil



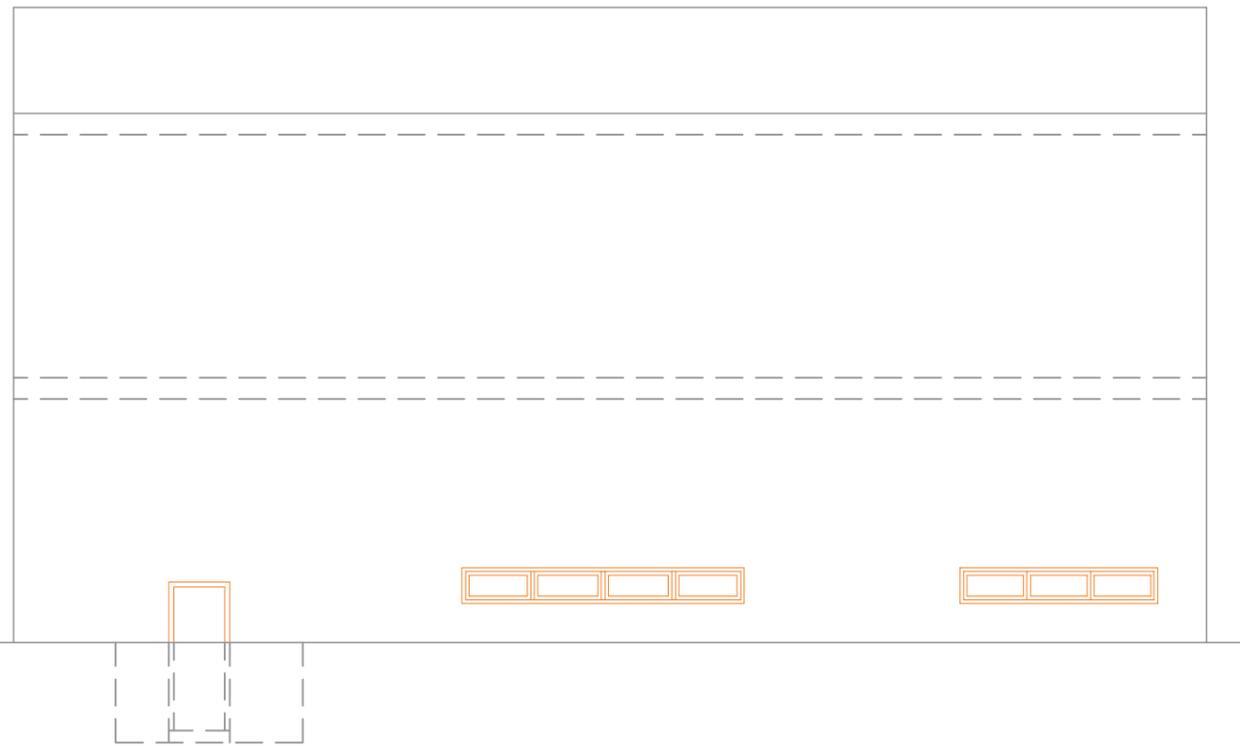
EMPLAZAMIENTO	PLANO 1	E: 1/12.000
	FECHA: 03/06/13	
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ	PROYECTO FINAL DE GRADO	



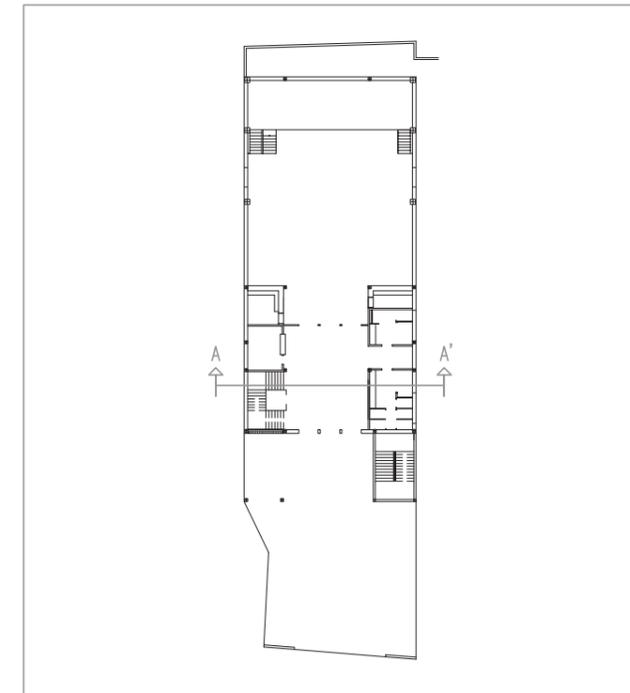
ALZADO FRONTAL



SECCIÓN A-A'



ALZADO POSTERIOR DE PATIO



Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil



ALZADO PRINCIPAL , ALZADO POSTERIOR, SECC. TRANSVERSAL

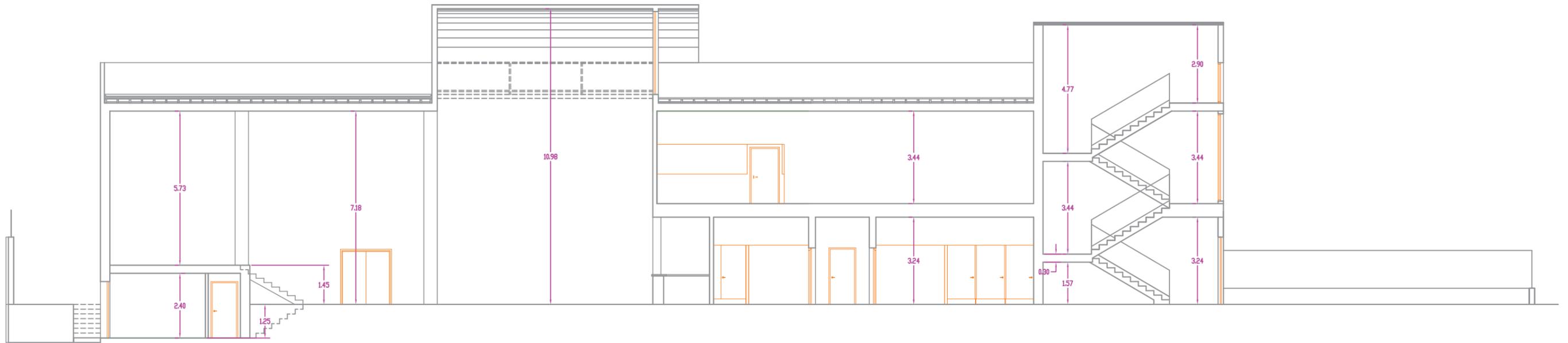
PLANO 2

E: 1/125

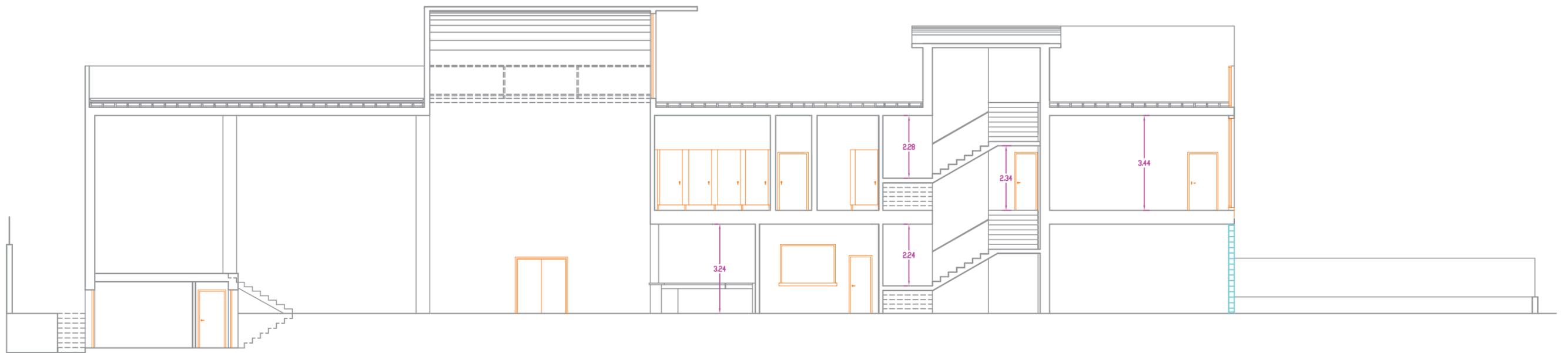
FECHA: 03/06/13

ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ

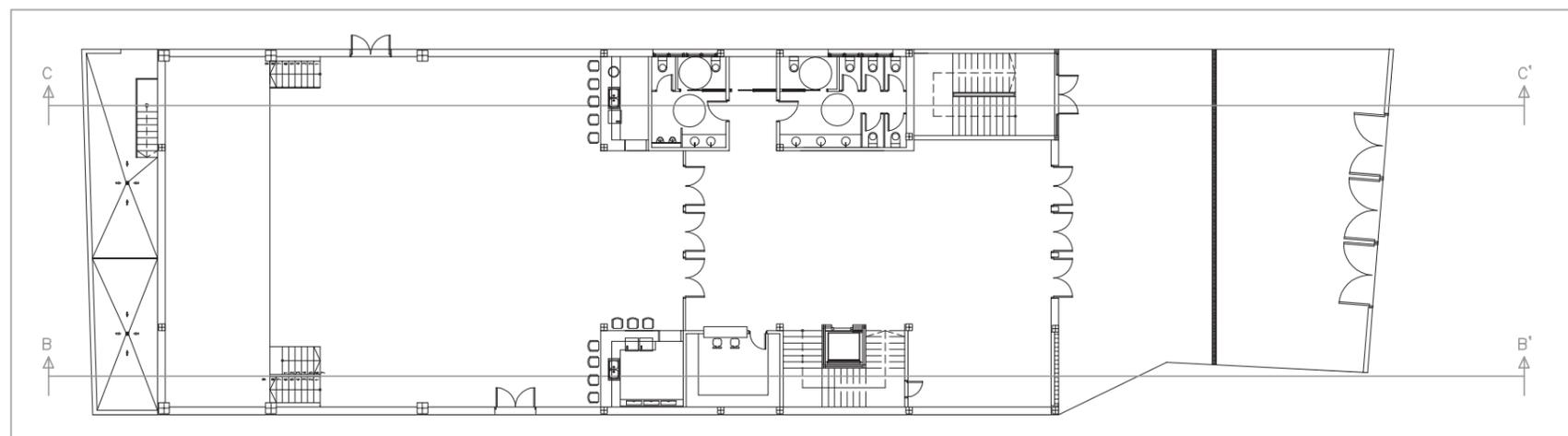
PROYECTO FINAL DE GRADO



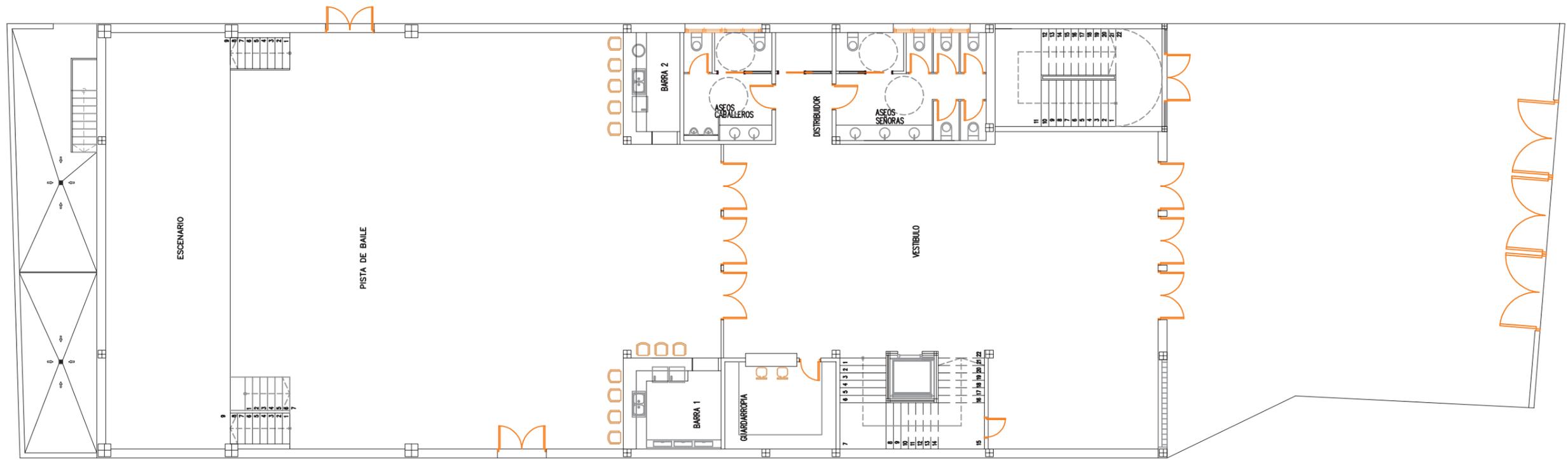
SECCIÓN C-C'



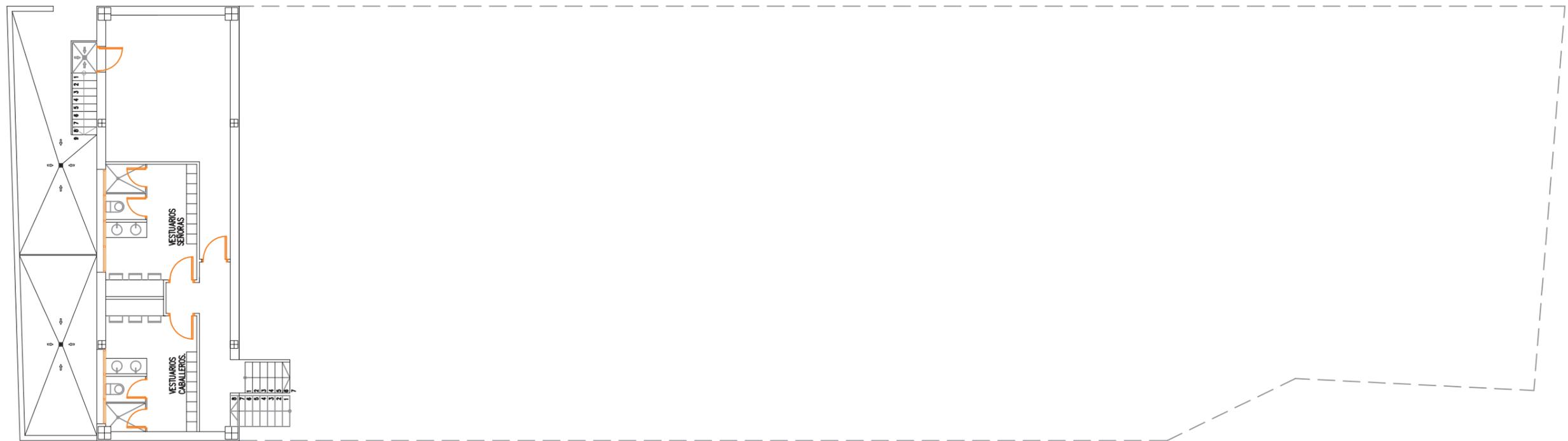
SECCIÓN B-B'



	Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil 		
	SECCIÓN LONGITUDINAL B-B' Y C-C'	PLANO 3	E: 1/150
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ		FECHA: 03/06/13	
		PROYECTO FINAL DE GRADO	



PLANTA BAJA



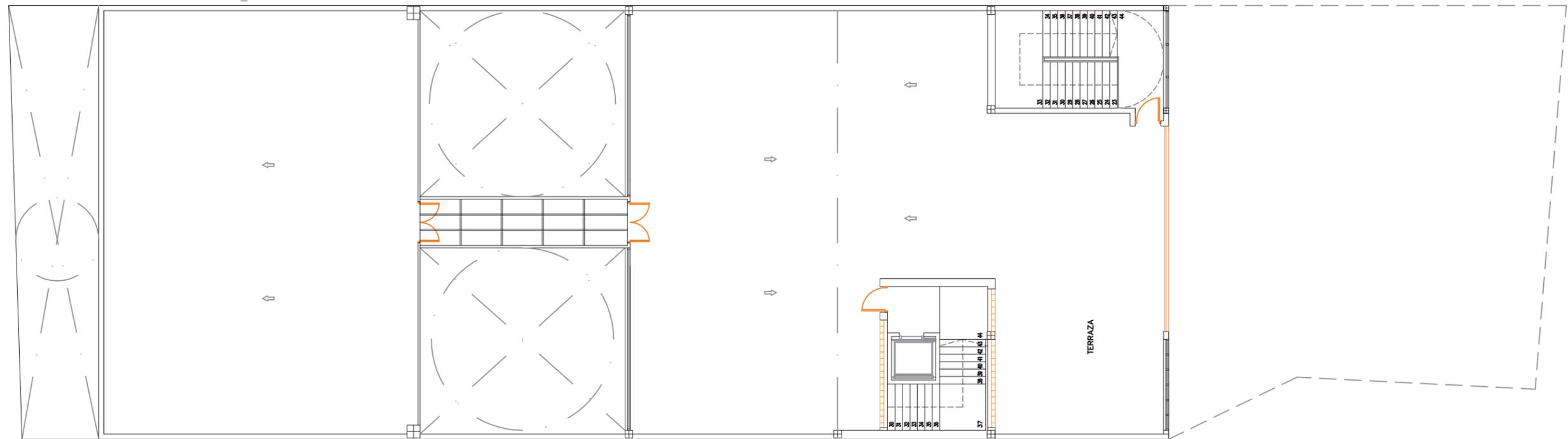
PLANTA SEMISÓTANO



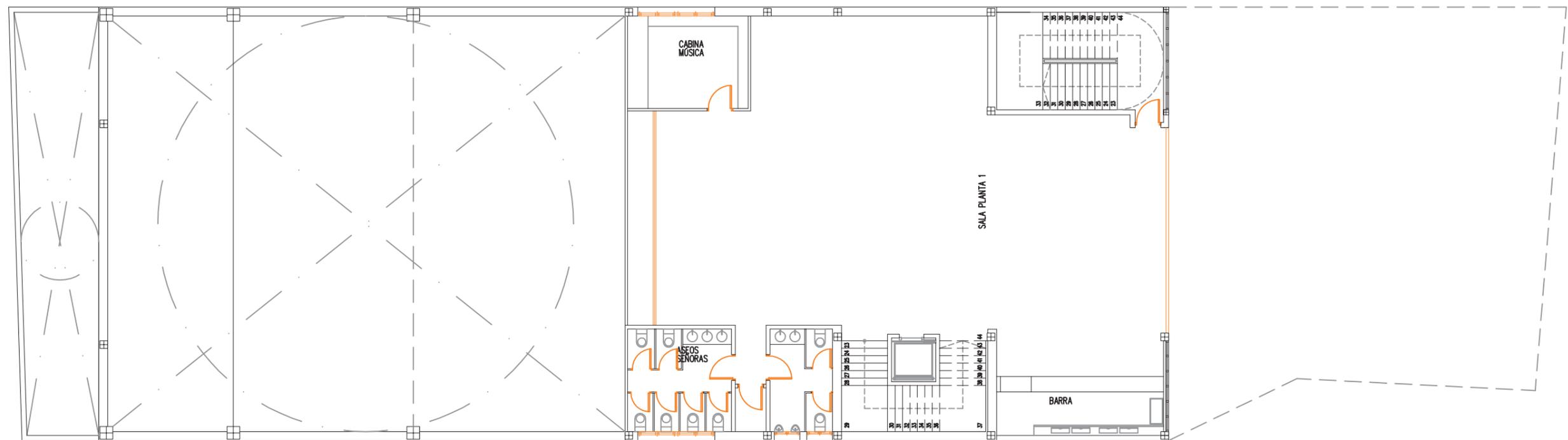
Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil



DISTRIBUCIÓN Y SECCIÓN PLANTA SEMISÓTANO Y PLANTA BAJA	PLANO 4	E: 1/175
	FECHA: 03/06/13	
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ	PROYECTO FINAL DE GRADO	

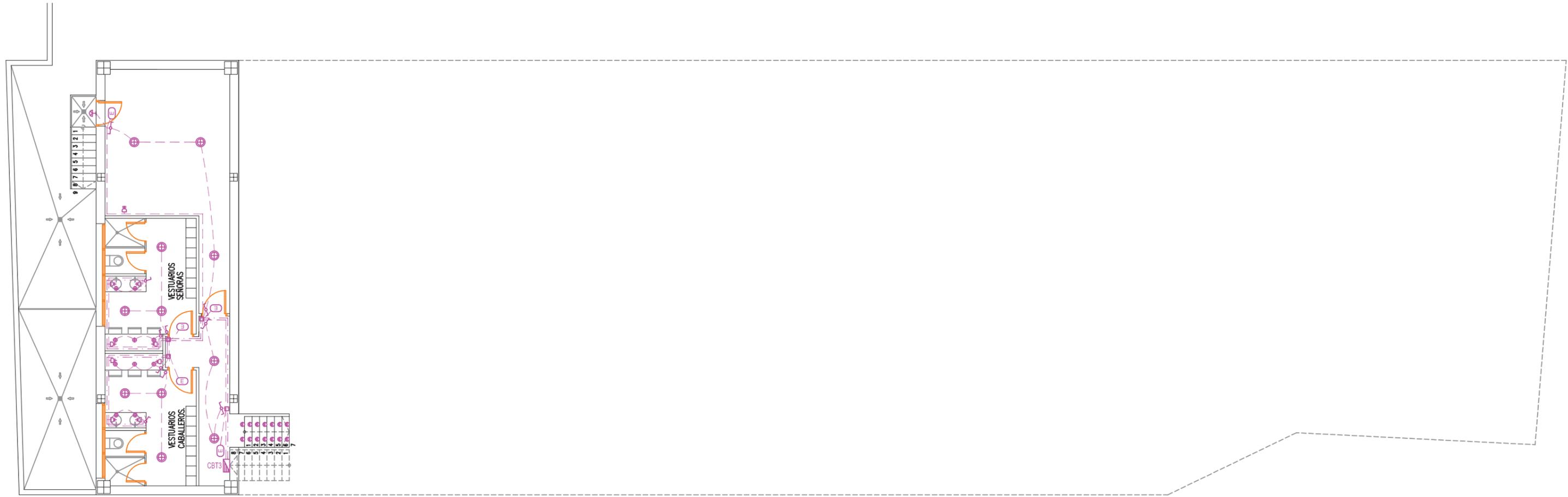


TERRAZA



PLANTA PRIMERA

	Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil 	
	DISTRIBUCIÓN Y SECCIÓN PLANTA PRIMERA Y CUBIERTA	PLANO 5
		FECHA: 03/06/13
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ		PROYECTO FINAL DE GRADO



LEYENDA

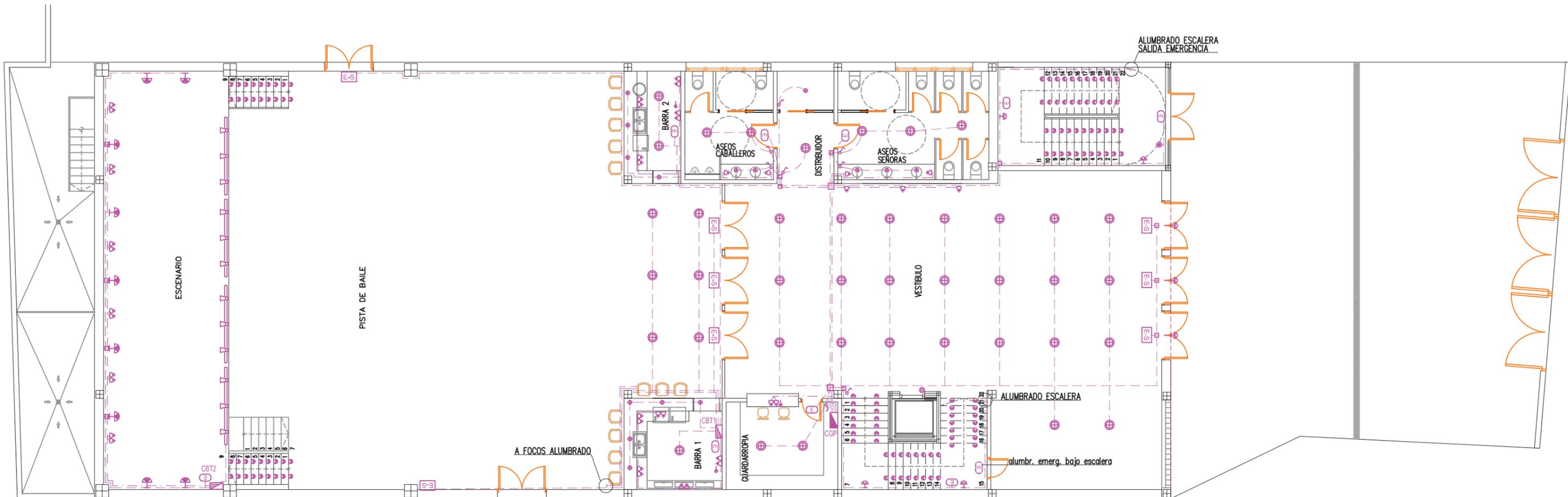
- Circuito de alumbrado y emergencias
- - - Circuito tomas de corriente
- ⚡ Interruptor sencillo ⚡ Interruptor conmutado
- ⚡ Tomas de corriente varias 16 A, 20 A /230 V 📞 Toma de teléfono
- ⊕ 10 Puntos de luz empotrados, para lámpara halógena dicroica 35 W /12 V c/u, modelo ZADORA.
- ⊕ 11 Puntos de luz empotrados, para lámparas de bajo consumo tipo downlights, modelo FUGATO COMPACT con 2 lámparas de 2 x 26 W c/u.
- Ⓜ 5 Aparatos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente, de 6 W / 80 lm / 230 V, con una autonomía mínima de 1 h c/u. serie DIANA de ZEMPER, mod.FDM-6101
- 14 Pilotos de balizado autónomo estanco para caja universal, duración batería 1'5 h, para señalización y alumbrado escalón, modelo VULCANO, con lámpara de 0'75 W.



Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil



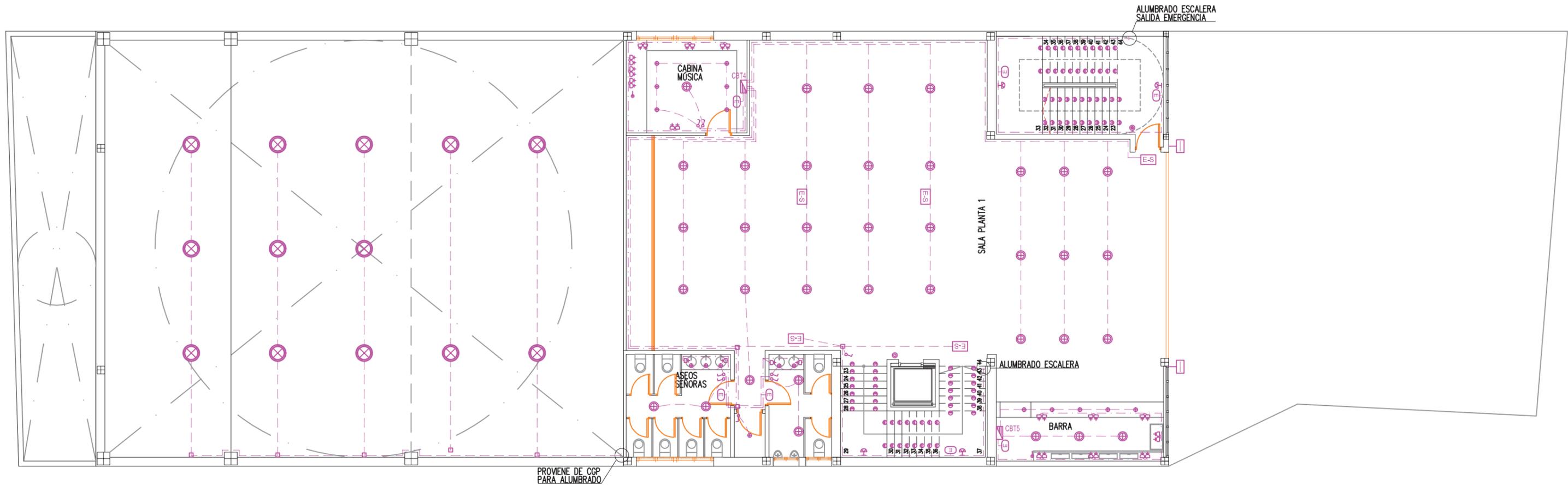
INSTALACIÓN ALUMBRADO PLANTA SEMISOTANO	PLANO 6	E: 1/150
	FECHA: 03/06/13	
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ	PROYECTO FINAL DE GRADO	



LEYENDA

- Caja general de protección y medida.
- Cuadro general de protección.
- Cuadro secundario de protección B.T.
- Circuito de alumbrado y emergencias.
- Circuito tomas de corriente.
- Interruptor sencillo.
- Interruptor conmutado.
- Tomas de corriente varias 16 A, 20 A /230 V.
- Toma de teléfono.
- 14 Puntos de luz empotrados, para lámpara halógena microica 35 W /12 V c/u, modelo ZADORA.
- 40 Puntos de luz empotrados, para lámparas de bajo consumo tipo downlights, modelo FUGATO COMPACT con 2 lámparas de 2 x 26 W c/u.
- 4 Apliques de pared en zona de escalera y escenario, mod. ADANTE, lámpara de bajo consumo de 40 W c/u.
- 9 Apliques de pared en zona de escalera y escenario, mod. ADANTE, lámpara de bajo consumo de 300 W c/u.
- 4 Mini carriles de 3 metros con 3 proyectores c/u. modelo RCS800 L300 de 12V.
- 10 Aparatos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente, de 6 W / 80 lm / 230 V, con una autonomía mínima de 1 h c/u. serie DIANA de ZEMPER, mod.FDM-6101
- 8 Aparatos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente, de 6 W /315 lm / 230 V, con una autonomía mínima de 1 h c/u. serie DIANA de ZEMPER, mod.FDM-6311
- 80 Pilotos de balizado autónomo estanco para caja universal, duración batería 1'5 h, para señalización y alumbrado escalón, modelo VULCANO, con lámpara de 0'75 W.
- Pulsador luminoso de superficie para alumbrado de escaleras.
- Pulsador luminoso para llamada ascensor.

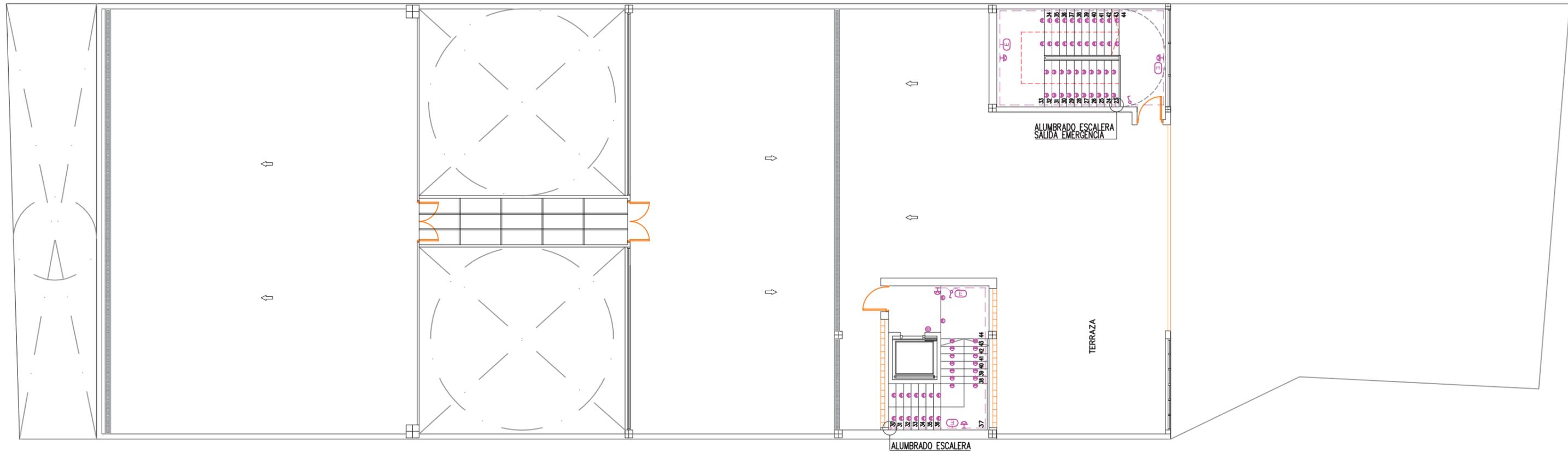
	Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil		
	INSTALACIÓN ALUMBRADO PLANTA BAJA	PLANO 7 FECHA:03/06/13	E: 1/150
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ		PROYECTO FINAL DE GRADO	



LEYENDA

-  Cuadro general de protección
-  Cuadro secundario de protección B.T.
-  Circuito de alumbrado y emergencias
-  Circuito tomas de corriente
-  Interruptor sencillo
-  Interruptor conmutado
-  Tomas de corriente varias 16 A, 20 A /230 V
-  Toma de teléfono
-  17 Puntos de luz empotrados, para lámpara halógena microica 35 W /12 V c/u, modelo ZADORA.
-  34 Puntos de luz empotrados, para lámparas de bajo consumo tipo downlights, modelo FUGATO COMPACT con 2 lámparas de 2 x 26 W c/u.
-  13 Proyectoros halógenos, tipo campana colgada modelo MEGALUX, con lámpara de 400 W c/u.
-  2 Apliques de pared en zona de escalera y escenario, mod. ADANTE, lámpara de bajo consumo de 40 W c/u.
-  7 Aparatos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente, de 6 W / 80 lm / 230 V, con una autonomía mínima de 1 h c/u. serie DIANA de ZEMPER, mod.FDM-6101
-  4 Aparatos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente, de 6 W /315 lm / 230 V, con una autonomía mínima de 1 h c/u. serie DIANA de ZEMPER, mod.FDM-6311
 -  80 Pilotos de balizado autónomo estanco para caja universal, duración batería 1'5 h, para señalización y alumbrado escalón, modelo VULCANO, con lámpara de 0'75 W.
 -  Pulsador luminoso de superficie para alumbrado de escaleras.
 -  Pulsador luminoso para llamada ascensor.
-  2 Proyectoros mod. TEMPO RVP351, con lámpara de HPI-T 250 W c/u.

	Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil 	
	INSTALACIÓN ALUMBRADO PLANTA PRIMERA	PLANO 8
		FECHA: 03/06/13
ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ		PROYECTO FINAL DE GRADO



LEYENDA

-  Cuadro general de protección
-  Cuadro secundario de protección B.T.
-  Circuito de alumbrado y emergencias
-  Circuito tomas de corriente
-  Interruptor sencillo
-  Interruptor conmutado
-  4 Apliques de pared en zona de escalera y escenario, mod. ADANTE, lámpara de bajo consumo de 40 W c/u.
-  4 Aparatos autónomos de emergencia y señalización, fluorescente, de 6 W / 80 lm / 230 V, con una autonomía mínima de 1 h c/u. serie DIANA de ZEMPER, mod.FDM-6101
-  42 Pilotos de balizado autónomo estanco para caja universal, duración batería 1'5 h, para señalización y alumbrado escalón, modelo VULCANO, con lámpara de 0'75 W.
-  Pulsador luminoso de superficie para alumbrado de escaleras.
-  Pulsador luminoso para llamada ascensor.



Estudio de eficiencia energética: Local Multiusos en Benaguasil



INSTALACIÓN ALUMBRADO PLANTA TERRAZA

PLANO 9

E: 1/150

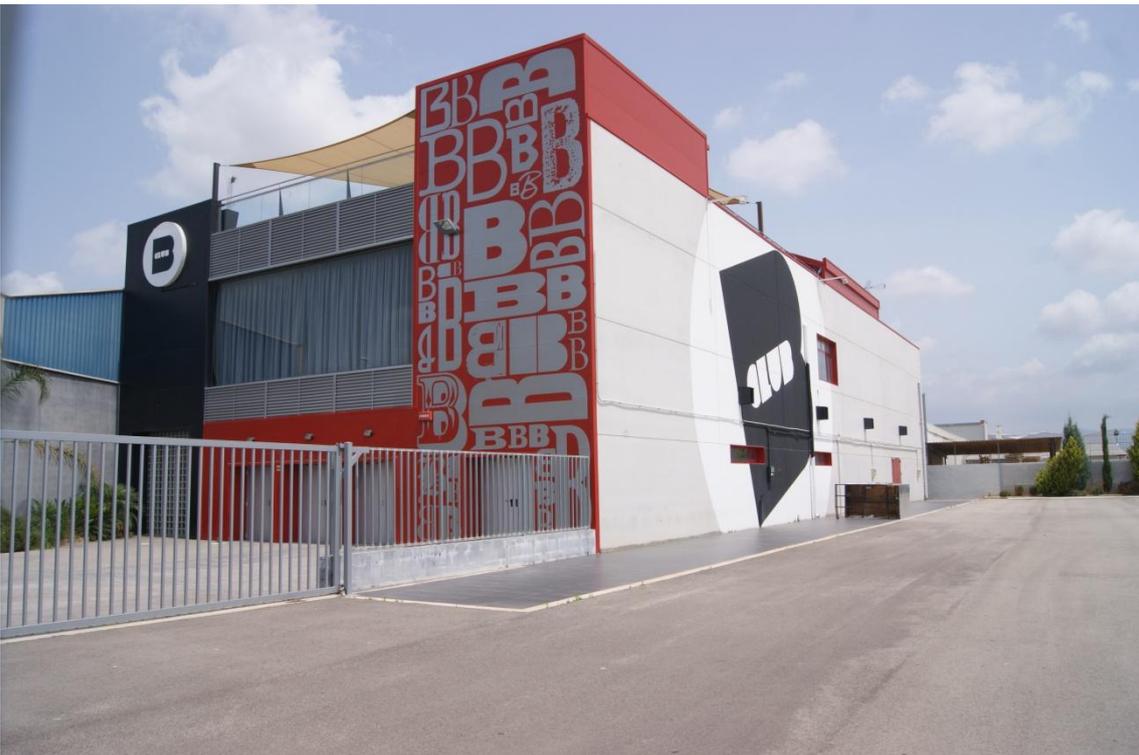
FECHA: 03/06/13

ALUMNO: JOSE VICENTE RAMADA DOMINGUEZ

PROYECTO FINAL DE GRADO

ANEXO 5: Fotografías representativas

EXTERIOR DEL LOCAL



INTERIOR DEL LOCAL

