

# Sede del Green Building Council Mediterráneo

Andrés Civera Mallén

## **Tutores:**

Ricardo Meri de la Maza

Enrique Fernández-Vivancos González

Guillermo González Pérez

## **Trabajo Final de Master**

Universitat Politècnica de València

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Master en Arquitectura. Curso 2018/2019



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA



<b>Memoria descriptiva</b>	<b>4</b>
<b>Memoria constructiva y medioambiental</b>	<b>17</b>
<b>Cumplimiento del CTE</b>	<b>51</b>
<b>Anexo: cálculo de la estructura</b>	<b>97</b>

# Sede del GBC Mediterráneo

## Memoria descriptiva. Valencia. 2018-2019

### De lo natural a lo antropoformizado

La construcción, a lo largo de la historia humana en parte por sus limitaciones materiales, de mano de obra y climáticas del lugar han hecho de la arquitectura creada por el hombre un modelo de arquitectura que actualmente calificaríamos como responsable con el medio ambiente. Es por ello que hablar de la actividad del hombre y la naturaleza como términos contrapuestos no parece del todo correcto. El hombre se fija en la naturaleza, busca en ella sus proporciones, por ejemplo, en la concepción de los órdenes clásicos. Al mismo tiempo que se inspira en ella, la transforma para adaptarla a su imaginario, a su manera de ver el mundo. En palabras de José Ignacio Linazasoro:

*“En la acción del hombre existe siempre un condicionamiento indiscernible entre la necesidad primaria de dar respuesta a sus necesidades, común a todos los animales, y el anhelo específico de ver representado su mundo. La necesidad material básica de protegerse, de buscar refugio, va siempre unida al ansia de representar en él el mundo, con el que se vincula a través del mito. Aunque en un principio fuera la caverna el primer refugio natural, en ésta ya se representaba un universo, como lo atestiguan las pinturas rupestres, pronto, el hombre se dedicó a construir, señalando no sólo su territorio, sino su manera peculiar de estar en el universo.”<sup>1</sup>*

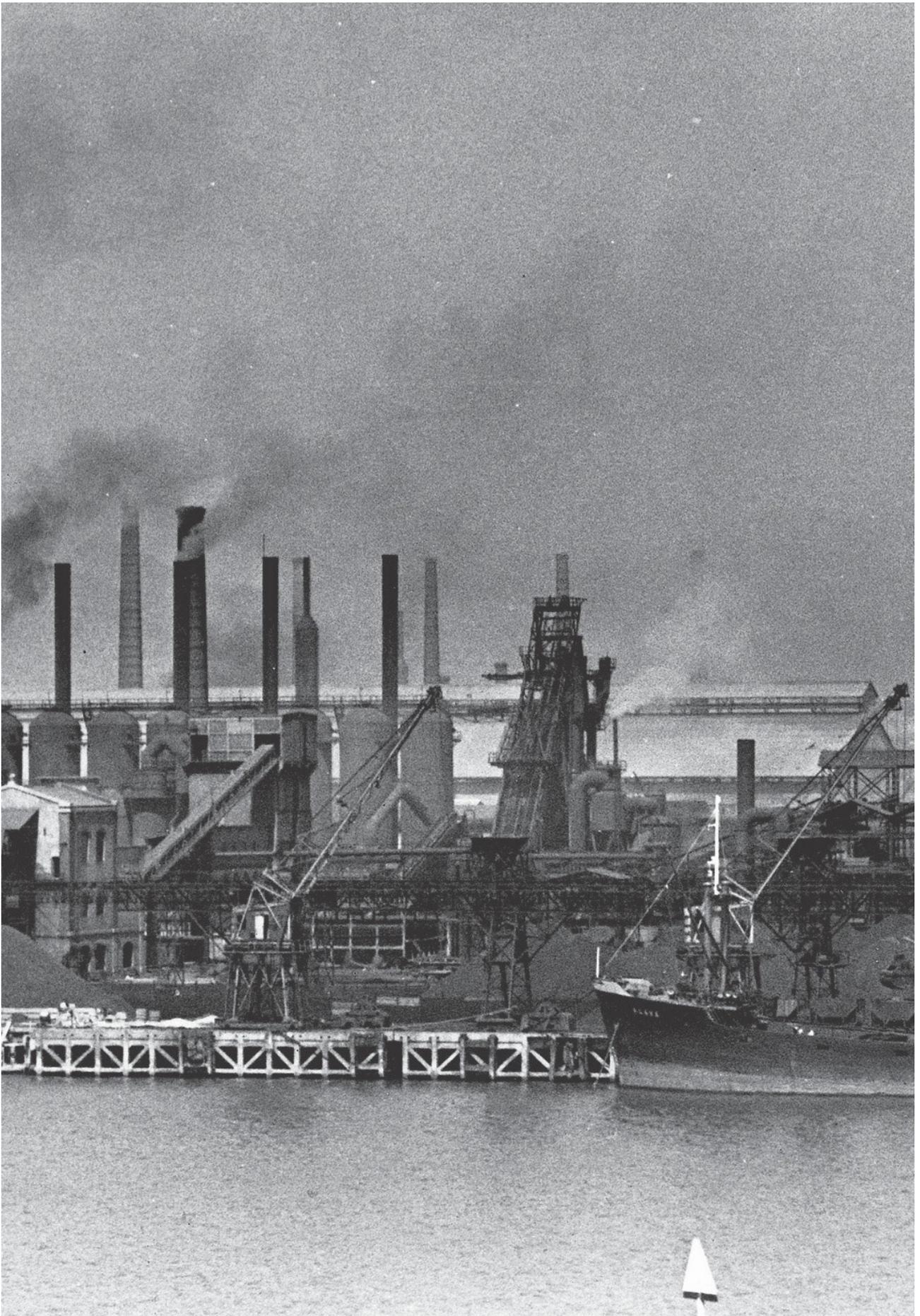
Esta dinámica sin embargo fue interrumpida drásticamente a raíz del comienzo de la primera Revolución Industrial, a partir de ese momento los cambios demográficos, tecnológicos y económicos sufren una aceleración exponencial, una tendencia que continua imparable en la actualidad. El ser humano rompe con la naturaleza al alejarse de ella.

Las limitaciones que antes hacían de la arquitectura una adaptación lógica al contexto natural que les rodeaba, han sido superadas ampliamente por los avances de la técnica. Logrando de una manera un tanto inquietante e insostenible modelos arquitectónicos universales. Llegando a la paradoja de encontrar el mismo edificio de muro cortina en Chicago y en Dubai. Sin embargo, sería contraproducente demonizar todos estos avances técnicos como amenazas al medioambiente, puesto que gran parte de ellos con un diseño y un uso adecuado de los recursos pueden favorecer un mejor aprovechamiento de los materiales y recursos de la zona.

La razón de ser del GBC, es por tanto tratar de volver a conectar con las dinámicas previas. Volver a fijarse en el lugar, reconectar con la ciudad y su contexto natural y ciudadano. Porque para que una construcción cumpla con su cometido y con un compromiso medioambiental no solo debe cumplir una serie de reglas meramente relacionadas con su gasto energético. Debe ser un edificio útil a la sociedad en general y adecuado a los usuarios a los que sirve.

1. Linazasoro J. (2013): *La Memoria Del Orden. Paradojas Del Sentido De La Arquitectura Moderna*. Abada editores. España

**Fig. 1.** Gonzalo Montiel Roig (1950): *Vista de la siderurgia de AHV-Fábrica de Sagunto desde la dársena del puerto*. *The Industrial Photography and the Steel Company Archive of Puerto de Sagunto: Representation, Power and Identity (1944-1976)*. Revista Española de Investigaciones Sociológicas, 149: 65-86. Siguiente página.



## la huella de la historia, ruptura y continuidad

El impacto urbano del GBC es de suma importancia en el conjunto del frente marítimo, de la transición entre el Grao y la dársena interior del puerto. Y en conjunto del desarrollo urbano de esa zona de la ciudad de Valencia.

Para comprender el lugar hay que hacer referencia a un pasado perdido, un tejido que antes unía, contextualizaba y realizaba la importante función de marco. La destrucción de la continuidad del tejido urbano y la alteración de la escala, producen según Rodrigo Pérez de Arce la quiebra del balance urbano y por tanto la paralización de la vida pública.<sup>2</sup> La solución por tanto estriba precisamente en un proceso de densificación del entorno, acotamiento del espacio y recuperación de la escala urbana.

En primer lugar, el GBC con su papel urbano debe recomponer la antigua fachada urbana de la ciudad hacia la dársena; dotar de una correcta terminación al barrio del Grao; y al mismo tiempo mirar al futuro, recomponer las cicatrices de una discontinuidad urbana. En definitiva, mirar también al sur, mirar a Nazaret, conectarlo con el Grao y Cabanyal. Mirar al parque fluvial y al futuro desarrollo de la ciudad. Conectarse con el puerto, con el sur y con su barrio.

La sede del GBC mediterráneo debe jugar en este entorno un rol dinamizador, cumpliendo sin duda los requisitos anteriores. Es en este carácter como activador donde el GBC se hace fuerte con su programa y por ende fuerte en su implementación urbana y compromiso con el sitio. Se debe asumir que el GBC no son unas meras oficinas, el GBC es una institución con vocación pública, en definitiva, un centro cívico, permeable a la ciudadanía, a su entorno urbano y natural.



2. Pérez de Arce R. (2014): *Urban Transformations and the Architecture of Additions* (Studies in International Planning History)

**Fig. 2.** José Huguet (1950): *Plaza del Mercado Viejo en la calle J. J. Sister. Grao* [Imagen en línea]. Disponible en: <<http://valenciadesaparecida.blogspot.com/search/label/El%20Grao>> [Acceso el 7 de julio de 2019]. Arriba.

## Aproximación urbana desde la historia del lugar

A la hora de plantear las estrategias de ocupación de la parcela y la mejor huella urbana del GBC, es importante acudir a la cartografía histórica del lugar. Tal como se puede apreciar en el plano del 29 de la zona de actuación y en relación con lo comentado previamente se aprecia un entorno completamente diferente al que podemos observar en la actualidad. El paisaje actual es una imagen borrosa de un pasado con mayor actividad en las calles, las plazas y el frente marítimo. De este pasado es posible aprender una serie de lecciones y de ello aplicar las estrategias urbanas del GBC.

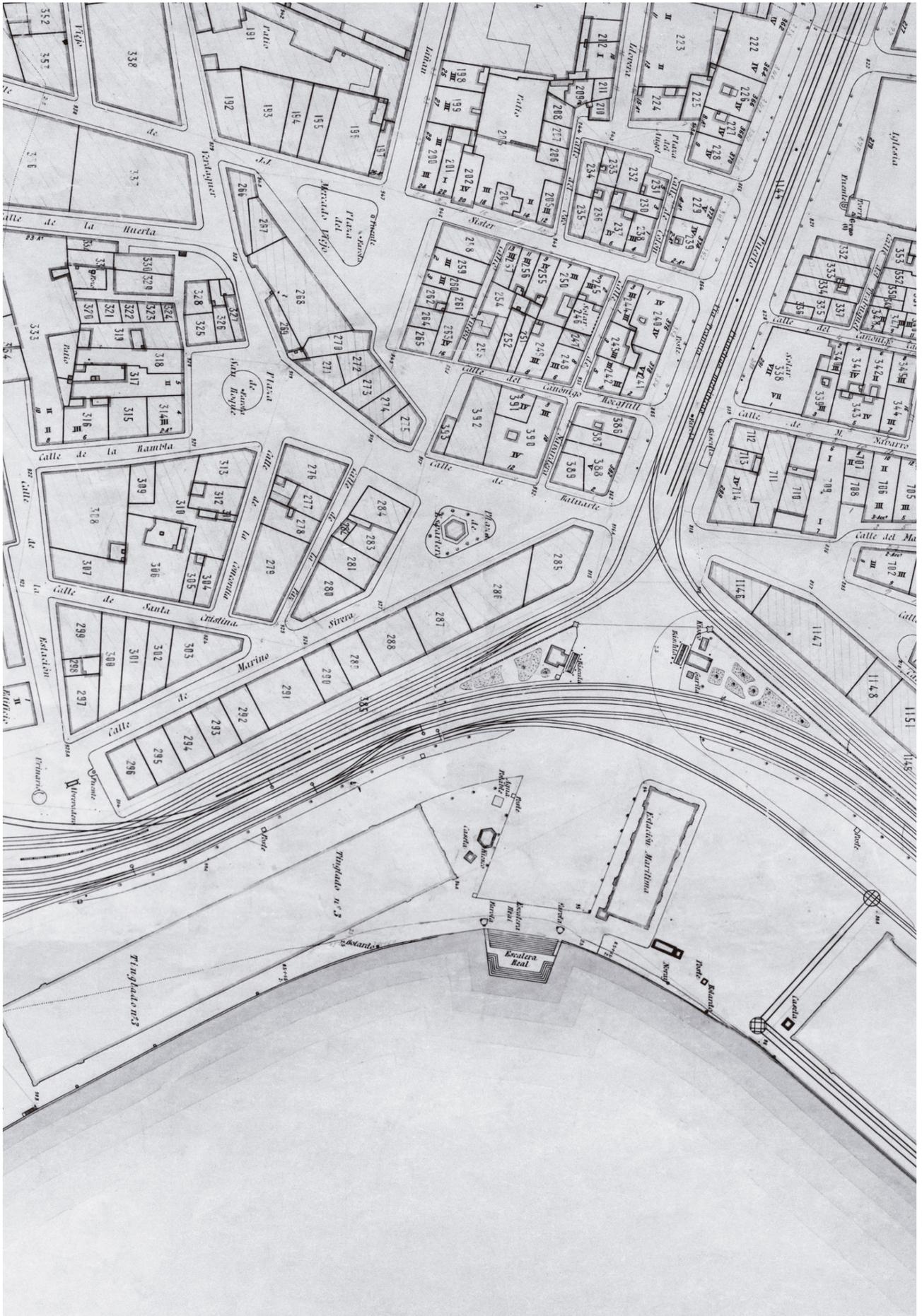
En primer lugar, se apreciaba un frente urbano consolidado a la dársena conformada por los tinglados y el edificio del reloj. Paradójicamente en la actualidad parece existir una mayor distancia entre estos dos escenarios, debido a la presencia de una vía de tráfico con un trazado caótico y el derribo de la primera línea de edificación que creaba el marco de la dársena y la correcta terminación de la fachada marítima de la ciudad. Otra característica del tejido es la presencia de pequeñas plazas y lugares de reunión en la trama irregular ahora desaparecida, estos lugares son las antiguas plazas del Mercado viejo, la de Espartero y la de San Roque. Es notoria la importancia y carácter dentro del conjunto urbano-portuario de la plaza en la que finalizaba la avenida del puerto, hoy un espacio desdibujado, lleno de elementos impropios, mobiliario urbano diseminado y una rotonda como elemento principal. De este análisis histórico se plantean parte de las estrategias urbanas del GBC, en consonancia con su carácter intrínseco como institución pública, anteriormente remarcada.

En primer lugar, con el objetivo de cumplir la vocación pública del GBC y crear un espacio público para el barrio del Grao se plantea la creación de una pequeña plaza en el lugar de actuación, un espacio intermedio entre la trama del Grao y los grandes espacios abiertos de la



**Fig. 3.** EFE (1930): *Panorámica de la ciudad y del puerto de Valencia* [Imagen en línea]. Disponible en: <<http://125aniversario.aguasdevalencia.es/portfolio/noticias/decada-1930/>> [Acceso el 23 de marzo de 2019]. Arriba.

**Fig. 4.** Llopis A. y Perdigón L. (2012): *Plano catastral 1929. Instituto geográfico y catastral* Cartografía Histórica De La Ciudad De Valencia (1608-1944). Valencia, Editorial Universitat Politècnica de València. Siguiendo página



dársena. Conectada visualmente con la plaza del Tribunal de las Aguas y el espacio del Edificio del Reloj. En definitiva, una escala intermedia y un nuevo punto de encuentro ciudadano. En segundo lugar, al mismo tiempo que se conforma dicho espacio de plaza se reconstruye parte del frente urbano perdido, cuyo único testigo en pie es la casa Calabuig. De esta manera se conforma una nueva línea urbana al mar, la cual al mismo tiempo acota la plaza del Edificio del Reloj.

En paralelo a este punto es pertinente apuntar una serie de acciones en la sección viaria y espacio entre el GBC y la dársena. La reforma de las secciones viarias de la avenida del puerto, la calle de Juan Verdaguer y la avenida del ingeniero Manuel Soto, son medidas urgentes para la reconversión de la zona en un lugar para la toda la ciudadanía y no únicamente para el vehículo privado. Actualmente la red se encuentra sobredimensionada y con una patente sobrerrepresentación del vehículo privado sobre las redes ciclistas y los sistemas de transporte público. Se plantea por tanto la reducción de la sección viaria, y en el caso de la Avenida Juan Verdaguer la eliminación de las duplicidades viales y la creación de un ancho paseo arbolado paralelo a la dársena, colocado en la huella sobre la que discurrían las antiguas vías del tranvía. Por una parte, unifica todo el frente urbano-dársena y por otra crea una conexión longitudinal norte-sur en la ciudad, hasta ahora inexistente en su frente marítimo por la discontinuidad del tejido urbano. Además, en el entorno próximo, se cuenta con la inclusión del futuro equipamiento de la Marina Real, llamado "El 3" que ocuparía la huella donde con anterioridad se encontraba el tinglado número 3. De esta manera se reconfigura el vacío urbano actual.

Por último, en el contexto de la transformación urbana del lugar, se recupera uno de los elementos que por su carácter simbólico juegan un papel crucial en la actuación, la Escalera Real. Este elemento de piedra, ahora cubierto por metro y medio de tierra y asfalto. Antigua puerta de entrada de la ciudad desde el mar, primera y última visión de los visitantes, mirador y punto de encuentro. El edificio del GBC, se abre a esta puerta y con un gesto de eco, imita la disposición de esa escalera, en una plataforma ligeramente elevada, rótula entre la gran y pequeña escala.



# VALENCIA RED VERDE



**Fig. 5.** Desconocido (1905): *Niños lanzandose al mar desde la escalera real* [Imagen en línea]. Disponible en: <<https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1694486&page=714>> [Acceso el 2 de noviembre de 2019]. Pag. previa.



Fig. 6. Elaboración propia (2018): *Esquema de la infraestructura verde metropolitana de Valencia*. Arriba.

## La infraestructura verde metropolitana

Como se puede apreciar en este esquema, a nivel del área metropolitana de la ciudad de Valencia existe una amplia red de vías verdes, de una calidad y una extensión inmejorable. Destacan los cursos fluviales del Turia y los barrancos de Catarroja y Carraixet; la gran vía verde del parque fluvial del Turia, a la cual avoca gran parte de la ciudad de Valencia; la amplia red de huertas; y el incomparable frente marítimo que a modo de espina de pez recoge gran parte de las líneas mencionadas anteriormente.

Sin embargo, las conexiones necesarias entre estas infraestructuras a menudo se encuentran incompletas y por desarrollar, por ello es necesario el refuerzo de la red existente. En este contexto la sede del GBC, puede y debe jugar un papel clave en la red, sirviendo de rótula aprovechando su inmejorable situación como encrucijada de una serie de sistemas y redes verdes tanto a nivel metropolitano como de ciudad. Poner en valor el eje Norte-Sur para conectar Nazaret-Grao-Cabanyal como un eje marítimo más extenso y a su vez afianzar la conexión con el parque fluvial y la huerta valenciana, siendo la más cercana el sector de la Font de Sant Lluís.

Este punto, puede resultar de gran importancia en el impulso y la labor divulgadora de la nueva Sede del GBC Mediterráneo, puesto que su impacto no debe limitarse a ser un actor a nivel de distrito, debe jugar un papel metropolitano como punto de referencia del ordenamiento de la nueva infraestructura verde del área metropolitana.

## El GBC como institución

El GBC Mediterráneo es una institución, pero ¿qué clase de institución? Ante esa pregunta se abre un amplio abanico de posibilidades, las cuales según la respuesta dada repercutirán en el carácter del edificio que debe albergarla, su impronta urbana y un amplio número de aspectos que podrían ser considerados menores pero que cuentan con una gran importancia.

En primer lugar, cabe recalcar el hecho de que no nos encontramos ante unas meras oficinas, el GBC es una institución con vocación pública, es en definitiva un centro cívico, un lugar permeable a la ciudadanía, a su entorno, sus individuos y sus ideas.

No puede tratarse de un lugar cerrado e introspectivo, tampoco debe ser un lugar que viva de espaldas a la ciudad. Debe ser lo completamente opuesto, a través de la arquitectura, como necesaria herramienta traductora de las necesidades humanas y sociales, se debe crear el marco. Este marco la supresión de las barreras y sobre todo debe ser el modelo para crear la conciencia medioambiental por la que lucha la institución.

Es vital demostrar a través de la misma concepción del edificio, la construcción, la orientación y sus materiales el compromiso con las buenas prácticas medioambientales. Pero al mismo tiempo por la razón de que son conceptos indivisibles y complementarios, favorecer la integración de todas las personas que acudan a la institución, favorecer su inclusión y facilitar su día a día.

## La función cívica

Como se ha descrito previamente, el GBC como institución con vocación pública debe conformar un centro cívico. Por ello el proyecto se ancla a la ciudad, a través de la preexistencia, siguiendo un crecimiento urbano basado en la transformación por adición.

De estos procesos aditivos, se saca la conclusión de tratar, tal como se ha relatado con anterioridad de densificar el vacío y recuperar la trama. Tomando como punto de partida las edificaciones existentes, ahora dos edificaciones solitarias y descontextualizadas, al adicionarse a ellas, estas cobran un sentido nuevo como parte de un conjunto más grande. Es por tanto una reformulación de su significado, anclas y puntos de partida.

Aprovechando su esbeltez y su aspecto, lienzos en blanco y luminosos se reformula su significado, se convierten automáticamente en hitos y al mismo tiempo anclajes de un proyecto, el del GBC que pasa a formar parte del lugar. De manera paralela se plantea la creación de una plaza que dota forma al centro cívico, plaza a la que vuelca el GBC. Institución que la rodea y dota de vida. Plaza que al mismo tiempo se ofrece a la ciudadanía, se convierte en un lugar público donde estar y descansar, un lugar de reunión para propios y ajenos, un espacio mediterráneo.

El GBC se ordena por tanto en 2 volúmenes principales. El primero de ellos corresponde a un desarrollo longitudinal que recorre la plaza central, se adosa a las edificaciones existentes y con una altura constante y un aspecto uniforme rodea y articula el espacio central de plaza. A este uso corresponde los usos de cafetería, aulas didácticas en su planta baja y al de oficinas y espacios de investigación en su planta superior, una planta que recorre linealmente el conjunto salvando los diferentes accesos que comunican el barrio del Grao a norte y oeste con el conjunto. A través del material y la configuración de la fachada, mediante el recurso de la repetición se pretende que la parte superior de este cuerpo dote al conjunto de una cierta monumentalidad, cuyo objetivo no es otro que dotar al GBC de un carácter y dignidad pública.

La flexibilidad de espacios y la planta libre permiten diferentes configuraciones de trabajo y una correcta ventilación de las estancias, todo ello busca aumentar la vida útil del edificio y el confort de sus usuarios.

En segundo lugar, se encuentra el volumen correspondiente al lugar más eminentemente público, cuenta con una posición privilegiada en uno de los vértices de la actuación. Por sus necesidades programáticas requiere de una geometría que permita la cubrición de un espacio exento y al mismo tiempo por su relevancia urbana, competir en altura y significación con edificios aledaños como la Torre del Reloj. La respuesta a esta geometría la da el paraboloides hiperbólico, el cual por su configuración espacial permite abordar estas problemáticas y además lograr a diferencia de otras soluciones una sustancial reducción de recursos materiales.

Los espacios exteriores dada la climatología valenciana y la presencia de sombra y vegetación en la actuación permiten la realización de una gran cantidad de actividades. Desde las más informales e improvisada, como por ejemplo comer, el descanso o la reunión de trabajadores y personas ajenas a la institución. Hasta la organización de eventos al aire libre, en los espacios de jardín o bajo la sombra del paraboloides.

En este contexto la realización de ciclos de conferencias, charlas, espectáculos de música o exposiciones al aire libre entre otros tantos eventos culturales, permiten un mayor acercamiento del GBC al público al que quiere llegar, democratizando y facilitando su acceso.

## De la construcción al reuso

Desde la estructura misma se trata de dar una serie de soluciones lo más respetuosas posibles con el medioambiente. Buscando que en su conjunto la sede del GBC sea una edificación responsable, en todos los aspectos posibles, construcción, gestión energética, estrategias pasivas y gestión de los residuos, entre otros.

Por ello se aboga por una construcción en seco, la cual permita un fácil desmontaje del conjunto para un reciclaje futuro o la mera sustitución de partes obsoletas o deterioradas del edificio, sin por ello poner en compromiso la totalidad. Logrando a la larga un aumento de la vida útil del edificio. El empleo de una estructura mixta acero-madera posibilita el aprovechamiento de las mejores cualidades de cada uno de los materiales. Además reduce la cantidad de material, empleada, su peso y posibilita la posibilidad de su reutilización, que con otras soluciones tales como el hormigón sería imposible.

Se ha priorizado el empleo de materiales reciclados o bien que cuenten con una baja huella de carbono, como por ejemplo la madera laminar de los forjados estructurales o el aislante de fibra de madera, entre otros. En segundo lugar, se han empleado algunos materiales que podrían no parecer tan respetuosos con el medio ambiente como los anteriores, debido a su gran coste de fabricación. Sin embargo dada su naturaleza, su capacidad de reuso y de ser reciclados tales como el acero de la estructura y especialmente el aluminio de la envolvente. Este último material cuando es producido a partir del reciclaje de chatarra únicamente emite el 5% del dióxido de carbono, comparado con la producción de aluminio desde la materia prima.

En relación al factor humano y social se ha buscado crear un entorno flexible y dinámico que permita la multiplicidad de usos y el acercamiento de todo tipo de usuarios tanto propios como ajenos en el GBC. Con este objetivo se han planteado una serie de estrategias que apoyadas en la materialidad y en el uso de recursos naturales como la vegetación y el entorno cercano han permitido crear esa atmósfera. La selección de la especies arbóreas, arbustivas y tapizantes y el tipo de pavimento exterior discurren en ese camino.

En cuanto al impacto que ejerce la nueva sede del GBC en su contexto cercano, este juega un papel de suma importancia, dada su preeminencia por su ubicación y tamaño. Con el objetivo de mimetizarse con su entorno, la elección cromática de los materiales tiende hacia la elección de tonos claros que concuerden con elementos cercanos tales como la Casa Calabuig o el Edificio del reloj.

Por último, en los sistemas de energía del edificio, en la medida de lo posible, se busca la mayor eficiencia de los sistemas, el reuso de los recursos hídricos y la priorización el empleo de sistemas pasivos que permitan el menor empleo de estos.

Todos estos aspectos se desarrollan con mayor detalle en la memoria constructiva y medioambiental. Allí se describen y justifican los materiales empleados, el funcionamiento de los sistemas pasivos y activos de ahorro de energía. Además se explica pormenorizadamente el comportamiento del edificio y su respuesta a las condiciones climáticas de la ciudad de Valencia. Justificando su orientación, altura y disposición.

Para la realización de estos análisis se han empleado programas de evaluación y muestra de datos, como el Hades del GBC, el CYPETHERM para la evaluación energética del conjunto, el Climate consultant, para la muestra de datos climáticos y programas europeos de medición de la eficiencia de la instalación fotovoltaica como el PVGIS.

## Puerta del mar

Existe un eje que históricamente ha recorrido la ciudad de Valencia desde su centro histórico hasta los históricos barrios marítimos. De este conjunto, cambiante y generador de gran parte del tejido urbano de la ciudad, el más degradado y maltratado por el paso del tiempo y la dejadez lo ha constituido precisamente una de sus terminaciones, la zona de la dársena donde se actúa con la sede del GBC.

Por tanto la actuación que se realiza a nivel urbano y arquitectónico, tal como se ha relatado previamente trata de dignificar a través de una institución que mira al futuro una zona que en la actualidad cuenta con un pasado desdibujado y un futuro incierto.

El edificio por tanto, trata de abrirse a su contexto, puesto que la introspección y el hermetismo harían de este una institución fallida. Como resultado se plantea un centro cívico anclado a su contexto urbano, abierto a su entorno y a la ciudadanía. Donde la conciencia medioambiental sea un pilar fundamental en la construcción y gestión del edificio, de manera que se pueda constatar la capacidad de la técnica como herramienta de la arquitectura para adaptarse a su contexto.



**Fig. 7.** Desconocido (1920): *Avenida del puerto, casa Calabuig izq.* [Imagen en línea]. Disponible en: <<http://visiones-deunviajero.blogspot.com/2012/07/restaurante-la-aduana-sorprendente-en.html>>[Acceso el 28 de agosto 2019].



**Memoria constructiva y medioambiental**

## 1. Memoria constructiva y medioambiental

1. Justificación medioambiental y de la materialidad -----	19
2. Sistema estructural -----	20
3. Sistema envolvente -----	21
3.1 Fachadas -----	22
3.2 Cubiertas -----	22
3.3 Suelos -----	23
4. Sistema de compartimentación -----	24
4.1 Compartimentación interior -----	24
5. Sistema de acabados -----	25
5.1 Revestimientos interiores verticales -----	25
5.2 Revestimientos interiores horizontales -----	25
6. Eficiencia energética y estrategias -----	26
6.1 Datos climáticos y análisis meteorológico -----	26
6.2 Estrategias pasivas -----	30
6.3 Estrategias activas y equipamientos -----	32
6.3.1 Estrategias generales -----	32
6.3.2 Sistema eléctrico / fotovoltaico -----	32
6.3.3 Sistemas de climatización de invierno -----	34
6.3.4 Suministro de agua y saneamiento -----	35
6.3.5 Saneamiento y reutilización de agua -----	36
6.3.6 Sistemas de climatización de verano -----	37
6.3.7 Telecomunicaciones -----	38
6.3.8 Instalaciones de protección contra incendios -----	38
6.3.9 Sistema de gestión del edificio o BMS -----	39
9. Evaluación por herramienta de diseño HADES del GBCe -----	48
8. Confort interior -----	47
9. Indicadores de eficiencia energética -----	48
10. Calificación energética del edificio -----	49

# 1. Justificación medioambiental y de la materialidad

La nueva Sede del GBC Mediterráneo plantea en su concepción material y constructiva una serie de estrategias cuyo objetivo es una sostenibilidad que no se apoye únicamente en la faceta energética del proyecto, sino también en la búsqueda de un uso responsable de los materiales y al mismo tiempo cubrir los aspectos sociales y comunitarios en los que el proyecto provoca un gran impacto.

Es por ello que por ejemplo, aspectos como la materialidad de los elementos que componen la estructura o los sistemas de envolvente han sido ampliamente estudiados, rehechos y repensados a lo largo del proyecto, buscando la mejor solución que satisfaga los puntos anteriormente mencionados. Desde el punto de vista de los materiales en sí mismos, se han seguido dos estrategias.

En primer lugar, se ha priorizado el empleo de materiales reciclados o bien que cuenten con una baja huella de carbono, como por ejemplo la madera laminar de los forjados estructurales o el aislante de fibra de madera, entre otros. En segundo lugar, se han empleado algunos materiales que podrían no parecer tan respetuosos con el medio ambiente como los anteriores, debido a su gran coste de fabricación. Sin embargo dada su naturaleza, su capacidad de reuso y de ser reciclados tales como el acero de la estructura y especialmente el aluminio de la envolvente. Este último material cuando es producido a partir del reciclaje de chatarra únicamente emite el 5% del dióxido de carbono, comparado con la producción de aluminio desde la materia prima.

En relación al factor humano y social se ha buscado crear un entorno flexible y dinámico que permita la multiplicidad de usos y el acercamiento de todo tipo de usuarios tanto propios como ajenos en el GBC. Con este objetivo se han planteado una serie de estrategias que apoyadas en la materialidad y en el uso de recursos naturales como la vegetación y el entorno cercano han permitido crear esa atmósfera. La selección de la especies arbóreas, arbustivas y tapizantes y el tipo de pavimento exterior discurren en ese camino.

En cuanto al impacto que ejerce la nueva sede del GBC en su contexto cercano, este juega un papel de suma importancia, dada su preeminencia por su ubicación y tamaño. Con el objetivo de mimetizarse con su entorno, la elección cromática de los materiales tiende hacia la elección de tonos claros que concuerden con elementos cercanos tales como la Casa Calabuig o el Edificio del reloj.

Por último, en los sistemas de energía del edificio, en la medida de lo posible, se busca la mayor eficiencia de los sistemas, el reuso de los recursos hídricos y la priorización el empleo de sistemas pasivos que permitan el menor empleo de estos.

A continuación se desarrollarán los diferentes aspectos de los que consta el edificio y que de manera más pormenorizada tratan de dar respuesta a los puntos mencionados con anterioridad.

## 2. Sistema estructural

*\* Consultar anejo correspondiente al cálculo de la estructura para más detalle.*

Tal como se ha descrito con anterioridad, debido a su impronta urbana y a los diferentes usos que alberga el edificio, el GBC mediterráneo se divide en 2 cuerpos. Siendo la estructura de estos diferentes en cuanto a su concepción y manera de trabajar, pero similares en cuanto a sus materiales.

Gran parte de la complejidad de los sistemas estructurales empleados, responden a la necesidad de emplear en la medida de lo posible una serie de materiales cuyo impacto medioambiental sea lo mas leve posible. Es por ello que la estructura va ligada estrechamente a lo largo de todo el proceso proyectual, explorándose diferentes posibilidades materiales/estructurales y sus respectivas soluciones arquitectónicas. Es por ello que se han explorado soluciones en fábrica de ladrillo, madera, hormigón prefabricado y acero.

Siendo finalmente escogida una solución mixta acero-madera. En primer lugar, se posibilita la reutilización y reciclaje de partes de la estructura, debido al “fácil” desmontaje de esta, a diferencia de por ejemplo el hormigón. De esta manera se compensan los elevados costes de fabricación del acero. En el caso de la madera, es un material con un impacto ambiental muy bajo respecto a los anteriores, debido a su baja huella de carbono.

Como ya se ha comentado anteriormente, el cuerpo que alberga los usos de oficina, aulas, cafetería y demás estancias de un uso más privado o semipúblico de la institución se distribuyen en un cuerpo longitudinal de planta baja más una altura que recorre el perímetro del solar en sus lados oeste y norte. Debido a la necesidad de adaptarse a las edificaciones existentes y a la fisonomía urbana adyacente, este cuerpo de 156 metros de longitud se encuentra perforado en su planta baja en 3 puntos permitiendo la libre circulación y su conexión con el barrio del Grao. Debido al uso de este cuerpo nace la necesidad de lograr una planta lo más diáfana posible, capaz de adaptarse a las necesidades futuras del edificio, permitiendo alargar ostensiblemente la vida útil de este y por ende el aprovechamiento de los materiales.

Es por ello que se plantea una estructura de forjados de **madera laminada CLT 125mm 5s** de una luz reducida (luz entre correas 2.4 m) apoyado sobre correas y cerchas de acero, que permiten salvar las luces requeridas por el proyecto anteriormente mencionadas. Por otra parte, los núcleos de escalera y ascensor (4 en total) se realizan completamente mediante paneles CLT de madera 125mm 5s, estos a su vez confieren de estabilidad horizontal al conjunto.

En el caso del cuerpo más público y representativo, ubicado en el otro extremo del solar y con una función de cabeza del conjunto se opta por un sistema estructural completamente diferente. Ante la necesidad de cubrir un gran espacio diáfano y abierto a su entorno, se busca una solución que reduzca la cantidad de soportes al máximo y en consonancia con el resto del proyecto, emplee un menor uso de materiales y espesor de estos mediante su máximo aprovechamiento. Se opta por tanto por una solución estructural de cáscara. Sin embargo a

diferencia lo que viene siendo “usual”, se emplea para esta cáscara madera en vez de hormigón.

Las estructuras de cáscara, basan su comportamiento estructural de la forma. En el caso del proyecto se ha decantado por una paraboloides hiperbólico. A diferencia de otros modelos similares, en este caso tres de los cuatro puntos se encuentran a la misma cota, encontrándose el cuarto elevado 12.25 metros respecto a los anteriores. Usualmente esta punta tendería a bajar, sin embargo al encontrarse 3 puntos a la misma cota y el hecho de que el paraboloides en planta tenga una huella más cercana a una cometa que a un cuadrado de lados iguales. Se produce que la punta de voladizo del paraboloides en vez de inclinarse se eleve. Mejorando así su comportamiento general.

En líneas generales, la cáscara esta formada por planchas de **madera de pino C-30 termotratadas** para clase de servicio 3. Con una capa de arriostramiento superior formada por dos capas de 140/20mm dispuestas continuas en las dos direcciones y capas inferiores de dimensiones 140/34mm.

La madera empleada se trata de la especie arbórea pino radiata de la casa vasca **Egoín**, que cuenta con las certificaciones de gestión de medio ambiente pertinentes. Un punto a favor del empleo de la madera, es su baja huella de carbono en su producción. Además dado que se produce en explotaciones madereras sostenibles, a lo largo de su proceso de maduración previo a su tala, colabora en la reducción del efecto invernadero dada la capacidad de estos bosques para actuar como sumideros de carbono

En el caso de los bordes de la estructura de cáscara y en las zonas cercanas a los apoyos se macizan las capas inferiores con el objetivo de transmitir mejor las cargas y reforzar el anillo exterior. El perímetro de la cubierta se encuentra rodeado por una plancha metálica cuyo objetivo es el refuerzo del anillo exterior y al mismo tiempo ayudar durante el proceso de construcción a la colocación de las planchas de madera, como si se tratara de una especie de encofrado perdido. Las cargas se transmiten desde los bordes hasta la cimentación mediante una serie de apoyos metálicos tubulares.

En ambos cuerpos tanto las oficinas como la cabeza del conjunto, los materiales de la estructura se encuentran a la vista, destacando especialmente el protagonismo en todos los espacios del plano de techo, en ambos de madera y acero, dotando de continuidad al conjunto y de manera paralela realizando una conexión con otras estructuras de la dársena donde el plano de techo también es el protagonista como las atarazanas y los tinglados.

### 3. Sistema envolvente

A continuación se describen los diferentes sistemas de envolvente de los que se compone el edificio del GBC mediterráneo.

## 3.1 Fachadas

### 3.1.1 Cerramiento de fachada planta inferior (M1)

Del exterior al interior, el elemento de fachada consta de un listón de madera termotratada Lunawood de 100/50mm, una serie de piezas separadoras de 60/60/20mm. Un revestimiento vertical plano de **madera termotratada Lunawood** de espesor 20mm, que dota a la fachada de su aspecto. Una subestructura constituyente de una serie de listones horizontales de 30/45mm y listones verticales de 20/30mm. Una lámina impermeable. Aislamiento térmico/fibra de madera 240mm sobre subestructura de perfiles 240/50mm. Un tablero de fibra de madera 12mm. Trasdosado de aislamiento térmico/fibra de madera 70 mm sobre una subestructura de perfiles 70/50/1.5mm. Lámina corta vapor. Tablero OSB 15mm y tablero contrachapado 15 mm como acabado final.

La madera termotratada de la casa finlandesa **Lunawood**, es una madera que ha pasado por un tratamiento de calor y vapor, lo cual permite un comportamiento adecuado y duradero al aire libre, además en dicho proceso no se han empleado metales pesados y pesticidas que comprometan la calidad ambiental del elemento constructivo

### 3.1.2 Cerramiento de fachada planta superior (M2)

Del exterior al interior, el elemento de fachada consta de una **chapa corrugada de aluminio anodizado blanco de 1.5 mm** de espesor. Una subestructura constituyente de una serie de listones horizontales de 45/45mm y listones verticales de 20/30mm. Lámina impermeable. Aislamiento térmico/fibra de madera 240mm sobre subestructura de perfiles 240/50mm. Tablero fibra de madera 12mm. Trasdosado aislamiento térmico/fibra de madera 70 mm sobre subestructura de perfiles 70/50/1.5mm. Lámina corta vapor. Tablero OSB 15mm y tablero contrachapado 15 mm como acabado final.

### 3.1.3 Huecos (H)

Todas las carpinterías de las que consta el GBC mediterráneo cuenta con **perfiles mixtos de madera laminada y aluminio al exterior Iscletec 97 mm**. El acristalamiento de estas es de Triple acristalamiento bajo emisivo (4/16/4/16/4 mm)  $U= 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Además las puertas correderas de madera de las entradas a pie de calle cuentan con vidrio de seguridad, tal como se establece y detalla en la justificación del DB-SUA. El resto de huecos siguen los detalles anteriores siendo una pequeña parte carpinterías fijas y la gran mayoría sistemas oscilobatientes que permiten la correcta ventilación del edificio, para el confort de sus usuarios.

Todas las carpinterías provienen de la casa catalana **Iscletec**, la cual utiliza maderas autóctonas de la zona además de emplear barnices al agua, ecológicos y de nueva generación, que permiten la transpiración natural de la madera. Estos barnices son inodoros y de fácil mantenimiento.

*\*Para más detalles sobre la fachada consultar los detalles constructivos de la memoria gráfica. Además las especificaciones referentes a este punto se describen con mayor profusión en la memoria justificativa del Código Técnico, (apartado DB-HE: Ahorro de energía y apartado DB-HS: Salubridad).*

## 3.2 Cubiertas

### 3.2.1 Cubierta correspondiente al cuerpo longitudinal (C1)

Del exterior al interior, el elemento consta de un acabado de gravas blancas de 50mm. Lámina impermeable doble. Aislante térmico de **fibra de madera gutex thermoflat** 140mm. Una lamina corta vapor. Y finalmente un forjado de madera laminada EGO CLT 125 5s 125 mm. que con su acabado natural constituye el aspecto final.

### 3.2.2 Cubierta correspondiente al cuerpo del paraboloide

Del exterior al interior, el elemento de cubierta consta de un sistema de chapas de aluminio anodizado de acabado blanco 1.5 mm, sobre rastreles de madera 30/30mm y una lamina impermeable. Posteriormente se encuentra el elemento resistente estructural de la cubierta consistente en un sistema de cáscara de madera conformado por planchas de **madera de pino C-30 termotratadas** para clase de servicio 3. Siendo la capa de arriostamiento superior formada por dos capas de 140/20mm dispuestas continuas en las dos direcciones y capas inferiores de dimensiones 140/34mm.

*\*Para más detalles sobre las cubiertas consultar los detalles constructivos de la memoria gráfica. Además las especificaciones referentes a este punto se describen con mayor profusión en la memoria justificativa del Código Técnico, (apartado DB-HE: Ahorro de energía y apartado DB-HS: Salubridad).*

## 3.3 Suelos

### 3.1.1 Suelo en contacto con el terreno (S1)

Del interior al exterior, el elemento consta de un sistema de **suelo radiante** con acabado de microcemento pulido 60mm, lámina de polietileno, aislamiento térmico de fibra de madera gutex thermoflat 120 mm y lamina de separación. Forjado sanitario de hormigón cáviti 350 mm. Hormigón de limpieza 50 mm y lecho de gravas.

### 3.1.2 Pavimentación exterior

El elemento consta de un **adoquín cerámico klinker** 100/300/100mm. Juntas de 100-40 mm de tierra vegetal y hierba/Junta de arena 10mm. Riego con techline ø 15 mm, base de arena 40mm una base de zahorras de 400mm y por último el terreno.

Los adoquines están fabricados con arcilla de alta calidad, tintados en masa y no contienen elementos nocivos para el medio ambiente.

Este tipo de pavimentación procura un comportamiento permeable al suelo que permita que el agua de lluvia se reintroduja en el terreno. Además existen una gran porcentaje de superficie cubierta de **tapizantes y especies arbustivas autóctonas** que reducen el efecto de la isla de calor en el entorno urbano.

### 3.1.2 Pavimentación exterior plataforma

La plataforma sobre la que se apoya el cuerpo del paraboloide consta de un acabado de microcemento pulido, una lamina de separación y una solera de hormigón, capa de hormigón

de limpieza de 50mm y un lecho de gravas. Para lograr la diferencia de cota se emplea una **capa de rellenos proveniente de las excavaciones de la cimentación**, ahorrando así una gran cantidad de tierras que en caso contrario deberían ser desplazadas del solar en cuestión.

*\*Para más detalles sobre el suelo consultar los detalles constructivos de la memoria gráfica. Además las especificaciones referentes a este punto se describen con mayor profusión en la memoria justificativa del Código Técnico, (apartado DB-HE: Ahorro de energía y apartado DB-HS: Salubridad).*

## 4. Sistema de compartimentación

### 4.1 Compartimentación interior

#### 4.1.1 Particiones interiores verticales estructurales (núcleos de comunicación y servicios)

Del interior al exterior de los núcleos, el elemento consta de un acabado interior de tablero contrachapado de 15 mm, un aislante acústico de 30 mm de espesor, el muro estructural de madera laminada EGO CLT 125 5s 125 mm de la casa Egoín. Por último se encuentra el acabado exterior de Tablero OSB 15mm y tablero contrachapado de 15 mm como acabado final.

#### 4.1.2 Particiones interiores verticales no estructurales

Compuesto por una subestructura metálica de canales y montantes (7 y 9 cm, mayor espesor en el caso de tener que albergar instalaciones) sobre la que se instalan un tablero OSB 15mm y un tablero contrachapado de 15 mm como acabado final. Espesor total de 15 y 20 cm.

#### 4.1.3 Particiones interiores horizontales

Del arriba a abajo, el elemento consta de un suelo radiante con acabado de microcemento pulido 60mm. Lámina de polietileno, aislamiento acústico 30 mm y lamina de separación y el forjado de madera laminada EGO CLT 125 5s 125 mm, que con su acabado natural constituye el aspecto final.

#### 4.1.4 Puertas

La carpintería interior del edificio se realiza mediante hojas de tablero de madera laminada, abatibles o correderas según la necesidad de cada punto del proyecto.

*\*Para más detalles sobre los elementos de compartimentación interior consultar los detalles constructivos de la memoria gráfica. Además las especificaciones referentes a este punto se describen con mayor profusión en la memoria justificativa del Código Técnico, (apartado DB-HR: Protección frente al ruido).*

## **5. Sistema de acabados**

### **5.1 Revestimientos interiores verticales**

#### **5.1.1** Compartimentación interior

Los paramentos interiores son a base de tablero contrachapado de 15 mm.

#### **5.1.2** Zonas húmedas y cuartos de instalaciones.

En el caso de los cuartos de instalaciones y los elementos húmedos como el compartimento de ducha y las zonas de cocina y cuartos de limpieza. Se emplean un aplacado formado por piezas cerámicas blancas mate de formato 150/150 mm ,colocado con mortero cola sobre la primera placa de yeso laminado, con características hidrófugas.

### **5.2 Revestimientos interiores horizontales**

#### **5.2.1** Revestimientos interiores horizontales

Las superficies del solado constan de un acabado de microcemento pulido. Tanto las zonas húmedas y secas cuentan con el mismo acabado.

#### **5.2.2** Falso techo

Unicamente se encuentra presente en los aseos de los núcleos de servicio y para ocultar la estructura metálica y forjado de los puntos donde se encuentran los pasos peatonales bajo el edificio. Esta compuesta por una serie de piezas de madera longitudinales de formato 60/20 mm que es sustentada por un entramado de perfiles metálicos que conforman una subestructura anclada con tirantes al forjado.

*\*Para más detalles sobre los acabados consultar los detalles constructivos de la memoria gráfica.*

## 6. Eficiencia energética y estrategias

### 6.1 Datos climáticos y análisis meteorológico

Según el diagrama de confort climático de Olgay. El polígono de confort en ausencia de viento y radiación se ubica entre los **20°C y los 26°C** y una humedad relativa entre **15% y 75%**. Por encima de 27°C, se podría solventar con el efecto refrigerador del viento y por debajo de 20°C con la radiación calorífica. Como podemos observar en los datos de temperatura y humedad de la ciudad de Valencia, la ciudad es fría y húmeda en invierno y cálida y húmeda en verano. Es destacable la gran cantidad de iluminación diurna, que en los meses de verano se acrecienta ostensiblemente y con ello la cantidad de radiación solar incidente.

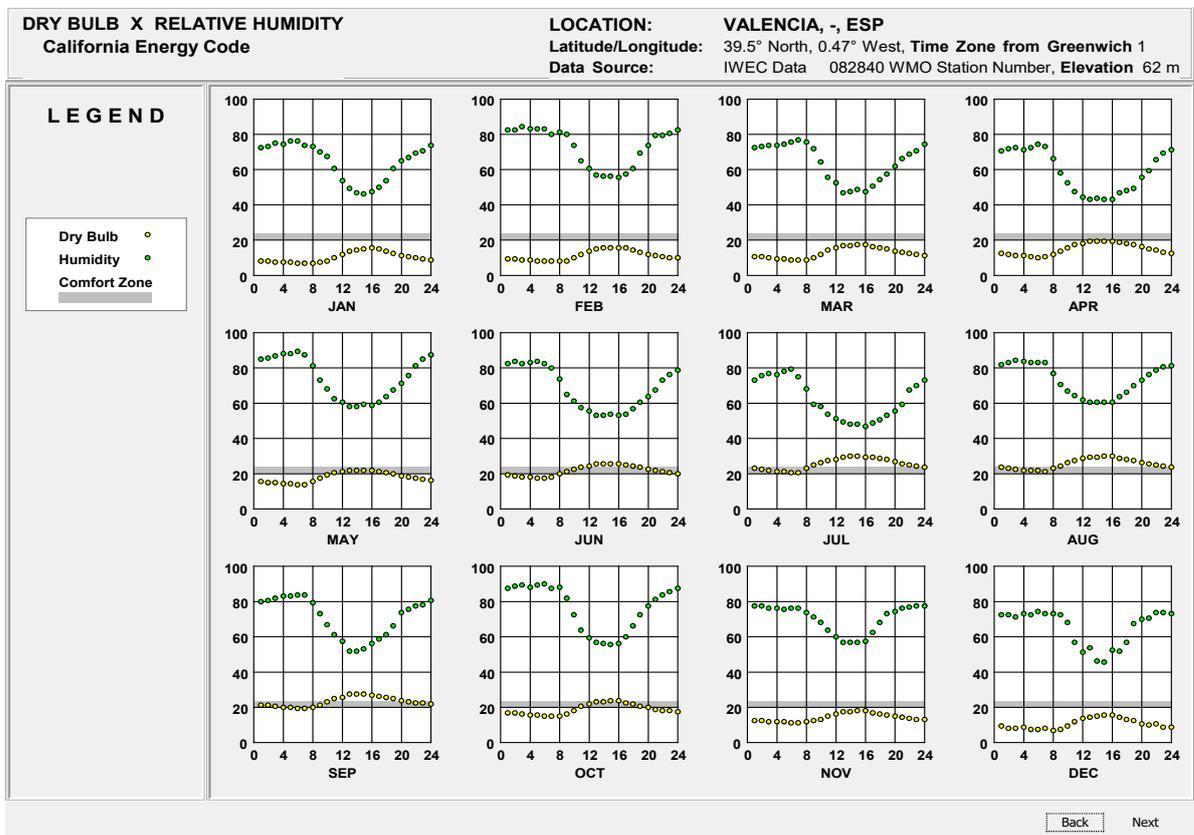


Fig 1. Temperatura de bulbo seco y humedad relativa en la Valencia. *Climate Consultat.*

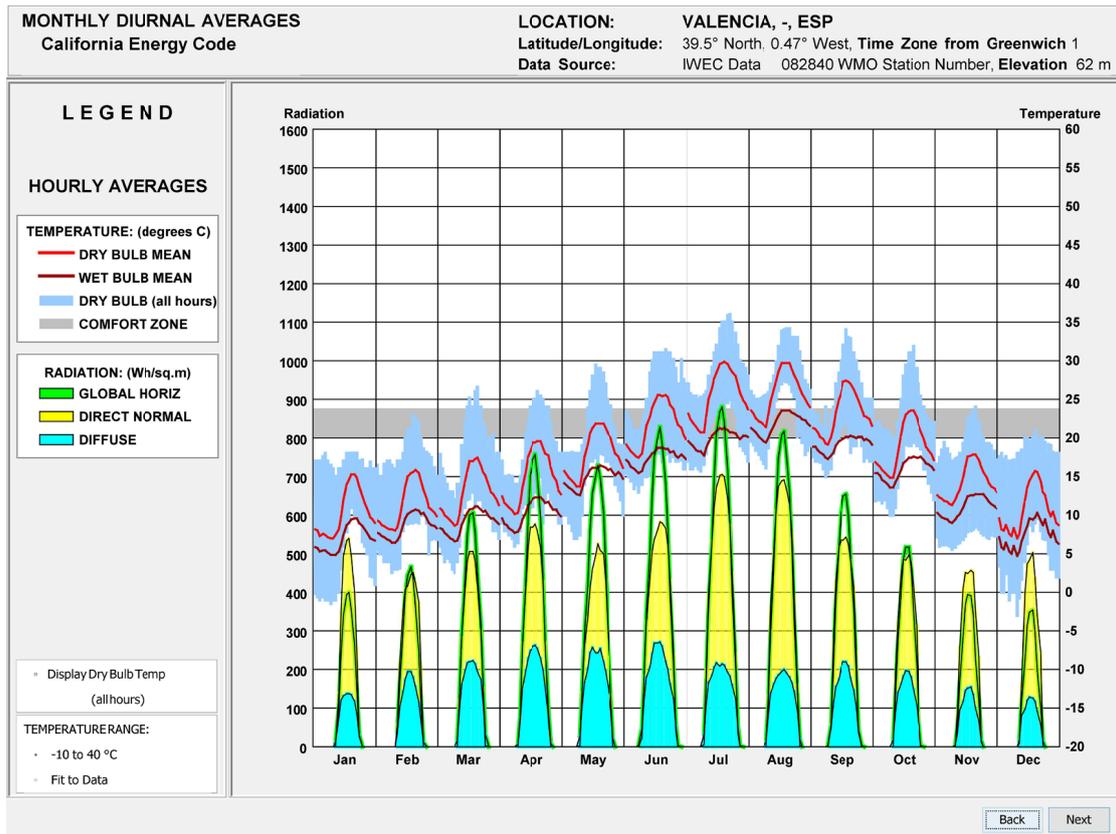


Fig 2. Promedios mensuales diurnos. *Climate Consultat.*

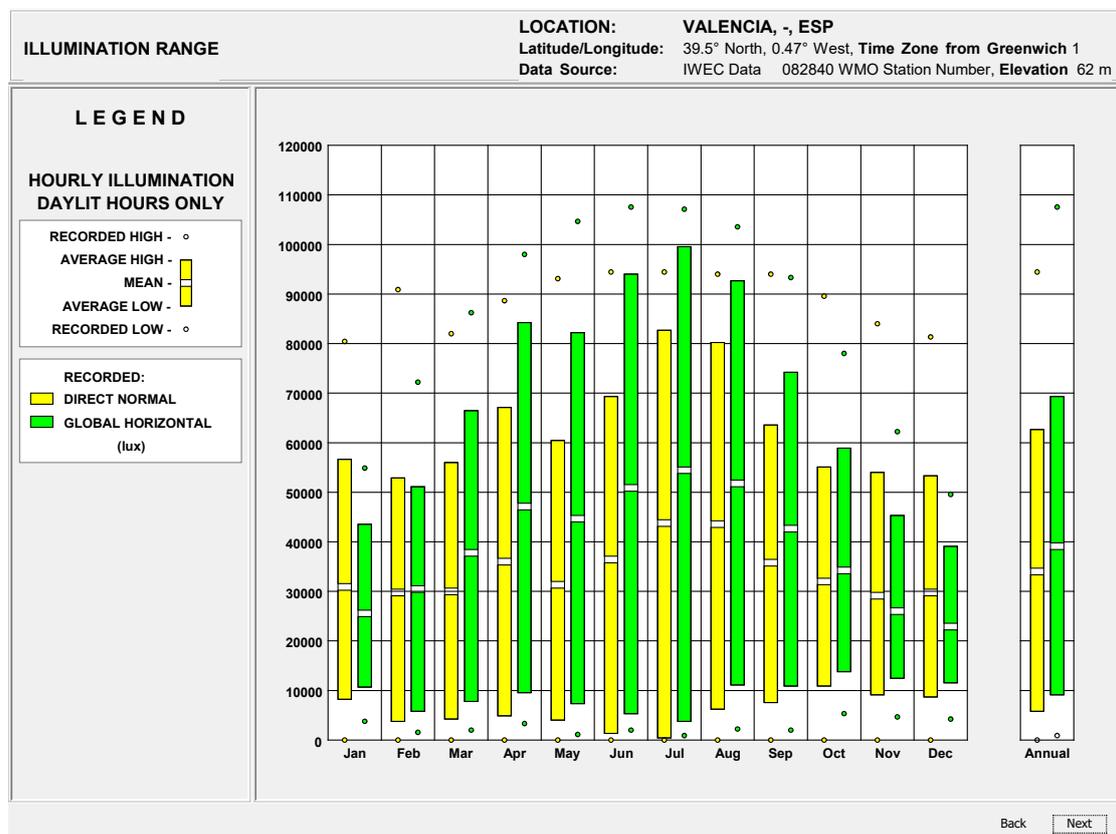


Fig 3. Rango de iluminación. *Climate Consultat.*

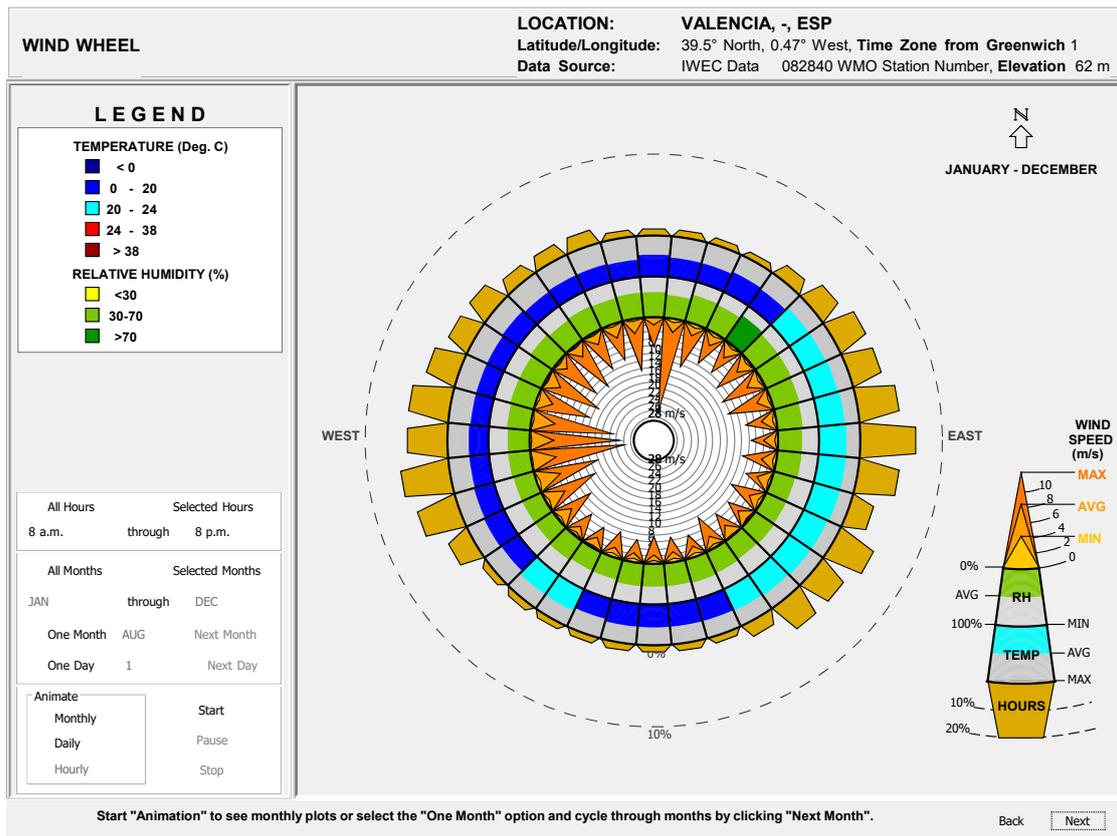


Fig 4. Rueda de los vientos en Valencia. *Climate Consultat.*

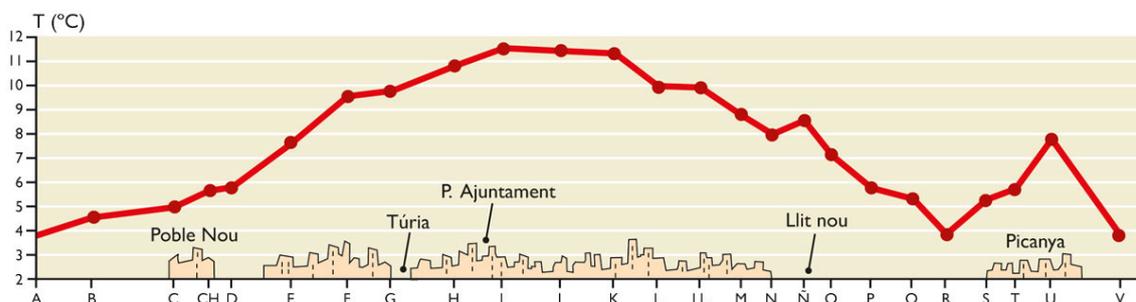


Fig 5. Ejemplo de perfil térmico N-S Valencia y alrededores, 13/02/1989. *Pérez Cueva, 1994.*

El dato favorable para el edificio en cuestión es su cercanía al mar y por tanto a las brisas marinas que permiten reducir notablemente los efectos de isla de calor de la ciudad, diferencias que pueden llegar a ser de 8°C, entre el casco antiguo y la periferia durante la noche. Como se puede ver por el régimen de vientos, predominantes este y oeste, la disposición de la edificación ha tratado de adaptarse a esta ventaja. Según Alejandro J. Pérez Cueva, doctor en Geografía Física en la Universidad de Valencia, en la ciudad de Valencia en un día habitual veraniego es necesaria una **velocidad del viento de 4 m/seg (la típica de las brisas)** para alcanzar el bienestar según el **diagrama de Olgay**. Es por ello que la disposición del edificio, totalmente abierto en toda su longitud hacia el mar trata de aprovechar esta ventaja en su favor, especialmente en los meses de verano, además dada su baja altura permite no obstaculizar las brisas marinas hacia la ciudad. *\*Mayor desarrollo en las estrategias pasivas.*

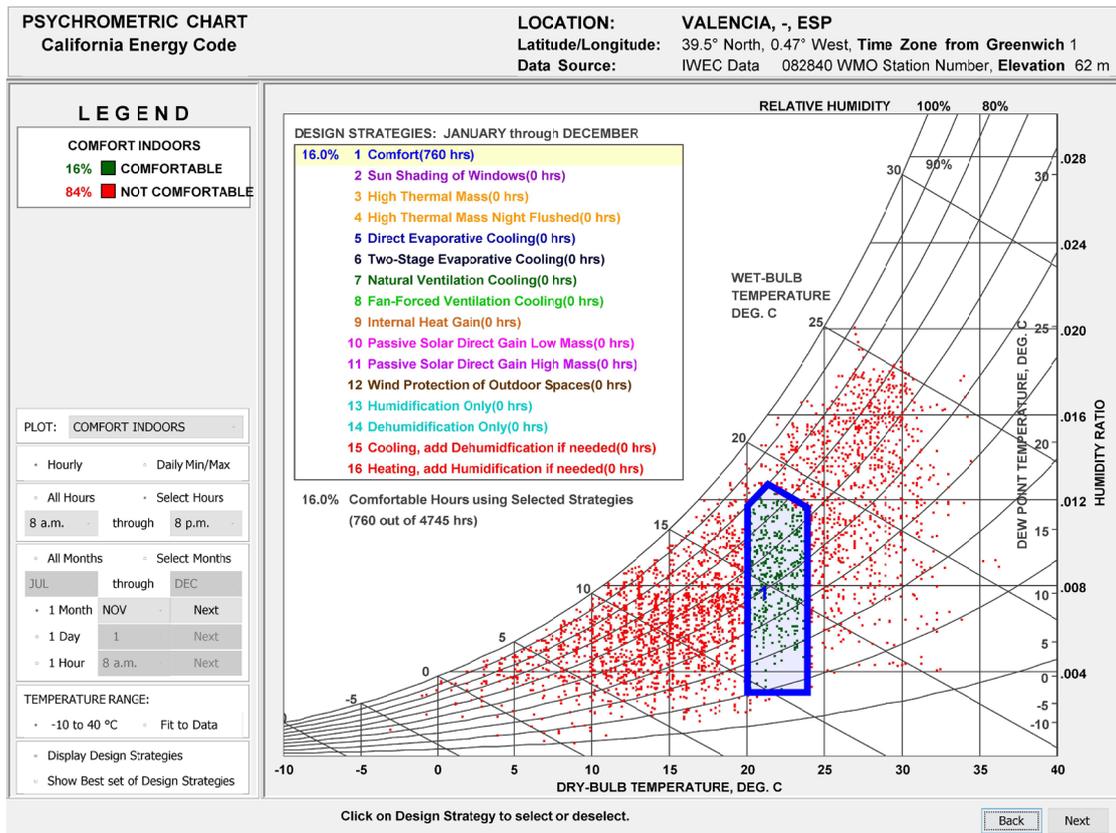


Fig 6. Carta psicrométrica. *Climate Consultat.*

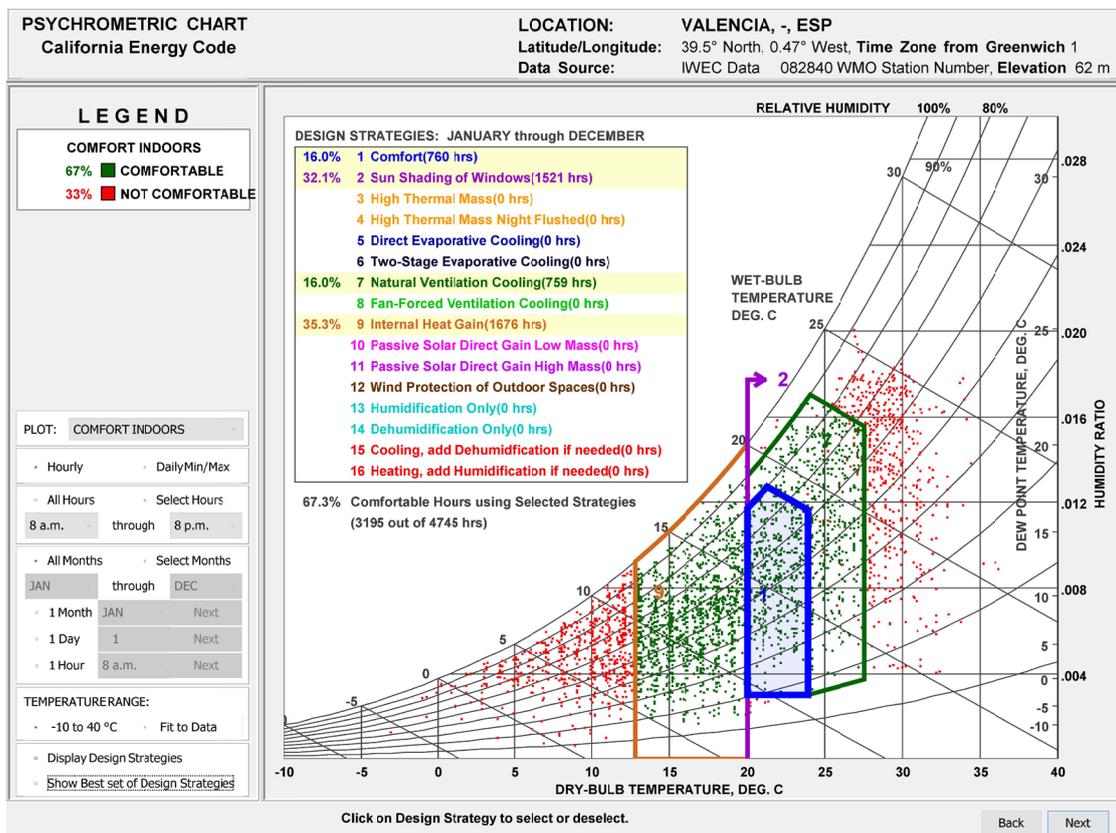


Fig 7. Carta psicrométrica. *Climate Consultat.*

En estos diagramas psicrométricos se muestran las condiciones de temperatura y humedad a lo largo de todo el año en el intervalo horario comprendido entre las 8 de la mañana y las 8 de la tarde, periodo temporal sobre el cual se prevé el uso del edificio. Tal como se aprecia en el primer diagrama (Fig.6), el 84% de ese tiempo el edificio se encuentra por debajo de las condiciones de confort. A partir de este diagrama se han estudiado las diferentes estrategias para aumentar las horas de confort en las condiciones climáticas concretas de Valencia. En el segundo diagrama (Fig.7) se muestra la aplicación de algunas estrategias, tales como la protección solar de los huecos, la ventilación natural de los espacios y las ganancias de calor internas que mejoran el porcentaje de confort hasta un 67%.

## 6.2 Estrategias pasivas

A continuación se describen brevemente las estrategias pasivas que se han adoptado en el edificio para reducir la demanda energética.

### 6.1.1 Orientación solar e influencia de los vientos

En primer lugar, la orientación permite la introducción de luz solar al edificio y las **ganancias por radiación solar en invierno** cuando las necesidades de esta son mayores. En los meses calurosos tal como se describirá más adelante se disponen una serie de barreras que impiden a esta misma radiación solar producir un efecto perjudicial.

En segundo lugar, la orientación del edificio que se abre en un arco desde el este al sur, permite la influencia de las **brisas marinas provenientes del mediterráneo**, permitiendo que la sensación de calor se vea disminuida y se mejore el confort de los usuarios. Además, la estrechez del edificio permite una correcta ventilación cruzada. Por último, la **baja altura** del edificio, lo **previene de** resultar una **barrera entre el mar y el barrio para los vientos**, colaborando a reducir el efecto de isla de calor en su entorno y permitiendo la correcta ventilación de estos.

### 6.1.2 Presencia e influencia de la vegetación

#### Escala metropolitana:

La mejor manera de reducir la temperatura en los núcleos urbanos es permitiendo la presencia de **grandes áreas verdes** que logren reducir el efecto de la isla de calor, debido a que la vegetación reduce ostensiblemente los valores al no contar con materiales de elevada inercia térmica como por ejemplo el asfalto. Tal como se describe en la memoria compositiva el GBC busca formar parte de esta red metropolitana de espacios verde, convirtiéndose en un punto de conexión clave en esta infraestructura.

#### Escala urbana:

A nivel de barrio se plantea la creación de una gran vía verde litoral que conecte los diferentes barrios marítimos, esta "barrera" vegetativa permite filtrar las brisas marinas en los meses veraniegos y lograr un entorno agradable.

#### Escala inmediata:

En el entorno más cercano al GBC se ha dispuesto desde el sur una gran lengua verde

que filtra los vientos, reduciendo su temperatura y creando una sensación de frescor.

Además, la vegetación de hoja caduca permite **regular la incidencia de radiación solar** en las fachadas sur y este.

- En verano cuando la hoja está presente, reduce ostensiblemente la cantidad de radiación solar incidente, reduciendo la temperatura del interior.

- En los meses más fríos, la caída de las hojas favorece la introducción de radiación solar cuando más se necesita.

### 6.1.2 Barreras solares

Adaptándose a la inclinación solar durante los solsticios y equinoccios se disponen 2 **aleros** que recorren toda la fachada, permitiendo que la radiación solar se introduzca en invierno y en verano no incida en su interior.

También se emplean una serie de **elementos verticales**, unos de mayor dimensión en la planta superior, y una serie de listones de menor longitud, especialmente en la planta baja.

- Los elementos verticales de la planta superior se adaptan según la fachada en la que se encuentran, su densidad aumenta conforme los huecos se reducen de tamaño, por ejemplo en la fachada este, mientras que en la fachada sureste la distancia entre estos es mucho mayor.

- Los pequeños listones de la planta baja por una parte crean sombras en la fachada, reduciendo su temperatura y por otra aumentan su densidad en las zonas de huecos, con una doble función, reducir la incidencia solar directa y por otra aumentar la sensación de privacidad.

### 6.1.2 Aislamiento

El edificio del GBC supera ampliamente las recomendaciones de valores mínimos que dispone el cumplimiento del CTE. Con ello se busca evitar las pérdidas de calefacción y frío en el edificio, además de reducir al máximo el número de puentes térmicos.

### 6.1.2 Color

Con el objetivo de reducir en lo posible la absorción de la radiación solar por parte de los materiales de los que consta el edificio, se ha decidido emplear colores claros en estas superficiales. Ejemplo de ello es la grava blanca empleada como elemento de acabado en la cubierta, o la cubierta de aluminio con acabado blanco del paraboloide. Estas medidas permiten un **efecto albedo alto**, que permite reducir la absorción de la radiación solar, y con ello la temperatura de los elementos.

—

Este conjunto de medidas previenen del empleo excesivo de energía en la climatización del edificio, y tratan de aumentar tal como se observaba en diagrama psicrométrico (Fig.7) la cantidad de horas al año que el edificio se encuentra en la zona de confort para los usuarios del mismo

## 6.3 Estrategias activas y equipamientos

*\*Para más detalles sobre este apartado consultar en la memoria justificativa del Código Técnico, (apartado DB-HE: Ahorro de energía).*

### 6.3.1 Estrategias generales

En el diseño de las instalaciones se quiere que el tanto el usuario corriente como el visitante, sea parte clave del sistema, con una **intención didáctica**. Se busca que el usuario tenga control de parte de los parámetros de uso a través de la **domótica**. También que se generen datos de producción y consumo y confort de los espacios. Todo ello con la intención de **educar e informar**, de manera que el GBC mediterráneo se convierta en un ejemplo de aplicación. Los dos principios rectores serán:

Otro punto importante es la **visibilidad**, se procura que las instalaciones sean accesibles, diferenciables y se encuentren a la vista. Esto permite además una mayor **flexibilidad** y facilidad para el **mantenimiento**.

### 6.3.2 Sistema eléctrico / fotovoltaico

#### 6.3.2.1 Características del diseño

La instalación eléctrica discurrirá mediante bandejas a la vista y por sus respectivos patinillos de instalaciones en los núcleos de servicio, donde se albergan también cajas de registro y fusibles de acuerdo con la normativa. La instalación de las tomas de tierra se hará de acuerdo con las normas vigentes. Además, la instalación cuenta con su propio centro de transformación y sus respectivos armarios de telecontrol, teled medida y las celdas pertinentes. Dicho centro de transformación se encuentra en un local de planta baja reservado únicamente para este y para la instalación necesaria para tener en funcionamiento a los paneles fotovoltaicos instalados en la cubierta del edificio.

#### 6.3.2.2 Iluminación y ahorro

El conjunto del sistema va encaminado a la optimización del consumo de energía, con la colaboración de sistemas automatizados y un **cronograma** que determine las horas de operación permitida para cada dispositivo. Con esta medida se busca que el empleo de ciertos dispositivos coincida con las **horas punta** de producción de las placas fotovoltaicas. En paralelo, se emplean sistema de control de presencia estancias como aseos.

En cuanto a la iluminación propiamente dicha se instalan **sistemas LED** que permitan la mejor calidad de iluminación en combinación con el ahorro y una correcta reproducción de color. En los puntos de trabajo personales, cada usuario podrá regular la iluminación deseada.

### 6.3.2.3 Instalación fotovoltaica

El edificio del GBC es capaz de generar la electricidad que es consumida por este a lo largo del año y además contar con un **excedente** que se puede volcar en la red general. Para la instalación se ha decidió colocarla en la cubierta del cuerpo longitudinal, donde es fácilmente accesible para su mantenimiento.

El conjunto de paneles fotovoltaicos cuenta con una superficie total de 434.4 m<sup>2</sup>, repartidos en placas de 2/1.2m. La instalación es de tipo fija con una inclinación de 35°, con un azimut de 14° siendo 0° el sur y 90° el oeste. Teniendo en cuenta que la **potencia instalada** en cubierta es de **92 kWp**, la **energía producida** durante un año es de **149000 kWh**.

Estos datos de la instalación se han obtenido mediante la herramienta de la Comisión Europea, **Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)**.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

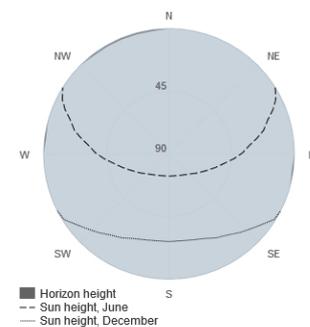
**Provided inputs:**

Latitude/Longitude: 39.460, -0.334  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-CMSAF  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 92 kWp  
 System loss: 14 %

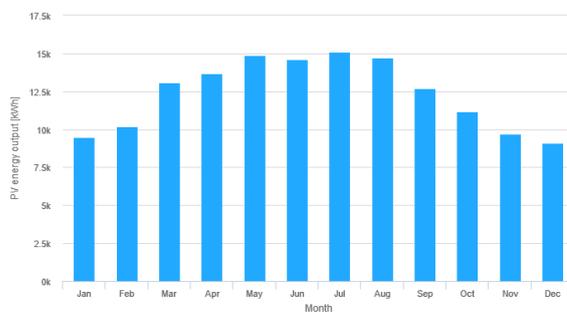
**Simulation outputs**

Slope angle: 35 °  
 Azimuth angle: 14 °  
 Yearly PV energy production: 149000 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 2070 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year to year variability: 4900.00 %  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -2.6 %  
 Spectral effects: 0.6 %  
 Temperature and low irradiance: -7.4 %  
 Total loss: -22 %

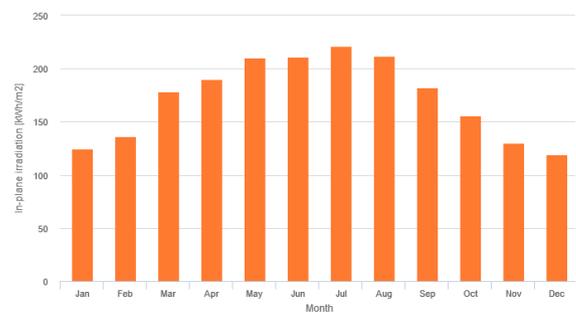
**Outline of horizon at chosen location:**



**Monthly energy output from fix-angle PV system:**



**Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:**



**Monthly PV energy and solar irradiation**

Month	Em	Hm	SDm
January	9480	125	1280
February	10200	136	1440
March	13100	178	1190
April	13700	190	928
May	14900	210	820
June	14600	211	396
July	15100	221	576
August	14700	212	499
September	12700	182	845
October	11200	156	1330
November	9720	130	1330
December	9120	119	917

Em: Average monthly electricity production from the given system [kWh].  
 Hm: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].  
 SDm: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

**Fig 7.** Rendimiento de la instalación fotovoltaica conectada a la red. **PVGIS**.

## 6.3.3 Sistemas de climatización de invierno

### 6.3.3.1 Características del diseño

Tal como se ha podido apreciar en el análisis de los datos climáticos y meteorológicos; y los datos de la demanda del edificio en invierno del apartado *DB-HE: Ahorro de energía*, las demandas invernales del edificio son reducidas. El sistema adoptado es el empleo de un **suelo radiante apoyado en energía termosolar**. Además de la utilización del sistema de aerotermia en el caso de que se vea superado este sistema.

### 6.3.3.2 Esquema general

#### Colectores termosolares

La instalación en cubierta se compone por una superficie instalada de **32m<sup>2</sup> de colectores solares de tubos de vacío**. Esta tecnología transforma la radiación solar incidente en energía térmica para calentar el fluido (agua) del circuito primario.

Este tipo de captadores (a diferencia de los colectores planos) permiten calentar el agua hasta temperaturas de 110°C, posibilitando su empleo en sistemas de suelos radiantes. Por otra parte, dada la configuración de los tubos de vacío que componen el colector solar, éstos son capaces de capturar la radiación difusa, incluso de días nublados, llegando a calentar el agua a niveles aceptables. Por último, el agua que recorre los tubos y se almacena en la parte alta del colector nunca se mezcla con el agua caliente sanitaria (ACS) de consumo, sino que el agua de consumo circula por el interior del depósito superior del colector gracias a un serpentín de cobre que actúa como intercambiador de calor, evitando así cualquier riesgo de legionella.

#### Sistema de almacenamiento de agua

Consistente en los tanques necesarios para el almacenamiento de agua caliente para ACS y para el suelo radiante. el volumen de acumulación de ACS corresponde a las necesidades del edificio calculadas en la justificación de la *Exigencia básica HS 4: Suministro de agua*.

#### ACS

*Este punto se desarrollará con más detalle en el siguiente apartado de sistemas, simplemente mencionar que esta agua destinada a consumo humano, en caso de no obtener la temperatura suficiente en los captadores solares se agregara la energía necesaria para alcanzar la temperatura requerida para prevenir la Legionella (60°C).*

#### Calefacción por suelo radiante

Es el sistema instalado que funciona con el agua acumulada en los tanques de almacenamiento.

#### Circuito hidráulico

Es el conjunto de componentes tales como tuberías, válvulas, bombas y recipientes de expansión destinados a poner en movimiento el agua caliente desde los puntos de captación solar hasta los tanques de almacenamiento y desde estos últimos hasta los puntos de consumo.

### 6.3.3.3 Calefacción por suelo radiante

La instalación de suelo radiante cuenta con un espesor de 60 mm de hormigón con una red de tubos multicapa ALB. Con el objetivo de adaptarse a las diferentes necesidades de cada uso, las diferentes estancias se han modulado de manera que en cada una se pueda regular la temperatura, atendiendo a las diferentes actividades que en estas se realiza.

Las ventajas de este sistema de calefacción respecto a uno de aire son las siguientes:

- Permite el uso de energía termosolar, logrando una manera de calefacción que utiliza **energías renovables**.

- En un ambiente de trabajo administrativo donde la actividad se realiza de manera estática, el hecho de que la fuente de calor se encuentre en el suelo, permite que el aire no se acumule en determinados puntos, no se produzcan corrientes de aire y sobre todo que a la altura de las cabezas no exista un calentamiento excesivo, que pueda afectar a la salud de los usuarios.

## 6.3.4 Suministro de agua y saneamiento

### 6.3.4.1 Características del diseño

La estrategia principal del GBC en cuanto al suministro de agua se centra en el ahorro, racionalización y aprovechamiento de los recursos propios. Por ello se potencia el reuso de las aguas grises o la proveniente del agua de lluvia. De esta manera quedan definidas 4 **tipos de suministro: agua fría corriente, agua caliente sanitaria (ACS), aguas grises y de lluvia**.

### 6.3.4.2 Estrategias de ahorro

Debido a que el agua corriente de la red es totalmente potable y se encuentra en perfectas condiciones para el consumo humano, se busca reducir su uso en la medida de lo posible, por ello se plantean una serie de medidas encaminadas a su ahorro:

Por una parte, se introduce una serie de mejoras en los aparatos, tales como la utilización de grifos de **bajo caudal** en los lavabos, ducha y fregaderos; y el empleo de inodoros de **doble descarga**. Por otra parte, se emplean las **aguas grises** producidas en el edificio para el llenado de las cisternas de los inodoros y como agua para el riego. Asimismo, el agua lluvia también será empleada como agua de riego.

### 6.3.4.2 Suministro de ACS

Esta instalación se dimensiona de manera similar a la red de agua fría. Además, tal como se ha comentado previamente en el anterior punto, la demanda de ACS viene cubierta por el sistema de **colectores solares** en cubierta, a través de su respectivo **acumulador**.

*\*Los sistemas de aguas grises y de lluvia se desarrollan en el siguiente punto. Para más detalles sobre el suministro consultar los planos complementarios justificativos: memoria gráfica. "Cumplimiento DB-HS" y memoria justificativa del Código Técnico apartado DB-HS: Salubridad.*

## 6.3.5 Saneamiento y reutilización de agua

### 6.3.5.1 Características del diseño

La estrategia principal del GBC en cuanto al sistema de saneamiento de agua está enfocado en recuperar a través de la **reutilización** gran parte de los recursos hídricos que se emplean en el funcionamiento del edificio. De esta manera quedan definidos 3 tipos de agua: **grises, agua de lluvia y aguas negras**

### 6.3.5.2 Sistema de aguas grises

#### Definición

Aguas grises son todas aquellas aguas de saneamiento que no provengan de la descarga del inodoros. Por ejemplo agua de ducha, lavamanos y fregaderos que contenga jabones y aceites.

#### Descripción del sistema

La instalación cuenta con una serie de depósitos que llevan a cabo este proceso para la purificación de agua y su reincorporación a la red del edificio:

- En primer lugar, se realiza un filtrado a la entrada del depósito para recoger y expulsar las partículas de mayor tamaño directamente al alcantarillado.

- En segundo lugar, en los depósitos destinados al reciclaje, un tratamiento de tipo biológico descompone las partículas de suciedad. Simultáneamente se bombea cada tres horas esta agua tratada a la siguiente fase del proceso.

- En tercer lugar, en el trayecto hasta el depósito de almacenaje, el agua es sometida a los rayos ultravioleta de la lámpara UV que la desinfecta.

- En cuarto lugar, en el caso que el agua demandada por el sistema sea superior al agua almacenada en el depósito, el sistema permitirá la incorporación de agua de red para garantizar el correcto suministro.

- Por último, este agua llega hasta sus puntos de utilización en los inodoros e incorporándose posteriormente a la red de evacuación a de aguas negras.

### 6.3.4.3 Sistema de agua de lluvia

El agua de lluvia recogida en el edificio es canalizada hasta un depósito situado cerca de el cuarto de instalación de agua. La principal función de este sistema de recogida y reutilización es el empleo de este para cubrir parte del consumo de **riego de los jardines**.

### 6.3.4.4 Sistema de aguas negras

Este tipo de agua dada la imposibilidad para su reutilización será expulsadas a la red de alcantarillado general, como por ejemplo el agua proveniente de los inodoros.

*\*Los sistemas de aguas grises y de lluvia se desarrollan en el siguiente punto. Para más detalles*

sobre el suministro consultar los planos complementarios justificativos: memoria gráfica. “Cumplimiento DB-HS” y memoria justificativa del Código Técnico apartado DB-HS: Salubridad.

## 6.3.6 Sistemas de climatización de verano

### 6.3.6.1 Características del diseño

Tal como se ha podido apreciar en el análisis de los datos climáticos y meteorológicos; y los datos de la demanda del edificio en verano en del apartado DB-HE: Ahorro de energía, las demandas veraniegas del edificio son elevadas. El sistema adoptado es el empleo de un **sistema de bomba de calor de caudal variable (VRV) con recuperación de aire**. El sistema funciona mediante energía eléctrica, siendo esta cubierta por la instalación fotovoltaica instalada. Además, el sistema cuenta con freecooling. Como ya se ha comentado anteriormente este sistema sirve de apoyo para calefactar en invierno, en el caso de que el suelo radiante sea insuficiente.

Simultáneamente, este sistema permite la correcta ventilación del edificio, permitiendo la renovación de aire exterior.

Por otra parte, se ha dispuesto un segundo sistema para los meses en los que la temperatura no es tan alta o aquellos días veraniegos con menor radiación solar. Para estas situaciones se ha decidido el empleo de **ventiladores de techo**, que permitan mediante la creación de una corriente de aire reducir la sensación de calor y aumentar el confort de los usuarios, sin poner en funcionamiento el sistema de bomba de calor

### 6.3.6.2 Sistema de bomba de calor de caudal variable (VRV) con recuperación de aire

#### Enfriadoras aire-agua

En primer lugar, se han dispuesto una serie de enfriadoras aire-agua en único punto de la edificación bajo techo, en una sala especialmente habilitada para estas y con acceso directo al aire exterior a través de una cubierta de rejilla. Quedando por tanto oculto. Emplean el aire del exterior para conseguir agua a una determinada temperatura que posteriormente pueda ser empleada por las UTAs.

#### Unidades de tratamiento de aire (UTA) y canalización de la climatización

Las UTAs son las responsables de recibir a través de las tuberías de agua, el calor o frío producido previamente en las enfriadoras aire-agua. Simultáneamente a esta labor, las UTAs gestionan la llegada de aire exterior, para lograr una correcta ventilación. Para ello se incorporan una serie de filtros de aire en esta instalación que cuidan de la calidad de aire introducida.

Las UTAs se sitúan en dos ubicaciones dentro del edificio, una unidad se encuentra junto a las enfriadoras aire-agua y la otra en el otro extremo del edificio. La razón de esta separación es la de evitar un sobredimensionamiento de los conductos de aire, por ello se separan los puntos de producción del aire tratado en dos puntos. Ambos cuentan con salidas de aire al

exterior y una correcta ventilación. En el caso de la UTA más alejada de las enfriadoras se ha habilitado un depósito de agua de climatización, que compense las posibles pérdidas y apoye la instalación.

Como ya se ha comentado, los tubos de aire con origen en sus respectivas UTAs recorren cada uno la mitad del edificio colgadas del techo y a la vista. Conectadas donde haga falta una última regulación de la temperatura con los fan-coils.

### **Fan-coils**

Estos aparatos al final de la instalación permiten realizar una última regulación de la temperatura a la que se desea que salga el aire en el punto donde se encuentren instalados. La presencia de estos aparatos permite regular una temperatura que debe variar para adaptar a las necesidades de confort de cada estancia del GBC, sería contraproducente contar con la misma temperatura en la cafetería que en las áreas de trabajo de oficina.

#### **6.3.6.2 Instalación de ventiladores de techo**

Tal como se ha explicado previamente se dispone este sistema en el caso que sea posible prescindir total o parcialmente en el edificio del sistema de bomba calor, al no alcanzar temperatura exteriores muy altas. Logrando mediante el movimiento de aire las necesidades de confort necesarias.

Todo esto permite una **mayor flexibilidad en los usos y adaptación a las temperaturas y ocupaciones a lo largo del año.**

*\*Para más detalles sobre los sistemas de climatización de verano se desarrollan en el siguiente punto "Cumplimiento DB-HE:Ahorro de energía". Consular los planos complementarios*

## **6.3.7 Telecomunicaciones**

### **6.3.7.1 Características del diseño**

La instalación del edificio dispone de las pertinentes líneas de telefonía y la instalación necesaria de datos. La instalación cuenta con sus respectivos cajas registros de planta y fusibles, cumpliendo con lo establecido en la legislación vigente.

## **6.3.8 Instalaciones de protección contra incendios**

El edificio dispone de este servicio con la instalación de extintores portátiles, tal y como se indica en la memoria justificativa del Código Técnico, en el apartado DB-SI: Seguridad contra incendios, para más detalles consular los planos complementarios justificativos: memoria gráfica.

### 6.3.9 Sistema de gestión del edificio o BMS

Conocidos en inglés como Building Management System (BMS) son redes integradas de datos y sistemas de control para automatización, monitorización y control del HVAC, iluminación y otras funciones de un edificio.

La instalación de este sistema permite el **control** de los diferentes **consumos**: eléctricos, de refrigeración, calefacción, agua... De esta forma mediante el emplazamiento de los medidores anteriormente mencionados es posible regular los equipamientos para que el edificio resulte más eficiente.

El control de dicho sistema se reserva a personal cualificado del edificio, sin embargo los **datos** resultantes del edificio deben ser **accesibles por los usuarios** y ser mostrados a los **visitantes**. Además de ser parte de la **labor didáctica del GBC**.

## 7. Evaluación por herramienta de diseño HADES del GBCe

### HADES

Herramienta de Ayuda al Diseño  
para una Edificación más Sostenible

Versión: 2.0 - mayo de 2018

**DATOS GENERALES**
i

**DATOS DEL EDIFICIO**

LOCALIDAD	<input type="text" value="Valencia"/>
CAPITAL DE PROVINCIA	<input type="text" value="Valencia"/>
ALTITUD DE REFERENCIA	<input type="text" value="8 m"/>
LATITUD DE REFERENCIA	<input type="text" value="39°"/>
¿La localidad tiene otra altitud diferente? Anotar aquí:	<input type="text"/>
ZONA CLIMÁTICA	<input type="text" value="B3"/>
TIPOLOGÍA DEL EDIFICIO	<input type="text" value="OFICINAS"/>
TIPO DE ENERGÍA A UTILIZAR	<input type="text" value="ELÉCTRICA"/>

**DATOS DEL PROYECTO**

NOMBRE DEL PROYECTO	<input type="text" value="GBC Mediterráneo"/>
FECHA	<input type="text" value="31/07/2019"/>
AUTOR(A)	<input type="text" value="Andrés Civera Mallén"/>

ÁREAS DE EVALUACIÓN

ENERGÍA

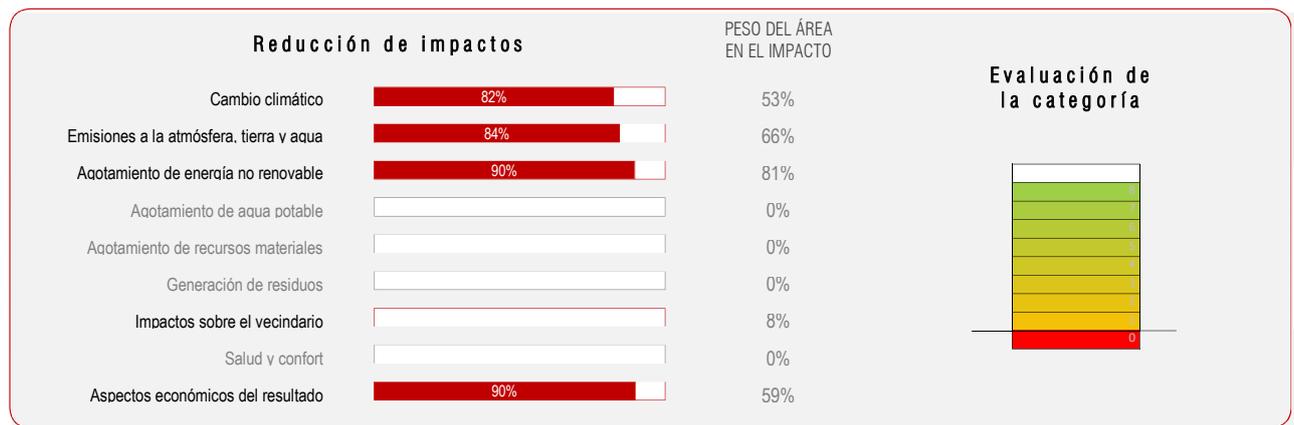
MATERIALES y  
ECONOMÍA CIRCULAR

AGUA

CALIDAD DEL

CAMBIO CLIMÁTICO

### ENERGÍA



<b>1 DISEÑO DEL EDIFICIO</b>			
<b>1.1 Implementación de estrategias bioclimáticas</b>			
1.1. Estrategias de verano			
<input checked="" type="checkbox"/>	VENTILACIÓN NATURAL	CUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES <span style="color: green; font-weight: bold;">●</span>
<input checked="" type="checkbox"/>	PROTECCIONES SOLARES EFICACES	CUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES <span style="color: green; font-weight: bold;">●</span>
<input checked="" type="checkbox"/>	INERCIA TÉRMICA	CUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES <span style="color: green; font-weight: bold;">●</span>

1.1.: Estrategias de invierno

- CAPTACIÓN SOLAR CUANTIFICACIÓN RECOMENDACIONES ●
- INERCIA TÉRMICA CUANTIFICACIÓN RECOMENDACIONES ●

! ¿Quieres saber cuándo protegerse de la radiación solar y cuándo favorecer su captación? VER

1.2 Implantación y orientación

1.2.: Soleamiento de las fachadas

- Optimización de la orientación en función de las estrategias bioclimáticas RECOMENDACIONES ●

! ¿Quieres ver cómo influyen los edificios cercanos en el soleamiento de tu fachada? VER

1.3 Diseño geometría y envolvente térmica

1.3.: Pérdidas por transmisión de la envolvente. Coeficientes de transmisión térmica:

	PROYECTO	VALOR PROYECTO	VALOR CTE	
CUBIERTAS	<input type="text" value="ayúdame a calcularlo"/> <span style="margin-left: 10px;">DEFINIR</span>	<input type="text" value="0,21"/>	<input type="text" value="0,33"/>	●
FACHADAS	<input type="text" value="ayúdame a calcularlo"/> <span style="margin-left: 10px;">DEFINIR</span>	<input type="text" value="0,11"/>	<input type="text" value="0,38"/>	●
VENTANAS	<input type="text" value="ayúdame a calcularlo"/> <span style="margin-left: 10px;">DEFINIR</span>	<input type="text" value="2,00"/>	<input type="text" value="1,8 a 2,3"/>	●
SUELOS	<input type="text" value="ayúdame a calcularlo"/> <span style="margin-left: 10px;">DEFINIR</span>	<input type="text" value="0,27"/>	<input type="text" value="0,46"/>	●

! ¿Sabes cuál es la proporción de huecos en las fachadas más adecuada? VER

1.3.: Compacidad o factor de forma

- La relación entre el área de la envolvente térmica (cubiertas, fachadas y suelos) y el volumen que encierra se optimiza en función de la tipología y el clima RECOMENDACIONES ✗

1.3.: Pérdidas por infiltración

- Se implantan medidas para optimizar la estanqueidad del edificio RECOMENDACIONES ●

! ¿Sabes cuál es el tamaño adecuado de las protecciones solares? VER

2 INSTALACIONES

2.1 Rendimiento de las instalaciones

2.1.: Descripción y definición de los sistemas

- CLIMATIZACIÓN DEFINIR  RECOMENDACIONES ●
- PRODUCCIÓN DE ACS RECOMENDACIONES ●

2.1.: Gestión y control de las instalaciones de climatización

- Se instala un sistema de gestión del edificio o BMS RECOMENDACIONES ●

2.2 Iluminación artificial

RECOMENDACIONES

- Se usan lamparas eficientes de clase A para la iluminación ●
- Hay interruptores presenciales o temporizados en los espacios de uso intermitente o esporádico ●
- En áreas de trabajo, las zonas cercanas a ventanas están sectorizadas para permitir una regulación independiente adaptada a la luz natural disponible ●
- El edificio está sectorizado para que se pueda controlar su iluminación de manera flexible y adaptada a las actividades ●

### 3 ENERGÍAS RENOVABLES

#### 3.1 Generación en la parcela

Se genera energía procedente de fuentes renovables, más allá de la exigencia mínima de la normativa RECOMENDACIONES ●

💡 [Integración de los elementos generadores de energía renovable en el diseño del edificio](#) VER VER

#### 3.2 Generación de electricidad externa a la parcela a partir de fuentes renovables

MÁS INFORMACIÓN MÁS INFORMACIÓN

Participación en una central de producción a escala de barrio ✖ ●

Compra de energía eléctrica renovable ● ●

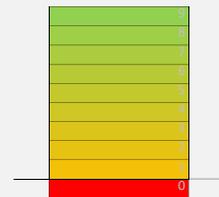


## MATERIALES y ECONOMÍA CIRCULAR

### Reducción de impactos

		PESO DEL ÁREA EN EL IMPACTO
Cambio climático	<div style="width: 90%;"><div style="width: 90%;"></div></div> 90%	17%
Emisiones a la atmósfera, tierra y agua	<div style="width: 90%;"><div style="width: 90%;"></div></div> 90%	19%
Agotamiento de energía no renovable	<div style="width: 85%;"><div style="width: 85%;"></div></div> 85%	14%
Agotamiento de agua potable	<div style="width: 90%;"><div style="width: 90%;"></div></div> 90%	19%
Agotamiento de recursos materiales	<div style="width: 88%;"><div style="width: 88%;"></div></div> 88%	90%
Generación de residuos	<div style="width: 85%;"><div style="width: 85%;"></div></div> 85%	100%
Impactos sobre el vecindario	<div style="width: 100%;"><div style="width: 100%;"></div></div> 100%	23%
Salud y confort	<div style="width: 0%;"><div style="width: 0%;"></div></div>	0%
Aspectos económicos del resultado	<div style="width: 100%;"><div style="width: 100%;"></div></div> 100%	5%

### Evaluación de la categoría



### 1 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES

#### 1.1 Cuantificación de los impactos ambientales de los materiales de la envolvente

FACHADAS	DEFINIR <span style="background-color: orange; color: white; padding: 2px 5px;">DEFINIR</span>	Energía embecida (MJ/m <sup>2</sup> )	kg de CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	puntuación 5 mejor 0 peor	<span style="color: orange;">●</span>
		82.743	7.381	2,8	

Se va a realizar un ACV del resto de elementos del edificio: cubiertas, suelos y estructura ● ●

💡 [¿Sabes donde encontrar datos para hacer un Análisis de Ciclo de Vida \(ACV\)?](#) VER VER

### 2 SELECCIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES

#### 2.1 Priorización del uso de materiales con mejores cualidades ambientales

Se priorizará el uso de materiales **REUTILIZADOS Y RECICLADOS** ● ●

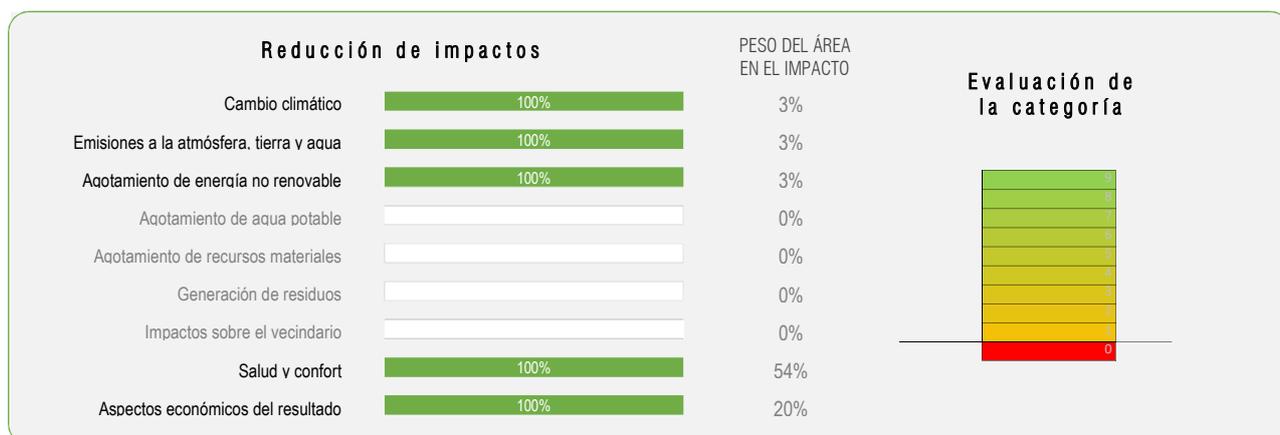
Se priorizará el uso de materiales obtenidos de **RECURSOS SOSTENIBLES Y RENOVABLES** ● ●

Se priorizará el uso de **MATERIALES LOCALES** ● ●

💡 [¿Sabes que se puede planificar una estrategia de demolición selectiva para reducir los impactos del edificio al final de su vida útil?](#) VER VER



## CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR



### 1 CALIDAD DEL AIRE

#### 1.1 Ventilación

##### 1.1.1 Ventilación natural

Se implanta una estrategia de ventilación natural eficiente para la renovación de aire

RECOMENDACIONES



¿Sabes que existen sistemas de monitorización del aire para activar la ventilación?

VER

#### 1.2 Control de las fuentes contaminantes interiores

##### 1.2.1 Limitación de las emisiones tóxicas de los materiales de acabado

RECOMENDACIONES



Se seleccionan **adhesivos, pinturas y barnices** con bajas emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)



Se seleccionan productos de **madera, derivados y fibras vegetales** con bajas emisiones de Formaldehídos



##### 1.2.2 Prevención de la formación de mohos

RECOMENDACIONES



Control de los **puentes térmicos** que puedan ser fuentes puntuales de humedad



Control de **infiltraciones** que puedan ser fuentes puntuales de humedad



#### 1.3 Control de las fuentes contaminantes provenientes del exterior

RECOMENDACIONES



Se utilizan filtros en las tomas de ventilación en función de la calidad del aire exterior



Se incorporan sistemas de rejillas o felpudos en los accesos al edificio



Monitorización de la calidad del aire y aseguramiento de las condiciones de confort

VER

### 2 CONFORT VISUAL

#### 2.1 Iluminación natural

##### 2.1.1 Cumplimiento de las condiciones para conseguir una buena iluminación natural

VER CONDICIONES



Se cumplen las condiciones que aseguran una buena iluminación natural en estancias iluminadas desde **un único lateral**



Se cumplen las condiciones que aseguran una buena iluminación natural en estancias iluminadas desde **más de un lateral**



Se cumplen las condiciones que aseguran una buena iluminación natural en estancias iluminadas **centralmente o en combinación con la lateral**



### 3 CONFORT ACÚSTICO

#### 3.1 Aislamiento acústico

##### 3.1.1 Protección frente al ruido procedente del exterior

- Aislamiento acústico adecuado de los elementos de separación con el exterior CUANTIFICACIÓN RECOMENDACIONES ●

##### 3.1.2 Protección frente al ruido procedente del interior

- Aislamiento al ruido aéreo adecuado entre viviendas o zonas con actividades diferentes ●
- Tratamiento óptimo para protegerse contra el ruido de impacto ●
- No hay espacios vivideros o de trabajo colindantes a recintos de instalaciones ●

💡 ¿Sabes en que consiste el acondicionamiento acústico para mejorar el confort en el interior de los edificios? VER



## ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

### Reducción de impactos

		PESO DEL ÁREA
Cambio climático	68%	27%
Emisiones a la atmósfera, tierra y agua	100%	3%
Agotamiento de energía no renovable	100%	2%
Agotamiento de agua potable	100%	6%
Agotamiento de recursos materiales		10%
Generación de residuos		0%
Impactos sobre el vecindario	100%	69%
Salud y confort	100%	46%
Aspectos económicos del resultado	100%	7%

### Evaluación de la categoría



## 1 ESCENARIO 2050

### 1.1 Reducción de la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático

#### 1.1.1 Confort térmico

- Utilización en los cálculos y simulaciones de ficheros climáticos basados en **proyecciones futuras fiables**, especialmente para las condiciones de verano RECOMENDACIONES ❌
- Refuerzo de la **independencia del edificio** y fomento de la autosuficiencia energética RECOMENDACIONES ●
- Fortalecimiento de las **estrategias bioclimáticas de verano** que reduzcan el riesgo de sobrecalentamiento RECOMENDACIONES ●

#### 1.1.2 Gestión del agua

- Disminución drástica de las **necesidades de agua** con redes de saneamiento separativas y reutilización de las aguas grises y el agua de lluvia RECOMENDACIONES ●
- Gestión de escorrentía** en caso de lluvias torrenciales RECOMENDACIONES ●
- Construcción **resistente a las inundaciones** en zonas con alto riesgo RECOMENDACIONES ❌

## 2 MEJORA DEL ENTORNO DEL EDIFICIO

### 2.1 Estrategias de microclima

#### 2.1.1 Mitigación de la isla de calor

- Sombreamiento del espacio en el entorno del edificio RECOMENDACIONES ●
- Reducción de las superficies exteriores con alta inercia térmica RECOMENDACIONES ●
- Aumento de la vegetación, con especies adecuadas, que propicien el enfriamiento del espacio exterior RECOMENDACIONES ●
- Utilización de materiales exteriores con alto albedo (colores claros) RECOMENDACIONES ●

[El empleo del agua en el exterior de los edificios puede ayudar a reducir la temperatura](#) VER

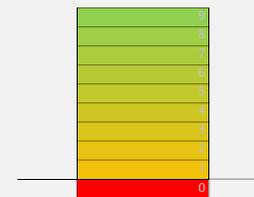


## AGUA

### Reducción de impactos

		PESO DEL ÁREA EN EL IMPACTO
Cambio climático	<div style="width: 0%;"></div>	0%
Emisiones a la atmósfera, tierra y agua	<div style="width: 95%;"></div>	9%
Aqotamiento de energía no renovable	<div style="width: 0%;"></div>	0%
Aqotamiento de agua potable	<div style="width: 96%;"></div>	75%
Aqotamiento de recursos materiales	<div style="width: 0%;"></div>	0%
Generación de residuos	<div style="width: 0%;"></div>	0%
Impactos sobre el vecindario	<div style="width: 0%;"></div>	0%
Salud y confort	<div style="width: 0%;"></div>	0%
Aspectos económicos del resultado	<div style="width: 96%;"></div>	10%

### Evaluación de la categoría



## 1 CONSUMO DE AGUA

### 1.1 Aparatos sanitarios

- Se utilizan grifos de bajo caudal en los **lavabos** (igual o inferior a **6 l/min**) ●
  - Se utilizan **inodoros de doble descarga** (corta 2,5 l/min, larga 4,5 l/min) ●
  - Se utilizan **cabezales de ducha** de bajo caudal (igual o inferior a **7 l/min**) ●
- Se utilizan grifos de bajo caudal en el **fregadero** (igual o inferior a **6 l/min**)

[¿Quieres saber qué ahorro consigues con estas medidas?](#) VER

### 1.2 Riego de jardines

Necesidades de riego DEFINIR proyecto 30.000 litros referencia 125.689 litros ●

## 2 USO DE AGUA NO POTABLE

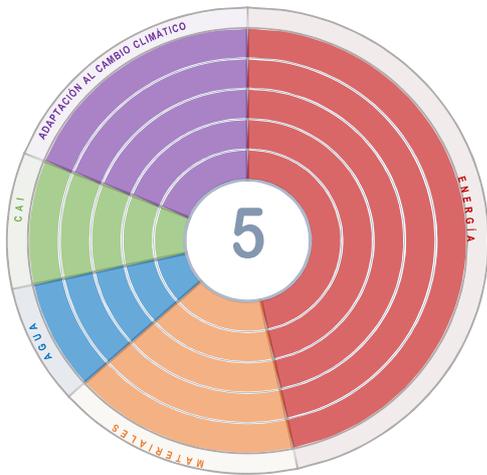
### 2.1 Sistema de recogida, almacenamiento y distribución del aguas pluviales

- Se contempla la instalación de un aljibe de recogida de aguas pluviales DIMENSIONADO ●

[También es posible disminuir el consumo de agua recuperando aguas grises para los inodoros](#) VER

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

EVALUACIÓN GLOBAL Y POR ÁREAS



\* El número en la parte central del gráfico hace referencia al resultado global de la evaluación sobre un total de 5.

EVALUACIÓN POR IMPACTOS



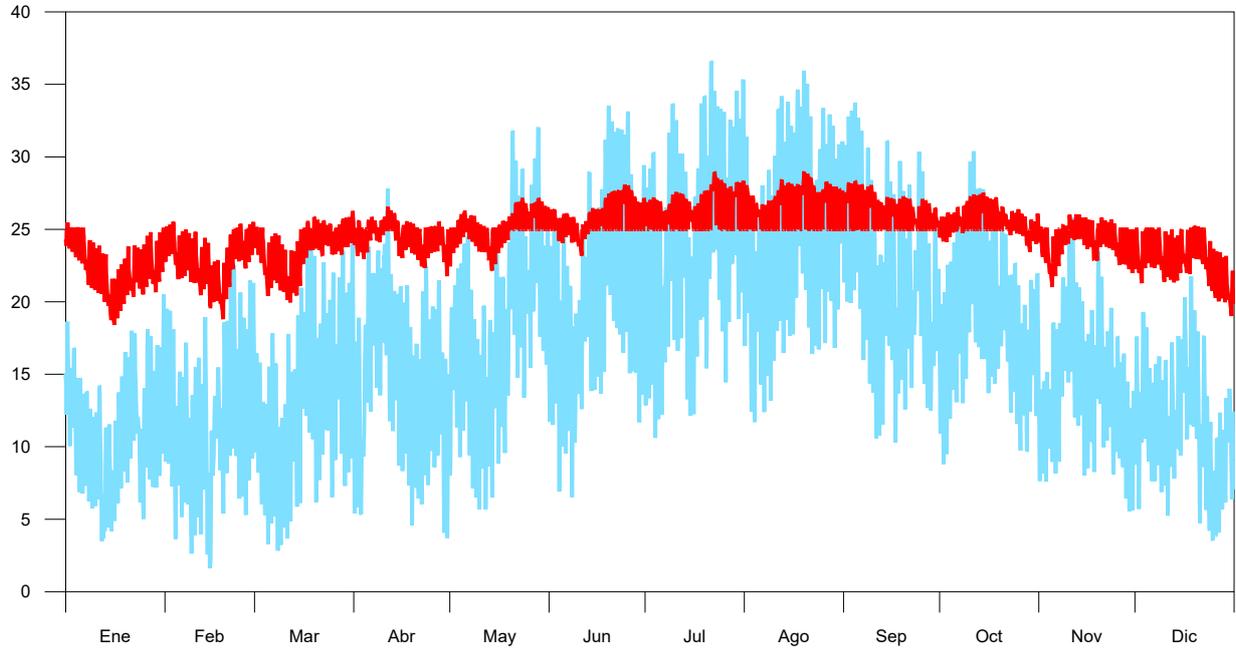
- IN 01 Cambio climático
- IN 02 Emisiones a la atmósfera, tierra y agua
- IN 03 Agotamiento de energía no renovable
- IN 04 Agotamiento de agua potable
- IN 05 Agotamiento de recursos materiales
- IN 06 Generación de residuos
- IN 07 Impactos sobre el vecindario
- IN 08 Salud y confort
- IN 09 Aspectos económicos del resultado

\* Esta evaluación expresa el porcentaje de reducción de impacto que el edificio alcanza para cada uno de ellos en comparación con un edificio de referencia. Este edificio es el que cumple estrictamente la normativa.

## 8. Confort interior

### 8.1 Z01\_Zona común

Temperatura (°C)



■ Temperatura exterior  
■ Temperatura del aire interior de la zona

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Temperatura máxima de confort (-)</b>													
$T_{int,max}$ (°C)	25.47	25.52	26.26	26.52	27.15	28.08	28.94	28.95	28.32	27.50	26.04	25.21	28.95
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} > T_{max,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Temperatura mínima de confort (-)</b>													
$T_{int,min}$ (°C)	18.41	18.80	19.95	21.77	22.15	23.19	24.90	25.00	24.98	23.45	21.02	19.01	18.41
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
$T_{int} < T_{min,conf}$ (Horas/Ocupación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Tiempo con demanda no satisfecha*</b>													
<b>Calefacción (Horas)</b>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
<b>Calefacción (Horas/Ocupación)</b>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0
<b>Refrigeración (Horas)</b>	--	--	--	--	0.50	2.75	15.00	15.25	5.50	1.00	--	--	40.00
<b>Refrigeración (Horas/Ocupación)</b>	--	--	--	--	0.50	2.75	15.00	15.25	5.50	1.00	--	--	40.00

\*Tiempo durante el cual el sistema de climatización no ha podido mantener la temperatura de consigna de la zona, considerando una tolerancia de 0,2°C.

donde:

- $T_{int}$ : Temperatura del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,max}$ : Temperatura máxima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{int,min}$ : Temperatura mínima del aire interior de la zona, °C.
- $T_{max,conf}$ : Temperatura máxima de confort, °C.
- $T_{min,conf}$ : Temperatura mínima de confort, °C.

**Resultados de confort interior del edificio GBC mediterráneo. CYPETHERM**

## 9. Indicadores de eficiencia energética

<b>Demanda</b>		
	Edificio objeto (kWh/m <sup>2</sup> )	Edificio de referencia (kWh/m <sup>2</sup> )
Refrigeración	30836.25	32261.84
Calefacción	1505.22	27837.66

<b>Consumo de energía primaria no renovable</b>		
	Edificio objeto (kWh/m <sup>2</sup> )	Edificio de referencia (kWh/m <sup>2</sup> )
<b>Global</b>	<b>16.58</b>	<b>59.42</b>
Refrigeración	50.50	14.64
Calefacción	1.66	18.52
ACS	0.57	1.79
Iluminación	24.46	24.46

<b>Emisiones</b>		
	Edificio objeto (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)	Edificio de referencia (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)
<b>Global</b>	<b>2.88</b>	<b>11.98</b>
Refrigeración	8.55	2.48
Calefacción	0.35	4.88
ACS	0.10	0.47
Iluminación	4.14	4.14

## 10. Calificación energética del edificio

Zona climática	B3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <b>0.35</b>	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <b>0.10</b>
Emisiones globales[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>
	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <b>8.55</b>	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <b>4.14</b>

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> ·año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	12.80	32401.86
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	0.35	891.89

### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <b>1.66</b>	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <b>0.57</b>
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>	<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <b>50.50</b>	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <b>24.46</b>

### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción[kWh/m <sup>2</sup> ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m <sup>2</sup> ·año]

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.



**Cumplimiento del CTE**

## 1. Cumplimiento del CTE

1. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SE (Seguridad Estructural) -----	52
2. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SI (Seguridad en caso de incendio) -----	53
3. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad) -----	60
4. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HS (Salubridad) -----	66
5. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HR (Protección frente al ruido) -----	73
6. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HE (Ahorro de energía) -----	75

### 1. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SE (Seguridad Estructural)

*\*Planos complementarios justificativos: memoria gráfica.*

El presente apartado que hace referencia a la seguridad estructural del edificio, queda justificado junto al desarrollo del proceso de cálculo en "Anejo: Calculo de la estructura".

## 2. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SI (Seguridad en caso de incendio)

\*Consultar documentación complementaria: Memoria gráfica "Cumplimiento del DB-SI"

El objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. El DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad.

### 2.1. Exigencia SI 1. Propagación interior

#### 2.1.1. Delimitación en sectores de incendio

Código	Nombre	Uso	Inst. automática de extinción	Área máxima de sector (cat. más restrictiva)	Área del sector
<b>S1</b>	Sector único	Administrativo y docente	NO	2 500 m <sup>2</sup>	2 265 m <sup>2</sup>

\*Basado en la tabla 1.1. compartimentación en sectores de incendio

#### 2.1.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio.

Sector	Uso	H sobre rasante máx.	Paredes y techos		Puertas	
			Exigencia	Proyecto	Exigencia	Proyecto
<b>S1</b>	Administrativo y docente	4 m (< 15 m)	EI60	> EI60	EI <sub>2</sub> -30C5	EI <sub>2</sub> -30C5

\* Basado en la tabla 1.2. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio

#### 2.1.3. Clasificación y condiciones de los locales de riesgo especial

Código	Pertenece al sector	Local	Riesgo	Vestíbulo de independencia		Recorrido de evacuación interno	
				Exigencia	Proyecto	Máximo.	Proyecto
<b>RE1</b>	S1	Cocina	Bajo	--	NO	<=25 m	11.5 m
<b>RE2</b>	S1	Cuarto de basuras	Bajo	--	NO	<=25 m	3.7 m
<b>RE3</b>	S1	Sala de máquinas de instalaciones de clima 1	Bajo	--	NO	<=25 m	7.3 m
<b>RE4</b>	S1	Sala de máquinas de instalaciones de clima 2	Bajo	--	NO	<=25 m	15.3 m
<b>RE5</b>	S1	Local de contadores de electricidad y cuadro general de distribución	Bajo	--	NO	<=25 m	8.57 m
<b>RE6</b>	S1	Sala de máquinas de ascensor	Bajo	--	NO	<=25 m	--
<b>RE7</b>	S1	Centro de transformación	Bajo	--	NO	<=25 m	3.2 m

\* Basado en la tabla 2.1. Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

\* También basado en la tabla 2.2. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

**2.1.4. Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan locales de riesgo especial.**

Código	R. estructura		R. paredes y techos		R. Puertas	
	Exigencia	Proyecto	Exigencia	Proyecto	Exigencia	Proyecto
<b>RE1</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5
<b>RE2</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5
<b>RE3</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5
<b>RE4</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5
<b>RE5</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5
<b>RE6</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5
<b>RE7</b>	R90	> R90	EI90	> EI90	EI <sub>2</sub> -45C5	> EI <sub>2</sub> -45C5

\* Basado en la tabla 2.2. Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

**2.1.5. Espacios ocultos, paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.**

No es de aplicación al constituir todo el edificio un único sector de incendio ni haber patinillos cuyo desarrollo vertical supera los 10 metros.

**2.1.6. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario**

Los elementos constructivos cumplen las siguientes condiciones, cumpliendo así con lo especificado en la *tabla 4.1*.

	Revestimiento	
	Techos y paredes	Suelos
Zonas ocupadas	Cs-2, d0	EFL
Pasillos	B-s1, d0	CFL-s1
Espacios ocultos	B-s3, d0	BFL-s2

**2.2. Exigencia SI 2. Propagación exterior**

**2.2.1. Medianerías y fachadas**

- Todos los muros medianeros tienen una resistencia frente al fuego de al menos EI120.
- Todos los elementos de fachada son > EI60 en una franja de 0.25 metros, tomando como arista el límite entre la fachada del edificio y su edificación colindante (SI2 Punto1, apartado 2 para fachadas a 180°)
- No existen locales de riesgo alto ni varios sectores de incendio, por lo tanto no es necesario justificar el requerimiento SI2. Punto 1, apartado 2 para este tipo de establecimientos.
- El edificio constituye un único sector de incendio, por lo tanto no es necesario justificar el requerimiento SI2. Punto 1, apartado 3 (Riesgo de propagación vertical)
- La clase de reacción al fuego del material de fachada en el primer forjado (hasta 4

metros) es B-s3, d2.

### 2.2.2. Cubiertas

- En el presente proyecto no existen cubiertas a la misma cota que las de los edificios adyacentes y las cubiertas tienen un comportamiento superior a REI60 en todo su área. Por lo tanto no es necesario justificar la distancia mínima establecida en el SI2. Punto 2, apartado 1.

- No existen elementos con una resistencia inferior a EI60 en ningún punto de la cubierta, así como de las medianeras adyacentes, por lo tanto no es necesario justificar la distancia mínima establecida en el SI2. Punto 2, apartado 2.

- El revestimiento de cubierta es único en toda la superficie y pertenece a una clase de reacción al fuego  $B_{ROOF}$  t1 o superior, por lo tanto no es necesario justificar la distancia mínima establecida en el SI2. Punto 2, apartado 3.

## 2.3. Exigencia SI 3. Evacuación de ocupantes

### 2.3.1. Cálculo de la ocupación

Recinto origen de evacuación	P	Uso según CTE	Zona según CTE	Sup. m <sup>2</sup>	Ocupación según CTE m <sup>2</sup> /p.	Ocupación p.
Instalaciones 1	PB	--	No habitable	110	Nula	0
Almacén	PB	--	No habitable	83	Nula	0
Instalaciones 2	PB	--	No habitable	19	Nula	0
Aula 1	PB	Docente	Aulas	147	1.5	98
Aula 2	PB	Docente	Aulas	146	1.5	98
Vestíbulo 1	PB	Docente	Conjunto de la planta	57	10	0
Aseos 1	PB	--	Aseo de planta	17.5	3	6
Instalaciones 3	PB	--	No habitable	19	Nula	0
Cafetería	PB	Administrativo	Zona uso público	133	2	67
Cocina	PB	--	--	37	--	8
Cuarto de basuras	PB	--	No habitable	7.5	Nula	0
Zona de paso 1	PB	Docente	Conjunto de la planta	24	2	12
Aseos 2	PB	--	Aseo de planta	10.2	3	4
Vestíbulo ppal.	PB	Administrativo	Zona uso público	123	2	62
Instalaciones 4	PB	--	No habitable	48.5	Nula	0
Aseos 3	PB	--	Aseo de planta	53.6	3	18
Espacio diáfano 1	P1	Administrativo	Zona de oficinas	158.3	10	16
Espacio diáfano 1a	P1	Administrativo	Zona de oficinas	158.3	10	16
Espacio diáfano 2	P1	Administrativo	Zona de oficinas	184.9	10	19
Espacio diáfano 2a	P1	Administrativo	Zona de oficinas	184.9	10	19
Espacio diáfano 3	P1	Administrativo	Zona de oficinas	203.8	10	21
Espacio diáfano 3a	P1	Administrativo	Zona de oficinas	203.8	10	21
Aseos 4	P1	--	Aseo de planta	18	3	6

Aseos 5	P1	--	Aseo de planta	17.6	3	6
Aseos 6	P1	--	Aseo de planta	5.6	3	2
Limpieza 1	P1	--	No habitable	3.6	Nula	0
Limpieza 2	P1	--	No habitable	4.8	Nula	0
Despacho 1	P1	Administrativo	Zona de oficinas	40.7	10	5
Sala de reuniones 1	P1	Administrativo	Zona de oficinas	22	10	3
Sala de reuniones 2	P1	Administrativo	Zona de oficinas	25.9	10	3

\*Cálculo de la ocupación basado en la tabla 2.1. Densidades de ocupación

### 2.3.2. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación

Código	Recinto/Planta	Ocupación	Recorrido máx.	Nº de salidas de recinto/ planta	
		<i>p.</i>	<i>m</i>	<i>Exigidas</i>	<i>Proyecto</i>
<b>PB-R1</b>	Núcleo cuarto de instalaciones	0	15.4	1	1
<b>PB-R2</b>	Núcleo almacenes e instalaciones	0	18	1	1
<b>PB-R3</b>	Núcleo aulas	196	29.3	> 1	2
<b>PB-R4</b>	Núcleo cafetería	87	21	1	2
<b>PB-R5</b>	Núcleo vestíbulo	62	22	1	1
<b>P1</b>	Planta diáfana	123	28	> 1	4

\* Cálculo basado en la tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación

### 2.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación

- **Puertas y pasos. (Salidas de edificio).** Las puertas correderas instaladas en planta baja disponen de una apertura motorizada con accionamiento de pulsador en caso de incendio de 1.20 metros, es decir, cada puerta puede evacuar hasta un máximo de 240 personas, según la *tabla 4.1. Dimensionado de los elementos de evacuación*. El volumen de gente evacuada para el caso más desfavorable es de 117 personas, y se da en la puerta que evacúa el recinto PB-R5 y parte de la P1, situada en el noreste del edificio. Sabiendo que se satisface la condición más desfavorable, se puede dar por satisfecha esta exigencia en el resto de puertas.

- **Puertas y pasos. (Interiores).** Las puertas correderas interiores disponen de una apertura motorizada con accionamiento de pulsador en caso de incendio de 0.85 metros, así como las puertas abatibles interiores cuentan con un ancho de paso de 0.85 metros, es decir, cada puerta puede evacuar hasta un máximo de 170 personas, según la *tabla 4.1. Dimensionado de los elementos de evacuación*. El volumen de gente evacuada para el caso más desfavorable es de 98 personas, y se da en las puertas de salida de las aulas situadas en el recinto PB-R3. Sabiendo que se satisface la condición más desfavorable, se puede dar por satisfecha esta exigencia en el resto de puertas.

- **Pasillos y rampas.** Se puede considerar que no existen pasillos ni rampas en los recorridos de evacuación.

- **Escaleras no protegidas.** Evacuación descendiente. Ámbito 1.10 metros, cada escalera tiene una capacidad de evacuación de 176 personas, según la *tabla 4.1. Dimensionado*

de los elementos de evacuación. El caso más desfavorable se da en la escalera situada en el extremo noroeste del edificio, con un flujo máximo de cálculo de 61 personas. Sabiendo que se satisface la condición más desfavorable, se puede dar por satisfecha esta exigencia en el resto de escaleras.

#### 2.3.4. Protección de las escaleras

Código	Recinto/Planta del que es salida	Uso según CTE	Evacuación	h máx. evacuación m	Protección de la escalera	
					Exigidas	Proyecto
<b>ESC1</b>	P1	Administrativo	Descendente	4	No protegida	No protegida
<b>ESC2</b>	P1	Administrativo	Descendente	4	No protegida	No protegida
<b>ESC3</b>	P1	Administrativo	Descendente	4	No protegida	No protegida
<b>ESC4</b>	P1	Administrativo	Descendente	4	No protegida	No protegida

\*Cálculo basado en la tabla 5.1. Protección de las escaleras.

#### 2.3.5. Condiciones de las puertas situadas en los recorridos de evacuación.

- **Puertas tipo A.** Son puertas de una sola hoja abatible sobre un eje vertical, de 90 centímetros. Su sistema de cierre consiste en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual proviene la evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

- **Puertas tipo B.** Son puertas de una sola hoja corredera, de 90 centímetros. Su sistema de cierre consiste en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual proviene la evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

- **Puertas tipo C.** Son puertas de una sola hoja corredera para situaciones de emergencia, de 1,20 centímetros. Su sistema de cierre consiste en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual proviene la evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

#### 2.3.6. Señalización de los medios de evacuación

Se utilizan las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal al ser fotoluminiscentes, por esta condición las señales también deben cumplir, y cumplen, lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realiza conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003, tal y como queda reflejado en el libro del edificio.

Su disposición cumple con lo establecido en la exigencia SI 3. Punto 7. y queda especificada en el plano *Memoria gráfica "Cumplimiento del DB-SI"*

#### 2.3.7. Control de humo de incendio

No es de aplicación, ya que en el presente proyecto no se da ninguna de las situaciones

especificadas en la exigencia SI 3. Punto 8.

### 2.3.8. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

- La altura de evacuación máxima del proyecto es de 4 metros (< 14 metros) por lo que no es necesario instalar una zona de refugio ni posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo.
- Todos los recorridos calculados en el apartado “2.3.2. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación:” son itinerarios accesibles y conducen a salidas del edificio del mismo modo accesibles.

## 2.4. Exigencia SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplen con lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”. Su puesta en funcionamiento requerirá de la presentación, ante la Generalitat Valenciana, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento, tal y como quedará reflejado en el libro del edificio.

### 2.4.1. Inventario de equipamiento contra incendios

- Un extintor portátil de eficacia 21A-113B cada 15 metros de recorrido de evacuación en cada planta.
- Un extintor portátil de eficacia 21A-113B en cada local de riesgo especial, (dichos locales están especificados en el punto 2.1.3. de la presente memoria)
- Un hidrante exterior.
- Bocas de incendio equipadas de tipo 25mm.
- Un sistema de alarma.

*\*La disposición de estos elementos queda especificada en el plano Memoria gráfica "Cumplimiento del DB-SI"*

### 2.4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Las instalaciones manuales de protección contra incendios (Los extintores, los hidrantes, las bocas de incendio y el pulsador del sistema de alarma) quedan señalizados con señales definidas en la norma UNE 23033-1 fotoluminiscentes de acuerdo con las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a la norma UNE 23035-3:2003. Serán de un tamaño 420x420 mm. (Visibles a una distancia entre 10 y 20 metros)



Extintor



Boca de incendio



Pulsador de alarma

## 2.5. Exigencia SI 5 Intervención de los bomberos

### 2.5.1. Aproximación al edificio, viales

Vía	Anchura libre <i>m</i>	Altura libre <i>m</i>	Capacidad portante del vial <i>kN/m<sup>2</sup></i>	Tramo	Se puede considerar vial de aproximación
C/ Juan José Sister	4.10	> 4.5	> 20	Recto	SI
C/ Navardera	3.00	> 4.5	> 20	Recto	NO
Av/ Ingeniero Manuel soto	21.00	> 4.5	> 20	Recto	SI
C/ Juan Verdeguer	9.00	> 4.5	> 20	Recto	SI

### 2.5.2. Entorno del edificio

La altura máxima de evacuación descendente es de 4 metros (< 9 metros), por lo tanto no son de aplicación las exigencias expuestas en el documento *SI 5 Punto 1.2*.

### 2.5.3. Accesibilidad por fachada

La altura máxima de evacuación descendente es de 4 metros (< 9 metros), por lo tanto no son de aplicación las exigencias expuestas en el documento *SI 5 Punto 2*.

## 2.6. Exigencia SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si alcanza la clase indicada en la *tabla 3.1* o *3.2* que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura.

Debido al uso administrativo y docente, a no existir plantas bajo rasante y al no sobrepasar la altura de evacuación de 15 metros, se exige una resistencia R60 de los elementos estructurales en todo el edificio a excepción de los locales de riesgo especial (especificados en el punto 2.1.3. de la presente memoria), cuya resistencia mínima exigida es de R90.

Dichas exigencias quedan justificadas para todos los elementos estructurales del edificio en la *memoria de cálculo estructural*.

## 3. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-SUA

*\*Planos complementarios justificativos: memoria gráfica. “Cumplimiento DB-SUA”*

### 3.1 Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

#### 3.1.1 Resbaladidad de los suelos

Conforme con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento y atendiendo a las clases necesarias en el edificio, véase tabla 1.2. Todas las zonas interiores secas, correspondientes a todas salvo los aseos, al disponer de una pendiente menor que el 6%, deben cumplir con la clase 1. Las zonas interiores húmedas, correspondientes a los aseos, al disponer de una pendiente menor que el 6%, deben cumplir con clase 2. Las zonas exteriores y de acceso, serán de clase 3. La edificación cuenta con 3 tipos de suelo, **microcemento pulido** para espacios interiores secos y húmedos (Clase 2), **adoquín cerámico Klinker** en zonas exteriores (Clase 3) y **madera** en escaleras (Clase 2).

#### 3.1.2 Discontinuidades en el pavimento

El pavimento seleccionado para los espacios interiores consistente en un pavimento continuo de microcemento, cuenta con discontinuidades mínimas y no existen resaltos de más de 4 mm. En los pavimentos exteriores existe una ligera pendiente menor del 25% con un desnivel de 5 cm que permite la evacuación de aguas.

#### 3.1.3 Desniveles

El proyecto cuenta con barreras de protección en todos los desniveles y huecos con una diferencia de cota mayor a 55 cm. Las barreras de protección tienen una altura mínima de 0,9 metros. Estas barreras presentan una resistencia y rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal. Además, estas barreras no son fácilmente escalables por niños y no pueden ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro al ser elementos completamente opacos en el caso de las barandillas de las escaleras.

#### 3.1.4 Escaleras y rampas

Las cuatro escaleras cumplen la relación  $54 < 2 \text{ Contrahuellas} + 1 \text{ Huella} < 70$ . Además, todos los tramos tienen tres peldaños como mínimo (en escaleras interiores y exteriores (contrahuella mínima 13 cm)) y las mesetas superan el metro de longitud manteniendo el ámbito de los tramos. No existen mesetas intermedias y todas ellas cuentan con barandilla y pasamanos en al menos uno de sus lados (en el caso de la escalera de acceso en ambos lados, al exceder el ámbito de 1.2 m).

En el caso de la rampa exterior cuenta con una pendiente del 6%, longitud de 6.75 m (máx. 9 m) y ancho de 12.25 m, al no salvar una diferencia de altura de más de 550 mm no es necesario el emplazamiento de un pasamanos.

A continuación se muestra una tabla con las escaleras del proyecto:

	Clasificación	Ámbito mínimo (m)	Ámbito proyecto (m)	Contrahuella mínima (m)	Contrahuella proyecto (m)	Huella mínima (m)	Huella proyecto (m)
Escalera 1	Uso general	1.00	1.20	0.185	0.175	0.28	0.28
Escalera 2	Uso general	1.00	1.20	0.185	0.175	0.28	0.28
Escalera 3	Uso general	1.00	1.10	0.185	0.175	0.28	0.28
Escalera 4	Uso general	1.00	1.45-1.68	0.185	0.175	0.28	0.3080
Escalera 5	Exterior	-	-	0.130	0.130	0.28	0.39

### 3.1.5 Limpieza de los acristalamientos exteriores

Al no tratarse de un edificio de uso residencial vivienda este apartado no es de aplicación

## 3.2 Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

### 3.2.1 Impacto

Con el fin de limitar la posibilidad de impacto de los usuarios del edificio: La altura libre de paso en zonas de circulación superior a 2,20 m, cumpliendo con el mínimo marcado por normativa. En los umbrales de las puertas la altura libre es mayor de 2 m. Los elementos fijos que sobresalen de las fachadas, situados sobre zonas de circulación se encuentran a una altura superior a 2,20 m. En zonas de circulación, las paredes carecen de elementos salientes, que sean propenso de producir un impacto y por último, en las zonas que se encuentren bajo escaleras y cuya altura es menor de 2 m cuentan con elementos que permiten su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

A colación de los elementos frágiles, las zonas inferiores dentro de los 90 cm de altura conforme a lo establecido en la Figura 1.2 del DB-SUA- de las partes vidriadas de las ventanas de planta están constituidas por elementos laminados o templados que resisten sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

### 3.2.2 Atrapamiento

Con el fin de limitar el riesgo de atrapamiento producido por una puerta corredera de accionamiento manual, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia hasta el objeto fijo más próximo es de 20 cm. Asimismo los elementos de apertura y cierre automáticos (puertas correderas de acceso) disponen de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplen con las especificaciones técnicas propias.

### **3.3 Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos**

#### **3.3.1 Aprisionamiento**

Cuando las puertas de un recinto tienen un sistema de bloqueo desde el interior, existe un sistema de desbloqueo desde el exterior del recinto. La fuerza de apertura de las puertas de salida es de 25 N, como máximo.

### **3.4 Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

#### **3.4.1 Alumbrado normal en zonas de circulación**

En cada zona se dispone de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores. El factor de uniformidad media es del 40%.

#### **3.4.2 Alumbrado de emergencia**

El alumbrado de emergencia se dispone en los itinerarios accesibles y en los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior. Este alumbrado se sitúa al menos a 2 metros por encima del nivel del suelo.

Se dispondrá una luminaria en cada puerta de salida, en los cambios de dirección, escaleras y señalando el emplazamiento del equipo de extinción. La instalación es fija y dispone de una fuente propia de energía que entrará en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal.

### **3.5 Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación**

Este apartado no resulta de aplicación dado que el presente proyecto no es en si mismo o cuenta con graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión y otros edificios de uso cultural previstos para más de 3000 espectadores de pie.

### **3.6. Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

Este apartado no resulta de aplicación dadas las características propias de el edificio del GBC Mediterráneo, al no contar con ninguna piscina.

### 3.7. Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Este apartado no resulta de aplicación dado que el presente proyecto no cuenta con espacios reservados al aparcamiento en el propio edificio ni cuenta con vías de circulación propias.

### 3.8. Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

#### 3.8.1 Procedimiento de verificación

A continuación se calcula la necesidad o no de la instalación de un sistema de protección contra el rayo. Será necesaria si la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  es mayor que el riesgo admisible  $N_a$ . Se ha comprobado el edificio dividiendo el conjunto en dos cuerpos, el de oficinas y el paraboloides, debido a sus diferencias de área y altura.

-Frecuencia esperada de impactos, **Paraboloides**. Siendo  $N_g = 2$ ,  $A_e = 3.696 \text{ m}^2$ ,  $C_1 = 0,5$ .  
 $N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 3.696 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 3.70 \cdot 10^{-3}$

-Frecuencia esperada de impactos, **Oficinas**. Siendo  $N_g = 2$ ,  $A_e = 10.421 \text{ m}^2$ ,  $C_1 = 0,5$ .  
 $N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10.421 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 10.42 \cdot 10^{-3}$

-Riesgo admisible, **Paraboloides**. Siendo  $C_2 = 3$ ,  $C_3 = 1$ ,  $C_4 = 1$ ,  $C_5 = 1$   
 $N_a = (5,5 \cdot 10^{-3}) / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5) = (5,5 \cdot 10^{-3}) / (3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = 1.83 \cdot 10^{-3}$

-Riesgo admisible, **Oficinas**. Siendo  $C_2 = 2$ ,  $C_3 = 1$ ,  $C_4 = 1$ ,  $C_5 = 1$   
 $N_a = (5,5 \cdot 10^{-3}) / (C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5) = (5,5 \cdot 10^{-3}) / (2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) = 2.75 \cdot 10^{-3}$

Dados los resultados, es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo. Al ser los valores  $N_e$  mayores que  $N_a$  en ambos casos

Paraboloides  $N_a = 1.83 \cdot 10^{-3} < N_e = 3.70 \cdot 10^{-3}$

Oficinas  $N_a = 2.75 \cdot 10^{-3} < N_e = 10.42 \cdot 10^{-3}$

#### 3.8.1 Tipo de instalación exigido

El nivel de protección exigido viene dada por la tabla 2.1, para lo cual es necesaria la averiguación del valor de la eficiencia E requerida.

-Eficiencia requerida, **Paraboloides**.  
 $E = 1 - N_a / N_e = 1 - 1.83 \cdot 10^{-3} / 3.70 \cdot 10^{-3} = 0.505$

-Eficiencia requerida, **Oficinas**.  
 $E = 1 - N_a / N_e = 1 - 2.75 \cdot 10^{-3} / 10.42 \cdot 10^{-3} = 0.736$

El nivel de protección para ambos cuerpos es de nivel 4.

## **3.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad**

### **3.9.1 Accesibilidad en el exterior del edificio**

Todas las entradas del edificio cuenta con un acceso accesible desde los diferentes puntos de la parcela al encontrarse en una misma rasante con ligera pendiente para evacuación y en el caso de la plataforma de acceso a la entrada principal por una rampa que cumple la normativa.

### **3.9.2 Accesibilidad entre plantas del edificio**

El edificio cuenta en su entrada principal con un ascensor accesible que posibilita la comunicación entre la planta baja y primera de este. La disposición, dimensiones y características de este ascensor se incluyen en la planimetría adjunta de la memoria gráfica, en el apartado de justificación del DB-SUA.

### **3.9.3 Accesibilidad en las plantas del edificio**

Los itinerarios de las dos plantas del edificio pueden calificarse como itinerarios accesibles que posibilitan llegar a cada uno de los puntos de estas. Los detalles y justificación de este apartado se incluyen en la planimetría adjunta de la memoria gráfica, en el apartado de justificación del DB-SUA.

### **3.9.4 Plazas de aparcamiento accesibles**

Se disponen en la calle Juan José Sister una serie de plazas de aparcamiento accesibles reservadas a los usuarios del edificio.

### **3.9.5 Plazas reservadas**

Debido a que los espacios de conferencia, reunión o auditorio no cuentan con mobiliario fijo, la reserva de plazas accesibles no se aplica.

### **3.9.6 Servicios higiénicos accesibles**

En el edificio se cumple con el número de aseos accesibles 2,3 por cada 10, siendo el mínimo de 1 por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados.

### **3.9.6 Mobiliario fijo**

En en el vestíbulo de la entrada principal se ha previsto un punto de atención accesible.

### **3.9.7 Mecanismos**

Los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma que se encuentran instalados en el edificio son mecanismos accesibles.

### **3.9.8 Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad**

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura

del edificio serán señalizados los elementos incluidos de acuerdo con la tabla 2.1 del CTE DB SUA-A, con las características indicadas en el apartado 2.2.

## 4. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HS

*\*Planos complementarios justificativos: memoria gráfica. “Cumplimiento DB-HS”*

### 4.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la Humedad

#### 4.1.1 y 4.1.2 Muros y suelos

Puesto que no existen datos del terreno y al tratarse de un ejercicio académico, no se desarrollaran los puntos especificados en cuanto a la justificación del CTE.

#### 4.1.3 Fachadas

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas, frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene de la tabla 2.5, DB HS 1 en función de la zona pluviométrica y del grado de exposición al viento correspondiente al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

- La zona pluviométrica de promedios se obtiene de la figura 2.4. En el caso del proyecto corresponde a Valencia y por lo tanto corresponde a la zona IV.

- El grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, que en el caso del proyecto corresponde a <15 m; de la zona eólica correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5 que en el caso del proyecto corresponde a la zona A, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0- A. De esta manera, el grado de exposición al viento es **V2**.

A partir de la tabla 2.5 es obtenido el grado de impermeabilidad mínimo exigido a fachadas, correspondiente este con un grado 3.

Se determina por tanto que la fachada deberá cumplir con establecen las condiciones exigibles a la fachada, y se establece la solución constructiva R3+C1:

- R3: revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes como lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal) o bien sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

- C1: De acuerdo con el catálogo de elementos constructivos del CTE.

#### **4.1.3 Cubiertas**

El grado de impermeabilidad mínimo exigido es único e independiente de los factores climáticos. La cubierta por tanto cumple con una serie de indicaciones marcadas tales como:

- Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta es plana y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.

- Una barrera contra el vapor inmediatamente por debajo del aislante térmico cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB “Ahorro de energía”, se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento.

- Un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB “Ahorro de energía”.

- Una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico, cuando se emplee grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y antipunzonante.

-Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

## **4.2. Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos**

El edificio contará con espacios habilitados y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

### 4.3. Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

Esta sección no se aplica, puesto que no se trata de, un edificio de vivienda ni cuenta con aparcamientos o garajes. Se considera que se han observado las exigencias básicas del RITE.

### 4.4. Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

#### 4.4.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias

Los edificios disponen de medios adecuados para suministrar agua apta para el consumo de forma sostenible, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua. Además de la utilización de revestimientos o sistemas de protección que prevengan de su desgaste.

Los equipos de producción de agua caliente con sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tienen unas características tales que evitan el desarrollo de gérmenes patógenos.

La red cumple con:

- Las exigencias mínimas de caudal a los aparatos y equipo del equipamiento higiénico según lo que se dispone en la tabla 2.1 del DB HS-4.
- A su vez, en los puntos de consumo la presión mínima es de,100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores.
- La presión en cualquier punto de consumo no supera el máximo marcado de 500 kPa.
- La temperatura de ACS en los puntos de consumo esta comprendida entre 50°C y 65°C.

Para su correcto **mantenimiento**, las redes de tuberías se han diseñado de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual se disponen de arquetas o registros.

En aquellos punto donde el suministro de agua no es apto para el consumo humano, como aquellos puntos terminales empleados para el riego, provenientes de agua de lluvia y grises, se dispone de la adecuada **señalización** pertinente de manera que puedan ser identificados de manera fácil e inequívoca.

Por último, en cuanto al ahorro de agua, se dispone un sistema de contabilización, tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable. En las redes

de ACS se dispone una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m. Por su parte, los lavabos y las cisternas se encuentran dotados de dispositivos de ahorro de agua.

#### 4.4.2 Diseño

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto del edificio esta compuesta de una acometida, una instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y las diferentes derivaciones.

#### 4.4.3 Elementos que componen la instalación

- Acometida: esta dispone de una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida; de un tubo de acometida que enlaza la llave de toma con la llave de corte general y de una llave de corte en el exterior de la propiedad.

- Instalación general: la instalación contiene una llave de corte general, un filtro de la instalación general y un armario del contador general. Un tubo de alimentación con sus respectivos registros; distribuidor principal y montantes.

#### 4.4.4 Dimensionado

##### Reserva de espacio en el edificio

El edificio prevé un espacio para un armario del contador general en las salas de instalaciones para tal fin. Teniendo la siguiente dimensión mínima.

-El caudal punta del edificio se ha calculado sumando los caudales instantáneos mínimos para cada tipo de aparato de la Tabla 2.1., y tras ello empleando una fórmula según el apartado para "La determinación del caudal de cálculo o caudal simultáneo según apartado 5 de la Norma UNE 149201:2008".

$$Q_c = 0.682 \cdot (Q_t)^{0.45} - 0.14 = 0.682 \cdot (4.23)^{0.45} - 0.14 = 1.165 \text{ l/s}$$

Caudal instalado es de  $Q = 1,165 \text{ l/s}$ . Diámetro nominal de 25 mm. Las dimensiones mínimas del armario son 900 mm de largo, 500 mm de ancho y 300 mm de alto.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente: consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.

- Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual

del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

Para el dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace:

- Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

Con el dimensionado de las redes de ACS, se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

	Agua fría	ACS
<b>Lavabo 1</b>		
<i>Lavamanos</i>	$5 \cdot 0.05 = 0.25$	$5 \cdot 0.03 = 0.15$
<i>Inodoro</i>	$11 \cdot 0.10 = 1.10$	-
<i>Grifo</i>	0.15	-
<b>Cuarto ducha</b>		
<i>Lavamanos</i>	0.05	0.03
<i>Ducha</i>	0.20	0.10
<b>Cocina Rest.</b>		
<i>Fregadero</i>	$3 \cdot 0.30 = 0.90$	$3 \cdot 0.20 = 0.60$
<i>Lavavajillas Ind.</i>	0.25	0.20
<b>Servicios Rest.</b>		
<i>Grifo</i>	$3 \cdot 0.15 = 0.45$	-
<i>Lavamanos</i>	$2 \cdot 0.05 = 0.10$	$2 \cdot 0.03 = 0.06$
<i>Inodoro</i>	$2 \cdot 0.10 = 0.20$	-
<b>Lavabo 2</b>		
<i>Lavamanos</i>	$4 \cdot 0.05 = 0.20$	$4 \cdot 0.03 = 0.12$
<i>Inodoro</i>	$4 \cdot 0.10 = 0.40$	-
<b>Lavabo 3</b>		
<i>Lavamanos</i>	0.05	0.03
<i>Inodoro</i>	0.10	-
<b>Lavabo 4</b>		
<i>Lavamanos</i>	$4 \cdot 0.05 = 0.20$	$4 \cdot 0.03 = 0.12$
<i>Inodoro</i>	$4 \cdot 0.10 = 0.40$	-
<b>Lavabo 5</b>		
<i>Lavamanos</i>	$4 \cdot 0.05 = 0.20$	$4 \cdot 0.03 = 0.12$
<i>Inodoro</i>	$4 \cdot 0.10 = 0.40$	-
	<b>5.6 l/s</b>	<b>1.53 l/s</b>

## 4.5. Exigencia básica HS 5: Evacuación de Aguas

En este apartado se trata la aplicación del CTE, sobre la instalación de los medios de evacuación de aguas pluviales y residuales en el edificio en cuestión.

### 4.5.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias

- Se disponen cierres hidráulicos en la instalación que impiden el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación tienen el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que facilitan la evacuación de los residuos y son autolimpiables. Se evita la retención de aguas en su interior.
- Los diámetros de las tuberías son los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías están diseñadas de tal forma que son accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual se disponen a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables.
- Se disponen sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- La instalación no se utiliza para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

### 4.5.2 Diseño

Se plantea una red separativa de residuales, pluviales y grises con desagües en las acometidas generales en la calle Juan José Sister. Se han habilitado los respectivos depósitos para el reciclado de aguas grises, que posibilite su reuso en cisternas; y un depósito de pluviales para albergar el agua de lluvia, para su posible reutilización en los jardines del propio edificio, de manera que cause un notable impacto en el ahorro de consumo de agua del GBC.

En cuanto a los elementos que componen la instalación.

- Los cierres hidráulicos son sifones individuales de PVC, propios de cada aparato. Son autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviesa arrastra los sólidos en suspensión. Sus superficies interiores no retienen materias sólidas. No tienen partes móviles que impiden su correcto funcionamiento; tienen un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- Las redes de pequeña evacuación de PVC cumplen con los requisitos de trazado, distancias máximas e inclinaciones marcadas en la norma.
- Las bajantes y canalones de PVC no presentan desviaciones ni retranqueos. Las bajantes tienen un diámetro uniforme en toda su altura.
- Los colectores colgados se conectan mediante piezas especiales a las bajantes y tienen una pendiente del 1%. Mientras que los enterrados tienen una pendiente del 2%.

	<b>Unidades de desagüe UD</b>	<b>Ø Derivación individual</b>
<i>Lavabo</i>	$21 \cdot 2 = 42$	40
<i>Inodoro</i>	$26 \cdot 5 = 130$	100
<i>Ducha</i>	3	50
<i>Fregadero</i>	$3 \cdot 2 = 6$	40
<i>Lavavajillas</i>	6	50
<i>Sumidero sifónico</i>	$4 \cdot 3 = 12$	50
	<b>199 UD</b>	<b>110 mm</b>

El total de Unidades de desagüe UD del proyecto es de 199.

### **Sifones individuales**

En cuanto a los sifones individuales, estos cuentan con el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

### **Bajantes de aguas residuales**

Obteniendo de la tabla 4.4 se obtiene considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas, que la bajante de mayor diámetro localizada en uno de los núcleos de comunicación del conjunto es de 90 mm, pero siendo que en esta desaguan una serie de inodoros de derivaciones individuales de 110 mm se escoge este diámetro.

### **Colectores horizontales de aguas residuales**

De la tabla 4.5 se obtiene que el colector general del edificio, dado que el número de UD es de 199 y la pendiente de este es del 2 % de un diámetro de 110 mm.

#### **4.5.3 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales**

*\*La disposición de esta red de aguas pluviales se muestra en los planos de saneamiento adjuntos en la memoria gráfica.*

## 5. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HR (Protección frente al ruido)

El edificio en cuestión ha sido proyectado de manera que en su construcción y mantenimiento el conjunto de sus elementos cuenten con unas características acústicas adecuadas para lograr reducir la transmisión de ruido aéreo, del ruido de impactos y de las vibraciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

### 5.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto tienen, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, presentan las siguientes características de protección frente al ruido.

#### 5.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

En los recintos protegidos tales como aulas, salas de conferencias y despachos:

- Protección frente al ruido en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso 50 dBA.

- Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad 55 dBA.

- Protección frente al ruido generado en el exterior, según tabla 2.1 contabilizando ruido día  $L_d$  como  $60 < L_d \leq 65$ , se obtiene que 32 dBA para estancias y 30 dBA, en uso administrativo.

#### 5.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

- Protección frente al ruido en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso 65 dBA.

- Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad 60 dBA.

#### 5.1.3 Valores límite de tiempo de reverberación

En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un las aulas, salas de reunión, el comedor y restaurante de planta baja, cuentan con

la absorción acústica suficiente de tal manera que:

- El tiempo de reverberación en aulas y salas de reuniones vacías (sin ocupación y mobiliario), cuyo volumen es menor que 350 m<sup>3</sup> no será mayor de 0.7 s.

- El tiempo de reverberación en el restaurante y comedor de planta baja no será mayor que 0.9 s.

#### **5.1.4 Ruido y vibraciones de las instalaciones**

En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimitan un las

- Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones pueden transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumentan perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

- El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de climatización, son tal que se cumplen los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

## 6. Memoria justificativa del cumplimiento del DB-HE (Ahorro de energía)

Para la realización de este apartado de la memoria justificativa del CTE se ha empleado el programa informático CYPETHERM. A continuación se adjuntan los resultados obtenidos.

### 6.1 Exigencia básica HE 0 Limitación del consumo energético

#### Índice

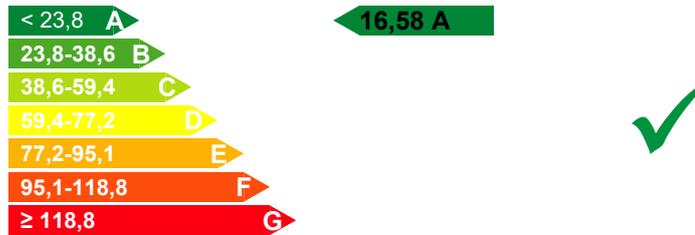
<b>1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.- Calificación energética del edificio.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.- Resultados mensuales.....</b>	<b>3</b>
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.....	3
1.2.2.- Resultados por zona habitable y mes.....	4
<b>2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.- Zonificación climática.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.- Demanda energética del edificio.....</b>	<b>4</b>
2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	4
2.2.2.- Demanda energética de ACS.....	5
<b>2.3.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.....</b>	<b>6</b>

# Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

## 1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

### 1.1.- Calificación energética del edificio

La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B (Real Decreto 235/2013, de 5 de abril)



\*Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m²·año]

### 1.2.- Resultados mensuales.

#### 1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.

EDIFICIO (S <sub>u</sub> = 2532.25 m²; V = 9558.00 m³)		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh-año)	(kWh/m²·año)
Demanda energética	Calefacción	596.3	330.8	221.1	--	--	--	--	--	--	--	3.9	353.0	1505.2	0.6
	Refrigeración	--	--	3.2	209.8	2028.1	4229.6	7729.9	8621.1	5406.1	2545.3	63.3	--	30836.3	12.2
	ACS	719.9	637.3	691.1	654.9	648.0	599.2	590.4	576.0	585.2	633.6	654.9	705.5	7696.0	3.0
	<b>TOTAL</b>	<b>1316.3</b>	<b>968.1</b>	<b>915.4</b>	<b>864.7</b>	<b>2676.1</b>	<b>4828.8</b>	<b>8320.3</b>	<b>9197.0</b>	<b>5991.3</b>	<b>3178.8</b>	<b>722.1</b>	<b>1058.6</b>	<b>40037.5</b>	<b>15.8</b>
Electricidad (f <sub>conv</sub> = 1.954)	EF <sub>cal</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EP <sub>cal</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EF <sub>ref</sub>	3459.9	3279.5	3906.5	4308.9	5740.0	6585.5	8289.5	8648.3	7199.9	6158.5	4224.7	3642.2	65443.4	25.8
	EP <sub>ref</sub>	8193.2	7765.9	9250.5	10203.4	13592.4	15594.4	19629.5	20479.3	17049.3	14583.4	10004.1	8624.6	154969.9	61.2
	EP <sub>ref,ref</sub>	6760.7	6408.2	7633.2	8419.5	11216.1	12868.0	16197.7	16898.9	14068.5	12033.8	8255.1	7116.8	127876.5	50.5
	EF <sub>aca</sub>	69.2	61.3	66.5	63.0	62.3	57.6	56.8	55.4	56.3	60.9	63.0	67.8	740.0	0.3
	EP <sub>aca</sub>	163.9	145.1	157.4	149.1	147.5	136.4	134.4	131.1	133.3	144.3	149.1	160.6	1752.3	0.7
	EP <sub>aca,aca</sub>	135.3	119.7	129.9	123.0	121.7	112.6	110.9	108.2	110.0	119.0	123.0	132.6	1446.0	0.6
	EF <sub>sub</sub>	--	--	--	--	--	--	3.7	--	--	--	--	--	3.7	0.0
	EP <sub>sub</sub>	--	--	--	--	--	--	8.7	--	--	--	--	--	8.7	0.0
Electricidad (Sistema de sustitución) (f <sub>conv</sub> = 1.954)	EP <sub>ref,ref</sub>	--	--	--	--	--	7.2	--	--	--	--	--	--	7.2	0.0
	EF <sub>aca</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EP <sub>aca</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EP <sub>aca,aca</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets) (f <sub>conv</sub> = 0.085)	EF <sub>cal</sub>	4949.9	4512.1	4726.7	4178.3	3971.4	3498.6	3636.3	3611.3	3503.1	3593.5	4290.5	5077.7	49549.4	19.6
	EP <sub>cal</sub>	5509.2	5021.9	5260.8	4650.4	4420.2	3894.0	4047.2	4019.4	3899.0	3999.6	4775.3	5651.5	55148.4	21.8
	EP <sub>cal,cal</sub>	420.7	383.5	401.8	355.2	337.6	297.4	309.1	307.0	297.8	305.4	364.7	431.6	4211.7	1.7
	EF <sub>ref</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Electricidad autoconsumida (f <sub>conv</sub> = 1.954)	EP <sub>ref,ref</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EF <sub>aca</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EP <sub>aca</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	EP <sub>aca,aca</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Resumen	EF	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-149000.0	-58.8
	EP	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-352832.0	-139.3
	EP <sub>nr</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-291146.4	-115.0
	C <sub>ef,tot</sub>	8479.1	7852.9	8699.6	8550.1	9773.7	10141.7	11986.3	12315.0	10759.2	9812.9	8578.1	8787.7	--	--
C <sub>ep</sub>	13866.3	12932.9	14668.7	15002.9	18160.1	19624.8	23819.9	24629.8	21081.5	18727.2	14928.5	14436.8	--	--	
C <sub>ep,nr</sub>	7316.8	6911.4	8164.9	8897.7	11675.4	13278.0	16624.9	17314.1	14476.3	12458.2	8742.8	7681.0	--	--	

donde:

- S<sub>u</sub>: Superficie habitable del edificio, m².
- V: Volumen neto habitable del edificio, m³.
- f<sub>conv</sub>: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- EF: Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.
- EP: Consumo energético de energía primaria, kWh.
- EP<sub>nr</sub>: Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.
- C<sub>ef,tot</sub>: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/m²·año.
- C<sub>ep</sub>: Consumo energético total de energía primaria, kWh/m²·año.
- C<sub>ep,nr</sub>: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/m²·año.

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

### 1.2.2.- Resultados por zona habitable y mes

Zona común ( $S_u = 2532.25 \text{ m}^2$ ;  $V = 9558.00 \text{ m}^3$ )

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m <sup>2</sup> -año)	
Demanda energética	Calefacción	596.3	330.8	221.1	--	--	--	--	--	--	--	3.9	353.0	1505.2	0.6
	Refrigeración	--	--	3.2	209.8	2028.1	4229.6	7729.9	8621.1	5406.1	2545.3	63.3	--	30836.3	12.2
	ACS	719.9	637.3	691.1	654.9	648.0	599.2	590.4	576.0	585.2	633.6	654.9	705.5	7696.0	3.0
<b>TOTAL</b>		<b>1316.3</b>	<b>968.1</b>	<b>915.4</b>	<b>864.7</b>	<b>2676.1</b>	<b>4828.8</b>	<b>8320.3</b>	<b>9197.0</b>	<b>5991.3</b>	<b>3178.8</b>	<b>722.1</b>	<b>1058.6</b>	<b>40037.5</b>	<b>15.8</b>

		Ene (h)	Feb (h)	Mar (h)	Abr (h)	May (h)	Jun (h)	Jul (h)	Ago (h)	Sep (h)	Oct (h)	Nov (h)	Dic (h)	Año (h)
Tiempo con demanda no satisfecha <sup>1</sup>	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	0.50	2.75	15.00	15.25	5.50	1.00	--	--	40.00

<sup>1</sup>Tiempo durante el cual el sistema de climatización no ha podido mantener la temperatura de consigna de la zona, considerando una tolerancia de 0,2°C. La demanda energética no satisfecha por el sistema de climatización definido es cubierta por el sistema de sustitución.

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m <sup>2</sup> -año)	
Energía útil aportada	ACS <sub>sol</sub>	360.0	318.6	345.6	327.5	324.0	299.6	295.2	288.0	292.6	316.8	327.5	352.8	3848.0	1.5
	ACS <sub>sis</sub>	360.0	318.6	345.6	327.5	324.0	299.6	295.2	288.0	292.6	316.8	327.5	352.8	3848.0	1.5

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$V$ : Volumen neto de la zona habitable, m<sup>3</sup>.

ACS<sub>sol</sub>: Energía solar útil aportada, kWh.

ACS<sub>sis</sub>: Energía útil aportada por el sistema, kWh.

## 2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

### 2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Valencia (provincia de Valencia)**, con una altura sobre el nivel del mar de **13.000 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **B3**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

### 2.2.- Demanda energética del edificio.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.

#### 2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas realizada con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ version 9.0, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

Zonas habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{cal}$ (kWh·año)	$D_{ref}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	$D_{ref}$ (kWh·año)	$D_{ref}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Zona común	2532.25	1505.2	0.6	30836.3	12.2
	<b>2532.25</b>	1505.2	<b>0.6</b>	30836.3	<b>12.2</b>

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$D_{cal}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh·año.

$D_{ref}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

### 2.2.2.- Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)											
Temperatura del agua de red	10.0	11.0	12.0	13.0	15.0	17.0	19.0	20.0	18.0	16.0	13.0	11.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	$Q_{ACS}$ (l/día)	$T_{ref}$ (°C)	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{ACS}$ (kWh·año)	$D_{ACS}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	$\%_{AS}$ (%)	$D_{ACS,sis}$ (kWh·año)	$D_{ACS,sis}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Zona común	400.0	60.0	2532.25	7696.0	3.0	50.0	3848.0	1.5
	<b>400.0</b>		<b>2532.25</b>	7696.0	<b>3.0</b>		3848.0	<b>1.5</b>

donde:

$Q_{ACS}$ : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

$T_{ref}$ : Temperatura de referencia, °C.

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

$D_{ACS}$ : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$\%_{AS}$ : Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.

$D_{ACS,sis}$ : Demanda energética de ACS cubierta por el sistema, kWh/m<sup>2</sup>·año.

### 2.3.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE0.

Vector energético	$C_{ef,total}$		$f_{cep}$	$C_{ep,nr}$	
	(kWh·año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)		(kWh·año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Electricidad	66187.1	26.1	1.954	129329.7	51.1
Biomasa densificada (pellets)	49549.4	19.6	0.085	4211.7	1.7

donde:

$C_{ef,total}$ : Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$f_{cep}$ : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$C_{ep,nr}$ : Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/m<sup>2</sup>·año.

## **Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético**

### **2.4.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.**

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ version 9.0, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- la demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- el dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- la distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.

## **6.2 Exigencia básica HE 1 Limitación de demanda energética.**

### **Índice**

<b>1.- PORCENTAJE DE AHORRO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA RESPECTO AL EDIFICIO DE REFERENCIA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....</b>	<b>3</b>
<b>3.- RESULTADOS MENSUALES.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1.- Balance energético anual del edificio.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....</b>	<b>5</b>
<b>3.3.- Evolución de la temperatura.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....</b>	<b>6</b>
<b>4.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1.- Zonificación climática.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.- Agrupaciones de recintos.....</b>	<b>7</b>
<b>4.3.- Perfiles de uso utilizados.....</b>	<b>8</b>
<b>4.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.....</b>	<b>8</b>

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

### 1.- PORCENTAJE DE AHORRO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA RESPECTO AL EDIFICIO DE REFERENCIA.

$$\%_{AD} = 100 \cdot (D_{G,0.8,ref} - D_{G,0.8,obj}) / D_{G,0.8,ref} = 100 \cdot (26.20 - 11.59) / 26.20 = 55.8 \% \geq \%_{AD,exigido} = 25.0 \% \quad \checkmark$$

donde:

- $\%_{AD}$ : Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.
- $\%_{AD,exigido}$ : Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos en zona climática de verano **3** y **Baja** carga de las fuentes internas del edificio, (tabla 2.2, CTE DB HE 1), **25.0 %**.
- $D_{G,0.8,obj}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, suponiendo una tasa de ventilación de 0.8 renovaciones/hora durante el periodo de ocupación, según  $D_{G,0.8} = D_{C,0.8} + 0.7 \cdot D_{R,0.8}$  en territorio peninsular, kWh/m<sup>2</sup>·año.
- $D_{G,0.8,ref}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, suponiendo una tasa de ventilación de 0.8 renovaciones/hora durante el periodo de ocupación, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios'.

### 2.- RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	Carga interna	$C_{FI}$ (W/m <sup>2</sup> )	$D_{G,0.8,obj}$ (kWh/año)	$D_{G,0.8,obj}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	$D_{G,0.8,ref}$ (kWh/año)	$D_{G,0.8,ref}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	$\%_{AD}$
Zona común	2532.25	Baja	4.43	29356.03	11.59	66344.73	26.20	55.8
	<b>2532.25</b>		<b>4.43</b>	29356.03	<b>11.59</b>	66344.73	<b>26.20</b>	<b>55.8</b>

donde:

- $S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.
- $C_{FI}$ : Densidad de las fuentes internas. Supone el promedio horario de la carga térmica total debida a las fuentes internas, repercutida sobre la superficie útil, calculada a partir de las cargas nominales en cada hora para cada carga (carga sensible debida a la ocupación, carga debida a iluminación y carga debida a equipos) a lo largo de una semana tipo. La densidad de las fuentes internas del edificio se obtiene promediando las densidades de cada una de las zonas ponderadas por la fracción de la superficie útil que representa cada espacio en relación a la superficie útil total del edificio. W/m<sup>2</sup>.
- $\%_{AD}$ : Porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto al edificio de referencia.
- $D_{G,0.8,obj}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto, calculada como suma ponderada de las demandas de calefacción y refrigeración, suponiendo una tasa de ventilación de 0.8 renovaciones/hora durante el periodo de ocupación, según  $D_{G,0.8} = D_{C,0.8} + 0.7 \cdot D_{R,0.8}$  en territorio peninsular, kWh/m<sup>2</sup>·año.
- $D_{G,0.8,ref}$ : Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia, calculada en las mismas condiciones de cálculo que el edificio objeto, suponiendo una tasa de ventilación de 0.8 renovaciones/hora durante el periodo de ocupación, obtenido conforme a las reglas establecidas en el Apéndice D de CTE DB HE 1 y el documento 'Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios'.

Conforme a la densidad obtenida de las fuentes internas del edificio ( $C_{FI,edif} = 4.43$  W/m<sup>2</sup>), la carga de las fuentes internas del edificio se considera **Baja**, por lo que el porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia es **25.0%**, conforme a la tabla 2.2 de CTE DB HE 1.

### 3.- RESULTADOS MENSUALES.

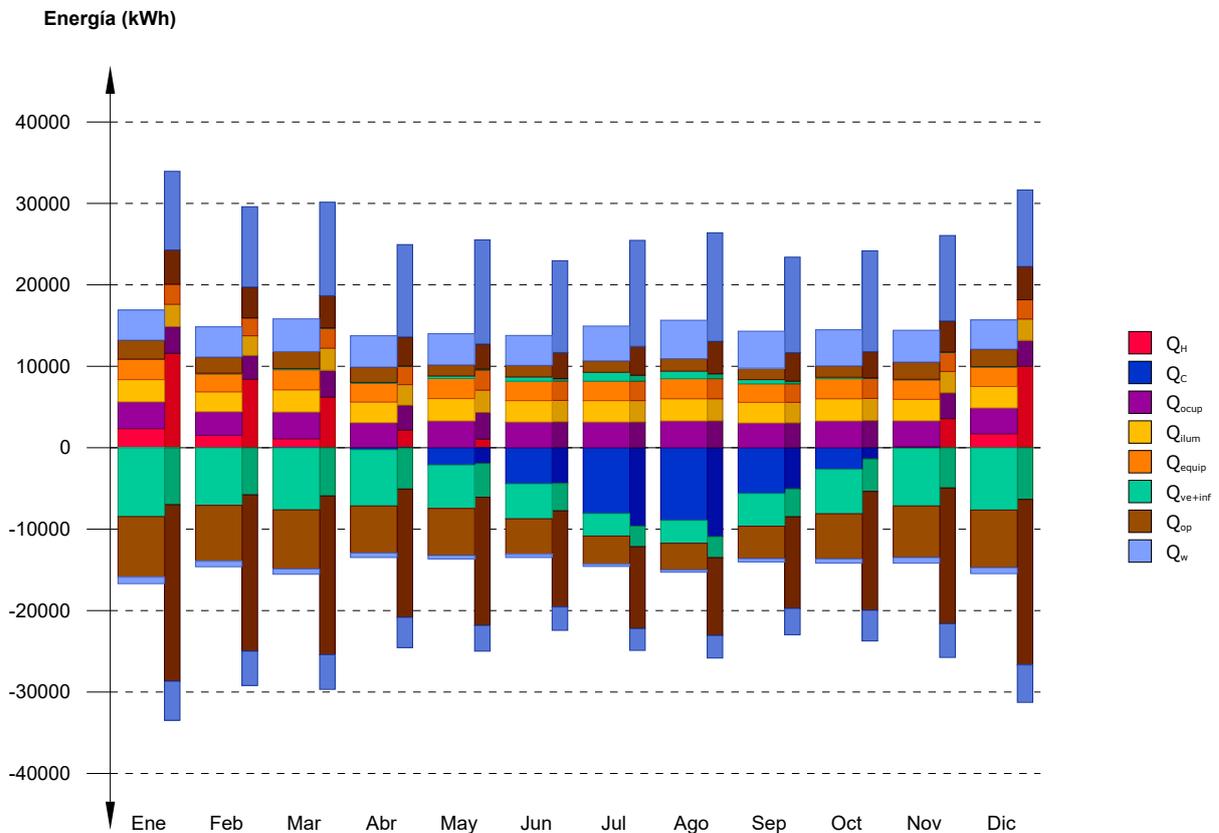
#### 3.1.- Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros ( $Q_{op}$  y  $Q_w$ , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones ( $Q_{ve+inf}$ ), la ganancia de calor interna debida a la ocupación ( $Q_{ocup}$ ), a la iluminación ( $Q_{lum}$ ) y al equipamiento interno ( $Q_{equip}$ ), así como el aporte necesario de calefacción ( $Q_H$ ) y refrigeración ( $Q_C$ ).

Han sido realizadas dos simulaciones de demanda energética, correspondientes al edificio objeto de proyecto y al edificio de referencia generado en base a éste, conforme a las reglas establecidas para la definición del edificio de referencia (Apéndice D de CTE DB HE 1 y documento 'Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios'). Con objeto de comparar visualmente el comportamiento de ambas modelizaciones, la gráfica muestra también los resultados del edificio de referencia, mediante barras más estrechas y de color más oscuro, situadas a la derecha de los

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

valores correspondientes al edificio objeto.



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
<b>Balance energético anual del edificio.</b>														
$Q_{op}$	2311.2	1978.8	2095.0	1896.6	1351.0	1423.6	1398.1	1551.5	1403.8	1399.3	2113.6	2129.1	-46102.21	-18.21
$Q_w$	-7453.1	-6881.6	-7242.7	-5781.3	-5769.4	-4366.0	-3456.6	-3276.9	-3980.6	-5538.7	-6329.6	-7077.4	41885.96	16.54
$Q_{ve+inf}$	61.8	106.7	136.5	124.9	323.0	520.3	1104.4	914.6	515.0	182.2	83.9	73.3	-65351.91	-25.81
$Q_{equip}$	2461.3	2187.9	2461.3	2279.0	2461.3	2370.2	2370.2	2461.3	2279.0	2461.3	2370.2	2370.2	28533.39	11.27
$Q_{lum}$	2734.8	2431.0	2734.8	2532.2	2734.8	2633.5	2633.5	2734.8	2532.2	2734.8	2633.5	2633.5	31703.73	12.52
$Q_{ocup}$	3282.5	2917.8	3282.5	3039.3	3282.5	3160.9	3160.9	3282.5	3039.3	3282.5	3160.9	3160.9	38052.53	15.03
$Q_H$	<b>2351.5</b>	<b>1512.2</b>	<b>1093.4</b>	<b>34.3</b>	<b>11.0</b>	--	--	--	--	--	<b>153.5</b>	<b>1719.9</b>	<b>6875.85</b>	<b>2.72</b>
$Q_C$	--	--	<b>-4.5</b>	<b>-237.7</b>	<b>-2113.5</b>	<b>-4414.9</b>	<b>-8065.4</b>	<b>-8926.6</b>	<b>-5623.0</b>	<b>-2656.3</b>	<b>-72.7</b>	--	<b>-32114.55</b>	<b>-12.68</b>
$Q_{HC}$	<b>2351.5</b>	<b>1512.2</b>	<b>1097.9</b>	<b>272.0</b>	<b>2124.5</b>	<b>4414.9</b>	<b>8065.4</b>	<b>8926.6</b>	<b>5623.0</b>	<b>2656.3</b>	<b>226.2</b>	<b>1719.9</b>	<b>38990.40</b>	<b>15.40</b>

donde:

$Q_{op}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_w$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{ve+inf}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{equip}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{lum}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

$Q_{ocup}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

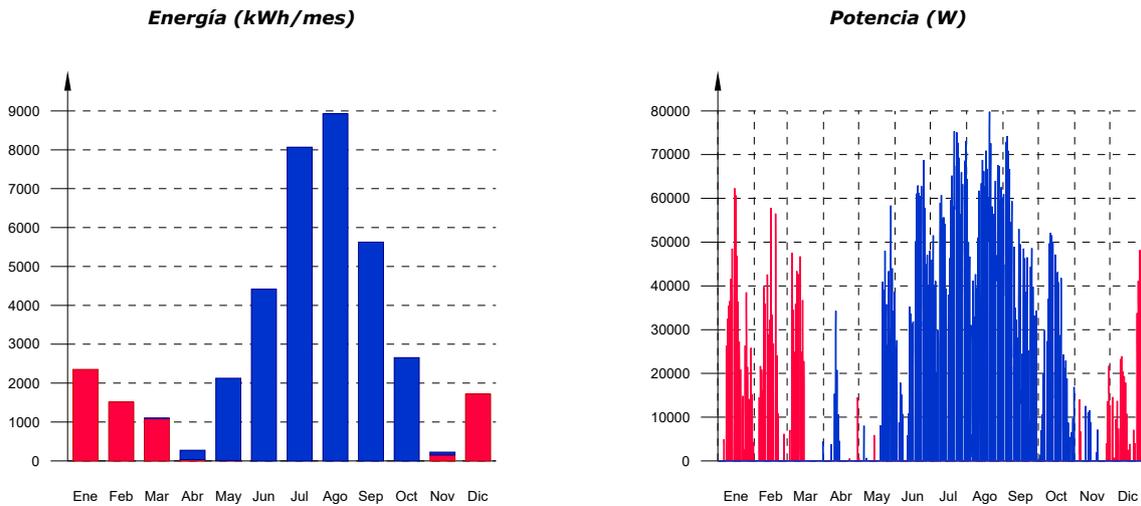
$Q_H$ : Energía aportada de calefacción, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_C$ : Energía aportada de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{HC}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

### 3.2.- Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

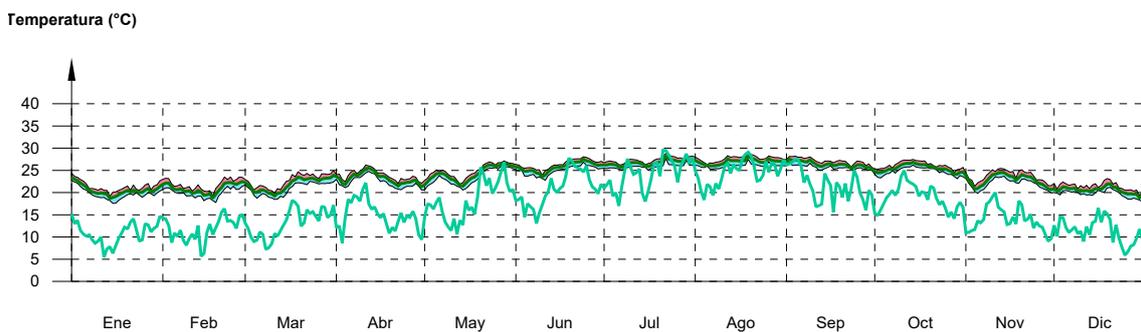
Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



### 3.3.- Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

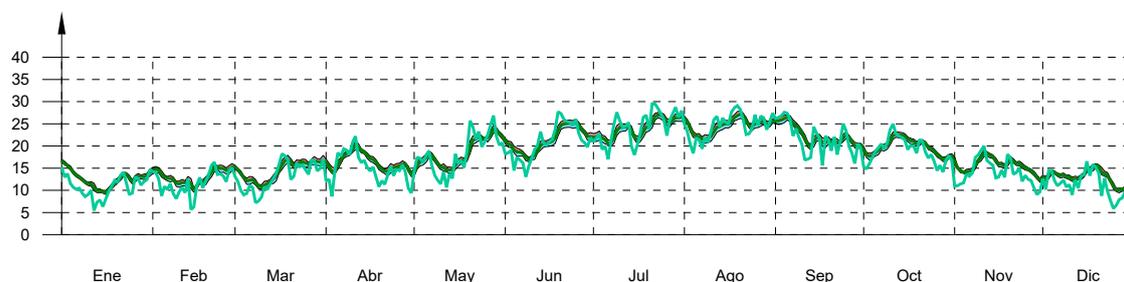
#### Zona común



#### Zona no habitable

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Temperatura (°C)



### 3.4.- Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
<b>Zona común</b> ( $A_r = 2532.25 \text{ m}^2$ ; $V = 9558.00 \text{ m}^3$ )														
$Q_{op}$	2003.4	1696.9	1784.1	1579.4	1116.0	1161.2	1171.2	1312.9	1141.8	1150.4	1813.0	1840.9	-47718.79	-18.84
$Q_w$	-7399.4	-6787.0	-7120.8	-5673.0	-5580.5	-4177.2	-3196.6	-3049.2	-3821.2	-5415.2	-6256.9	-7012.9	41885.96	16.54
$Q_{ve+inf}$	--	--	0.4	4.3	117.0	315.6	826.2	670.7	343.0	46.7	2.4	--	-63729.94	-25.17
$Q_{equip}$	2461.3	2187.9	2461.3	2279.0	2461.3	2370.2	2370.2	2461.3	2279.0	2461.3	2370.2	2370.2	28533.39	11.27
$Q_{illum}$	2734.8	2431.0	2734.8	2532.2	2734.8	2633.5	2633.5	2734.8	2532.2	2734.8	2633.5	2633.5	31703.73	12.52
$Q_{ocup}$	3282.5	2917.8	3282.5	3039.3	3282.5	3160.9	3160.9	3282.5	3039.3	3282.5	3160.9	3160.9	38052.53	15.03
$Q_H$	<b>2351.5</b>	<b>1512.2</b>	<b>1093.4</b>	<b>34.3</b>	<b>11.0</b>	--	--	--	--	--	<b>153.5</b>	<b>1719.9</b>	<b>6875.85</b>	<b>2.72</b>
$Q_C$	--	--	<b>-4.5</b>	<b>-237.7</b>	<b>-2113.5</b>	<b>-4414.9</b>	<b>-8065.4</b>	<b>-8926.6</b>	<b>-5623.0</b>	<b>-2656.3</b>	<b>-72.7</b>	--	<b>-32114.55</b>	<b>-12.68</b>
$Q_{HC}$	<b>2351.5</b>	<b>1512.2</b>	<b>1097.9</b>	<b>272.0</b>	<b>2124.5</b>	<b>4414.9</b>	<b>8065.4</b>	<b>8926.6</b>	<b>5623.0</b>	<b>2656.3</b>	<b>226.2</b>	<b>1719.9</b>	<b>38990.40</b>	<b>15.40</b>

#### Zona no habitable ( $A_r = 196.34 \text{ m}^2$ ; $V = 705.25 \text{ m}^3$ )

$Q_{op}$	307.8	281.9	310.9	317.2	235.0	262.3	226.9	238.7	262.0	248.9	300.6	288.2	1616.58	8.23
$Q_w$	-53.7	-94.6	-121.8	-108.2	-189.0	-188.8	-260.0	-227.7	-159.4	-123.5	-72.7	-64.5	1616.58	8.23
$Q_{ve+inf}$	61.8	106.7	136.1	120.6	206.0	204.7	278.2	243.9	171.9	135.6	81.5	73.3	-1621.98	-8.26
$Q_{equip}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
$Q_{illum}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
$Q_{ocup}$	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

donde:

$A_r$ : Superficie útil de la zona térmica, m<sup>2</sup>.

$V$ : Volumen interior neto de la zona térmica, m<sup>3</sup>.

$Q_{op}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_w$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{ve+inf}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{equip}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{illum}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{ocup}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_H$ : Energía aportada de calefacción, kWh/m<sup>2</sup>·año.

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

$Q_c$ : Energía aportada de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{HC}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

### 4.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

#### 4.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Valencia (provincia de Valencia)**, con una altura sobre el nivel del mar de **13.000 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **B3**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

#### 4.2.- Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	$\eta$ (%)	ren <sub>h</sub> (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{ocup,l}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,l}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{lum}$ (kWh/año)	T <sup>o</sup> calef. media (°C)	T <sup>o</sup> refri g. media (°C)	Perfil de uso
<b>Zona común (Zona habitable)</b>												
HAB1	1489.55	5660.49	70.00	0.80	22383.7	14131.3	16784.2	--	18649.1	20.0	25.0	
HAB2	251.28	942.32	70.00	0.80	3776.0	2383.9	2831.4	--	3146.0	20.0	25.0	
HAB3	214.92	805.94	70.00	0.80	3229.6	2038.9	2421.7	--	2690.8	20.0	25.0	Media, Otros usos 8h
HAB4	427.76	1604.10	70.00	0.80	6428.1	4058.2	4820.0	--	5355.6	20.0	25.0	
HAB5	148.74	545.16	70.00	0.80	2235.2	1411.1	1676.0	--	1862.2	20.0	25.0	
	<b>2532.25</b>	<b>9558.00</b>	<b>70.00</b>	<b>0.80/0.32*</b>	<b>38052.6</b>	<b>24023.4</b>	<b>28533.4</b>	<b>--</b>	<b>31703.8</b>	<b>20.0</b>	<b>25.0</b>	
<b>Zona no habitable (Zona no habitable)</b>												
NA1	114.52	412.26	--	0.83	--	--	--	--	--			
NA2	20.37	72.99	--	0.83	--	--	--	--	--	Oscilación libre		-
NA3	61.45	220.00	--	0.83	--	--	--	--	--			
	<b>196.34</b>	<b>705.25</b>	<b>--</b>	<b>0.83</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>			

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m<sup>2</sup>.

V: Volumen interior neto del recinto, m<sup>3</sup>.

$\eta$ : Eficiencia térmica de la recuperación de calor, %.

ren<sub>h</sub>: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.

\*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.

$Q_{ocup,s}$ : Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{ocup,l}$ : Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{equip,s}$ : Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{equip,l}$ : Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.

$Q_{lum}$ : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.

T<sup>o</sup> calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.

T<sup>o</sup> refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

### 4.3.- Perfiles de uso utilizados.

		Distribución horaria																							
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: <b>Media, Otros usos 8 h</b> (uso no residencial)																									
<b>Temp. Consigna Alta (°C)</b>																									
Laboral	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Temp. Consigna Baja (°C)</b>																									
Laboral	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Ocupación sensible (W/m<sup>2</sup>)</b>																									
Laboral	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Iluminación (%)</b>																									
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (W/m<sup>2</sup>)</b>																									
Laboral	0	0	0	0	0	0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ventilación (%)</b>																									
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 4.4.- Procedimiento de cálculo de la demanda energética.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ version 9.0, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

## Anexo: Descripción de materiales y elementos constructivos

### Índice

<b>1.- SISTEMA ENVOLVENTE.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.- Suelos en contacto con el terreno.....</b>	<b>4</b>
1.1.1.- Soleras.....	4
<b>1.2.- Fachadas.....</b>	<b>5</b>
1.2.1.- Parte ciega de las fachadas.....	5
1.2.2.- Huecos en fachada.....	6
<b>1.3.- Medianerías.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.- Cubiertas.....</b>	<b>8</b>
1.4.1.- Parte maciza de las azoteas.....	8
<b>2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.- Compartimentación interior vertical.....</b>	<b>10</b>
2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical.....	10
<b>2.2.- Compartimentación interior horizontal.....</b>	<b>10</b>
<b>3.- MATERIALES.....</b>	<b>12</b>

## Descripción de materiales y elementos constructivos

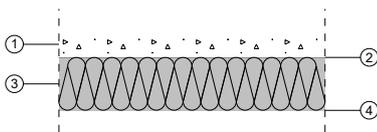
### 1.- SISTEMA ENVOLVENTE

#### 1.1.- Suelos en contacto con el terreno

##### 1.1.1.- Soleras

#### Solera arranque Superficie total 271.66 m<sup>2</sup>

Solera arranque



Listado de capas:

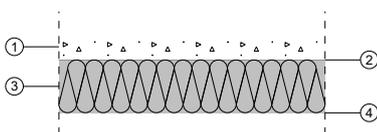
1 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	6.00 cm
2 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00 cm
3 - GUTTEX Thermoflat	12.00 cm
4 - Forjado cavity	0.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.14 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Espesor total 18.00 cm  
 Longitud característica, B': 6.950 m  
 Resistencia térmica del forjado, Rf: 3.04 (m<sup>2</sup>·K)/W  
 Superficie del forjado, A: 297.70 m<sup>2</sup>  
 Perímetro del forjado, P: 85.671 m  
 Conductividad térmica, λ: 1.100 W/(m·K)

#### Solera arranque Superficie total 276.37 m<sup>2</sup>

Solera arranque



Listado de capas:

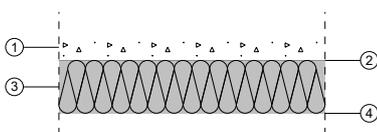
1 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	6.00 cm
2 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00 cm
3 - GUTTEX Thermoflat	12.00 cm
4 - Forjado cavity	0.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.13 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Espesor total 18.00 cm  
 Longitud característica, B': 8.359 m  
 Resistencia térmica del forjado, Rf: 3.04 (m<sup>2</sup>·K)/W  
 Superficie del forjado, A: 300.79 m<sup>2</sup>  
 Perímetro del forjado, P: 71.967 m  
 Conductividad térmica, λ: 1.100 W/(m·K)

#### Solera arranque Superficie total 427.76 m<sup>2</sup>

Solera arranque



Listado de capas:

1 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	6.00 cm
2 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00 cm
3 - GUTTEX Thermoflat	12.00 cm
4 - Forjado cavity	0.00 cm

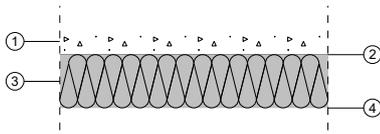
## Descripción de materiales y elementos constructivos

Características	Transmitancia térmica, U: 0.13 W/(m <sup>2</sup> ·K) Espesor total 18.00 cm Longitud característica, B': 9.332 m Resistencia térmica del forjado, Rf: 3.04 (m <sup>2</sup> ·K)/W Superficie del forjado, A: 456.77 m <sup>2</sup> Perímetro del forjado, P: 97.896 m Conductividad térmica, λ: 1.100 W/(m·K)
-----------------	--

### Solera arranque

Superficie total 263.25 m<sup>2</sup>

Solera arranque



Listado de capas:

1 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	6.00 cm
2 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00 cm
3 - GUTTEX Thermoflat	12.00 cm
4 - Forjado cavity	0.00 cm

Características	Transmitancia térmica, U: 0.14 W/(m <sup>2</sup> ·K) Espesor total 18.00 cm Longitud característica, B': 7.484 m Resistencia térmica del forjado, Rf: 3.04 (m <sup>2</sup> ·K)/W Superficie del forjado, A: 287.99 m <sup>2</sup> Perímetro del forjado, P: 76.958 m Conductividad térmica, λ: 1.100 W/(m·K)
-----------------	--

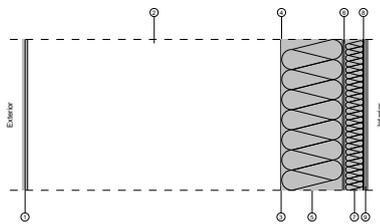
## 1.2.- Fachadas

### 1.2.1.- Parte ciega de las fachadas

#### Cerramientos

Superficie total 1686.78 m<sup>2</sup>

Cerramientos



Listado de capas:

1 - Lama de aluminio	2.00 cm
2 - Cámara de aire	100.00 cm
3 - Aluminio aleaciones de	0.15 cm
4 - Betún fieltro o lámina	0.20 cm
5 - GUTTEX Thermoflex	24.00 cm
6 - Tablero contrachapado d < 250	1.20 cm
7 - GUTTEX Thermoflex	7.00 cm
8 - Lámina cortavapor	0.10 cm
9 - Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	1.50 cm

Características	Transmitancia térmica, U: 0.11 W/(m <sup>2</sup> ·K) Espesor total 136.15 cm
-----------------	---

## Descripción de materiales y elementos constructivos

### I.2.2.- Huecos en fachada

#### **Puerta 1.8**

Puerta 1.8

Características                      Transmitancia térmica, U: 1.25 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.400 (color intermedio)

#### **puerta 2.4**

puerta 2.4

Características                      Transmitancia térmica, U: 1.20 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Absortividad,  $\alpha_s$ : 0.600 (color intermedio)

#### **Ventana 1.80**

Ventana 1.80

Características                      Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.540  
Factor de reducción, Fr: 0.300  
Fracción opaca, Ff: 0.300

#### **Ventana 0.60**

Ventana 0.60

Características                      Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.540  
Factor de reducción, Fr: 0.700  
Fracción opaca, Ff: 0.300

#### **Ventana 1.20**

Ventana 1.20

Características                      Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.540  
Factor de reducción, Fr: 0.700  
Fracción opaca, Ff: 0.300

#### **Ventana 3.6**

Ventana 3.6

Características                      Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.540  
Factor de reducción, Fr: 0.300  
Fracción opaca, Ff: 0.300

#### **Ventana 4.8**

Ventana 4.8

Características                      Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Factor solar, g: 0.540  
Factor de reducción, Fr: 0.320  
Fracción opaca, Ff: 0.300

## Descripción de materiales y elementos constructivos

### Puerta 3.6

Puerta 3.6

Características	Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Factor solar, g: 0.540
	Factor de reducción, Fr: 0.320
	Fracción opaca, Ff: 0.300

### Ventana 4.1

Ventana 4.1

Características	Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Factor solar, g: 0.540
	Factor de reducción, Fr: 0.320
	Fracción opaca, Ff: 0.300

### Puerta 4.20

Puerta 4.20

Características	Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Factor solar, g: 0.540
	Factor de reducción, Fr: 0.320
	Fracción opaca, Ff: 0.300

### Puerta 4.8

Puerta 4.8

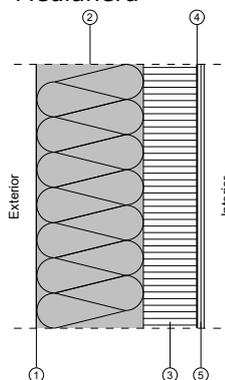
Características	Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Factor solar, g: 0.540
	Factor de reducción, Fr: 0.320
	Fracción opaca, Ff: 0.300

## 1.3.- Medianerías

### Medianera

Superficie total 197.18 m<sup>2</sup>

Medianera



Listado de capas:

1 - Lámina impermeable de betún fieltro	0.20 cm
2 - GUTTEX Thermoflex	24.00 cm
3 - Egoín CLT. Pino Radiata	12.00 cm
4 - Barrera cortavapor	0.20 cm
5 - Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	1.50 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.11 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Espesor total 37.90 cm

## Descripción de materiales y elementos constructivos

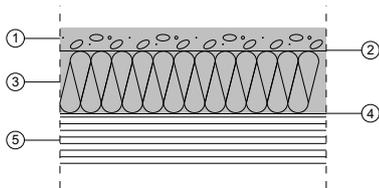
### 1.4.- Cubiertas

#### 1.4.1.- Parte maciza de las azoteas

##### Azoteas

Superficie total 1688.19 m<sup>2</sup>

Azoteas



Listado de capas:

1 - Acabado de gravas	5.00 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
3 - GUTTEX Thermoflat	14.00 cm
4 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.20 cm
5 - Egoín CLT. Pino Radiata	12.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.17 W/(m<sup>2</sup>·K)

Espesor total 31.60 cm

## Descripción de materiales y elementos constructivos

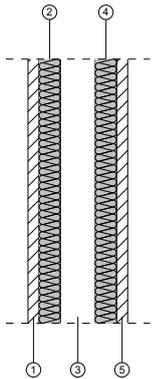
### 2.- SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

#### 2.1.- Compartimentación interior vertical

##### 2.1.1.- Parte ciega de la compartimentación interior vertical

**Particion interior Knauff** Superficie total 105.36 m<sup>2</sup>

Particion interior Knauff



Listado de capas:

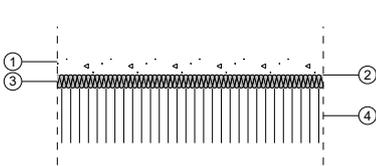
1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.50 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.80 cm
3 - Cámara de aire	7.90 cm
4 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.80 cm
5 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.27 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 22.50 cm

#### 2.2.- Compartimentación interior horizontal

**Forjado interior** Superficie total 955.69 m<sup>2</sup>

Forjado interior



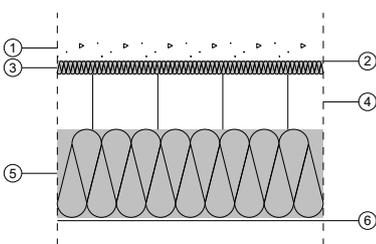
Listado de capas:

1 - Microcemento pulido	6.00 cm
2 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	3.00 cm
4 - Egoi CLT	12.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.29 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 21.50 cm

**Forjado interior-exterior** Superficie total 510.38 m<sup>2</sup>

Forjado interior-exterior



Listado de capas:

1 - Microcemento pulido	6.00 cm
2 - Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	3.00 cm
4 - Egoi CLT	12.50 cm
5 - GUTTEX Thermoflat	20.00 cm
6 - Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.12 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Espesor total 43.00 cm

## Descripción de materiales y elementos constructivos

### 3.- MATERIALES

Capas					
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp
Lama de aluminio	2.00	2800.00	160.000	0.00	880.00
Aluminio aleaciones de	0.15	2800.00	160.000	0.00	880.00
Betún fieltro o lámina	0.20	1100.00	0.230	0.01	1000.00
GUTTEX Thermoflex	24.00	50.00	0.036	6.67	2100.00
Tablero contrachapado d < 250	1.20	200.00	0.090	0.13	1600.00
GUTTEX Thermoflex	7.00	50.00	0.036	1.94	2100.00
Lámina cortavapor	0.10	1100.00	0.230	0.00	1000.00
Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	1.50	650.00	0.130	0.12	1700.00
Lámina impermeable de betún fieltro	0.20	1100.00	0.230	0.01	1000.00
Egoín CLT. Pino Radiata	12.00	520.00	0.057	2.11	1600.00
Barrera cortavapor	0.20	1100.00	0.230	0.01	1000.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.50	825.00	0.250	0.10	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4.80	40.00	0.031	1.55	1000.00
Acabado de gravas	5.00	1950.00	2.000	0.03	1045.00
Betún fieltro o lámina	0.40	1100.00	0.230	0.02	1000.00
GUTTEX Thermoflat	14.00	140.00	0.040	3.50	2100.00
Polietileno alta densidad [HDPE]	0.20	980.00	0.500	0.00	1800.00
Microcemento pulido	6.00	2150.00	1.650	0.04	1000.00
Polietileno alta densidad [HDPE]	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	3.00	30.00	0.029	1.03	1000.00
Egoín CLT	12.50	520.00	0.057	2.19	1600.00
Egoín CLT	12.50	520.00	0.057	2.19	1600.00
GUTTEX Thermoflat	20.00	140.00	0.040	5.00	2100.00
Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	1.50	650.00	0.130	0.12	1700.00
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	6.00	2150.00	1.650	0.04	1000.00
GUTTEX Thermoflat	12.00	140.00	0.040	3.00	2100.00
Forjado cavity	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm		RT	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> ·K)/W	
$\rho$	Densidad kg/m <sup>3</sup>		Cp	Calor específico J/(kg·K)	
$\lambda$	Conductividad térmica W/(m·K)				

## 6.3 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

El edificios disponen de las instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación queda definida en el proyecto de los edificio. El trazado de las instalaciones de climatización queda recogido en los planos de la memoria gráfica.

## 6.4 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

El edificio, así como los espacios exteriores del proyecto dispondrán de las instalaciones de iluminación apropiadas para proporcionar la iluminación adecuada de todos los espacios en ausencia de iluminación natural. Esta exigencia queda definida en el proyecto del edificio. El trazado de las instalaciones de iluminación queda recogido en los planos de la memoria gráfica.

### 6.4.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias

Dada la complejidad del proyecto, no se expondrán los cálculos para cada aérea. Se realizan mediante la fórmula (2.1) y teniendo en cuenta la limitación de los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio establecidos en la tabla 2.1. Siendo la VEEI: administrativo en general= 3.0, aulas y laboratorios= 3.5, zonas comunes en edificios no residenciales = 6, almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas= 4.

### 6.4.2 Potencia instalada en edificio

Además, la potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2, siendo esta de 12 [W/m<sup>2</sup>] para edificios de uso administrativo.

### 6.4.3 Sistemas de control y regulación

Respecto a los sistemas de control y regulación la instalación tendrá en cuenta:

- Toda zona dispne de al menos un sistema de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Toda zona dispone de un sistema de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las zonas de uso esporádico disponen de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado o sistema de pulsador temporizador.

- Se instalan sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulan proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural de las luminarias de las habitaciones de menos de 6 metros de profundidad y en las dos primeras líneas paralelas de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana.

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

El edificio dispone de un sistema de producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS), compuesto por **colectores termosolares**. La instalación en cubierta se compone por una superficie instalada de **32m<sup>2</sup> de colectores solares de tubos de vacío**. Esta tecnología transforma la radiación solar incidente en energía térmica para calentar el fluido (agua) del circuito primario. Esta instalación cubre el 100 % de la demanda de ACS, superando el mínimo estipulado por el CTE.

### 6.5.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias

En cuanto a la contribución solar mínima, el edificio se ubica en Valencia, perteneciente a la zona climática III. La ocupación del edificio se estima en 100 personas. Por lo tanto, según la tabla 4.1. de demanda de referencia a 60°C, para uso de oficinas este se establece en 2 Litros/día-unidad , por lo que la demanda total es de 200 litros/día.

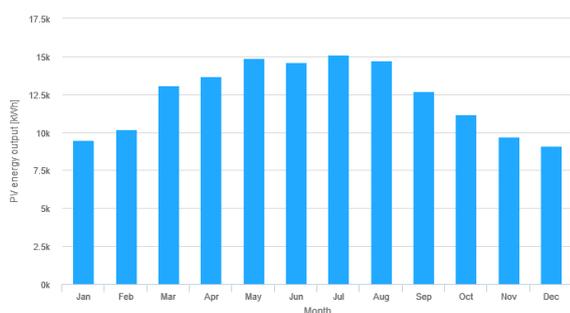
Según la tabla 2.1, con los anteriores datos el porcentaje de contribución solar mínima para ACS es del 40%. Al tratarse de un caso general, el sistema de captación solar no sobrepasará las pérdidas que se indican a continuación, según la tabla 2.3 de pérdidas límite: orientación e inclinación: 10%, sombras: 10%, total: 15%.

\* Tal como se ha descrito previamente la instalación cubre el 100% de la demanda de ACS. Más detalles en la memoria gráfica y en la memoria constructiva.

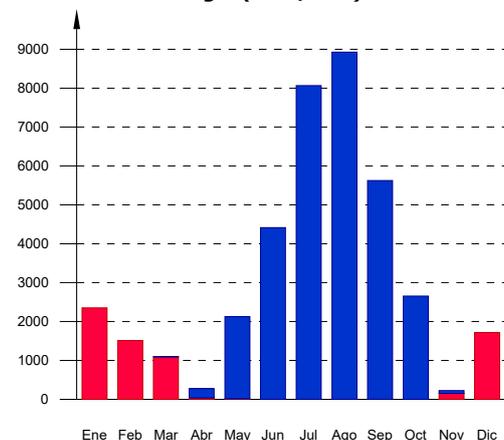
## 6.5 Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

El edificio dispone de un sistema fotovoltaico, el cual por sus dimensiones cubre las necesidades del edificio en materia eléctrica. Para más detalles consultar la *memoria memoria gráfica y en la memoria constructiva*.

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Energía (kWh/mes)



Comparativa del rendimiento de la instalación fotovoltaica conectada a la red y el gasto energético del edificio. **CYPETHERM** Izq. **PVGIS** Dcha.





## Anexo: cálculo de la estructura

1. Descripción de la estructura -----	99
1.1 Justificación del modelo estructural -----	99
2. Estimación de cargas -----	100
3. Materiales y coeficientes de seguridad -----	101
4. Descripción de las hipótesis de carga y sus combinaciones -----	102
5. Modelo de cálculo y análisis estructural -----	104
6 Modelo del Paraboloide -----	105
7 Modelo de las oficinas -----	110

# 1. Descripción de la estructura

## 1.1 Justificación del modelo estructural

Tal como se ha descrito con anterioridad, debido a su impronta urbana y a los diferentes usos que alberga el edificio, el GBC mediterráneo se divide en 2 cuerpos. Siendo la estructura de estos diferentes en cuanto a su concepción y manera de trabajar, pero similares en cuanto a sus materiales.

Gran parte de la complejidad de los sistemas estructurales empleados, responden a la necesidad de emplear en la medida de lo posible una serie de materiales cuyo impacto medioambiental sea lo mas leve posible. Es por ello que la estructura va ligada estrechamente a lo largo de todo el proceso proyectual, explorándose diferentes posibilidades materiales/estructurales y sus respectivas soluciones arquitectónicas. Es por ello que se han explorado soluciones en fábrica de ladrillo, madera, hormigón prefabricado y acero.

Siendo finalmente escogida una solución mixta acero-madera. En primer lugar, se posibilita la reutilización y reciclaje de partes de la estructura, debido al “fácil” desmontaje de esta, a diferencia de por ejemplo el hormigón. De esta manera se compensan los elevados costes de fabricación del acero. En el caso de la madera, es un material con un impacto ambiental muy bajo respecto a los anteriores, debido a su bajo requerimiento energético.

Como ya se ha comentado anteriormente, el cuerpo que alberga los usos de oficina, aulas, cafetería y demás estancias de un uso más privado o semipúblico de la institución se distribuyen en un cuerpo longitudinal de planta baja más una altura que recorre el perímetro del solar en sus lados oeste y norte. Debido a la necesidad de adaptarse a las edificaciones existentes y a la fisonomía urbana adyacente, este cuerpo de 156 metros se encuentra perforado en su planta baja en 3 puntos permitiendo la libre circulación y su conexión con el barrio del Grao. Debido al uso de este cuerpo nace la necesidad de lograr una planta lo más diáfana posible, capaz de adaptarse a las necesidades futuras del edificio, permitiendo alargar ostensiblemente la vida útil de este y por ende el aprovechamiento de los materiales.

Es por ello que se plantea una estructura de forjados de madera laminada CLT 125mm 5s de una luz reducida (luz entre correas 2.4 m) apoyado sobre correas y cerchas de acero, que permiten salvar las luces requeridas por el proyecto anteriormente mencionadas. Por otra parte, los núcleos de escalera y ascensor (4 en total) se realizan completamente mediante paneles CLT de madera 125mm 5s, estos a su vez confieren de estabilidad horizontal al conjunto.

En el caso del cuerpo más público y representativo, ubicado en el otro extremo del solar y con una función de cabeza del conjunto se opta por un sistema estructural completamente diferente. Ante la necesidad de cubrir un gran espacio diáfano y abierto a su entorno, se busca una solución que reduzca la cantidad de soportes al máximo y en consonancia con el resto del proyecto, emplee un menor uso de materiales y espesor de estos mediante su máximo aprovechamiento. Se opta por tanto por una solución estructural de cáscara. Sin embargo a diferencia lo que viene siendo “usual”, se emplea para esta cáscara madera en vez de hormigón.

Las estructuras de cáscara, basan su comportamiento estructural de la forma. En el caso del proyecto se ha decantado por una paraboloides hiperbólico. A diferencia de otros modelos similares, en este caso tres de los cuatro puntos se encuentran a la misma cota, encontrándose el cuarto elevado 12.25 metros respecto a los anteriores. Usualmente esta punta tendería a bajar, sin embargo al encontrarse 3 puntos a la misma cota y el hecho de que el paraboloides en planta tenga una huella más cercana a una cometa que a un cuadrado de lados iguales. Se

produce que la punta de voladizo del paraboloide en vez de inclinarse se eleve. Mejorando así su comportamiento general.

En líneas generales, la cáscara está formada por planchas de madera de pino C-30 termotratadas para clase de servicio 3. Con una capa de arriostramiento superior formada por dos capas de 140/20mm dispuestas continuas en las dos direcciones y capas inferiores de dimensiones 140/34mm.

En el caso de los bordes de la estructura de cáscara y en las zonas cercanas a los apoyos se macizan las capas inferiores con el objetivo de transmitir mejor las cargas y reforzar el anillo exterior. El perímetro de la cubierta se encuentra rodeado por una plancha metálica cuyo objetivo es el refuerzo del anillo exterior y al mismo tiempo ayudar durante el proceso de construcción a la colocación de las planchas de madera, como si se tratara de una especie de encofrado perdido. Las cargas se transmiten desde los bordes hasta la cimentación mediante una serie de apoyos metálicos tubulares.

En ambos cuerpos tanto las oficinas como la cabeza del conjunto, los materiales de la estructura se encuentran a la vista, destacando especialmente el protagonismo en todos los espacios del plano de techo, en ambos de madera y acero, dotando de continuidad al conjunto y de manera paralela realizando una conexión con otras estructuras de la dársena donde el plano de techo también es el protagonista como las atarazanas y los tinglados.

## 2 Estimación de cargas

De ahora en adelante se dividirá el análisis de manera que se pueda distinguir claramente entre los dos cuerpos existentes. Conociéndose al cuerpo longitudinal como oficinas y al de cabeza como paraboloide.

Las cargas de los diferentes elementos constructivos se han definido a partir del Catálogo de Elementos constructivos del CTE y el DB-SE-AE. Haciendo una distinción entre las permanentes, variables, y otras cargas como las de nieve. Por motivos de simplificación del ejercicio se han omitido las acciones de viento y sismo.

### Cargas oficinas:

-Forjado tipo: 1.54 KN/m<sup>2</sup> **carga permanente**

-CLT madera 125mm 5s: 0.68 KN/m<sup>2</sup>

-Aislante antiimpacto 30 mm: 0.06 KN/m<sup>2</sup>

-Suelo radiante 60 mm: 0.60 KN/m<sup>2</sup>

-Instalaciones: 0.20 KN/m<sup>2</sup>

-Forjado tipo: 2 KN/m<sup>2</sup> **carga variable**

-Forjado cubierta: 2.35 KN/m<sup>2</sup> **carga permanente**

-CLT madera 125mm 5s: 0.68 KN/m<sup>2</sup>

-Aislante : 0.17 KN/m<sup>2</sup>

-Mortero de nivelación: 0.60 KN/m<sup>2</sup>

-Grava 50 mm : 0.70 KN/m<sup>2</sup>

-Instalaciones: 0.20 KN/m<sup>2</sup>

-Forjado cubierta: 1 KN/m<sup>2</sup> **carga variable**

-Forjado cubierta: 0.2 KN/m<sup>2</sup> **carga nieve**

### Cargas paraboloide:

-Cubierta paraboloide: 1 KN/m<sup>2</sup> **carga variable**

-Cubierta paraboloide: 0.2 KN/m<sup>2</sup> **carga nieve**

A las cargas permanentes que se muestran, no se ha añadido el peso propio de los elementos estructurales, ya que los programas informáticos (SAP 2000 y Architrave 2019) en el que se ha calculado la estructura tienen en cuenta el peso de los elementos estructurales.

### 3 Materiales y coeficientes de seguridad

De ahora en adelante se dividirá el análisis de manera que se pueda distinguir claramente entre los dos cuerpos existentes. Conociéndose al cuerpo longitudinal como oficinas y al de cabeza como paraboloides.

Las cargas de los diferentes elementos constructivos se han definido a partir del Catálogo de Elementos constructivos del CTE y el DB-SE-AE. Haciendo una distinción entre las permanentes, variables, y otras cargas como las de nieve. Por motivos de simplificación del ejercicio se han omitido las acciones de viento y sismo

#### Materiales oficinas:

- Hormigón cimentaciones:
- Encepados y micropilotes: HA-25/B/40/IIIa y B 500S para armaduras de acero
- Acero estructural: S275JR
- Madera forjados y núcleos: EGO CLT 125 5s pino radiata.

#### Materiales paraboloides:

- Hormigón cimentaciones:
- Encepados y micropilotes: HA-25/B/40/IIIa y B 500S para armaduras de acero
- Acero estructural: S355
- Madera cáscara: madera de pino C-30 termotratada para clase de servicio 3.

#### Coeficientes de seguridad. Materiales oficinas:

- Hormigón cimentaciones:
- Hormigón  $Y_m=1.50$  Acero armaduras  $Y_m=1.15$  *situación persistente o transitoria.*
- Hormigón  $Y_m=1.30$  Acero armaduras  $Y_m=1.00$  *situación accidental.*
- Acero estructural: S275JR  $Y_m=1.05$
- Madera forjados y núcleos:  $Y_m=1.15$  madera laminada encolada

#### Coeficientes de seguridad. Materiales paraboloides:

- Hormigón cimentaciones:
- Encepados y micropilotes:
- Hormigón  $Y_m=1.50$  Acero armaduras  $Y_m=1.15$  *situación persistente o transitoria.*
- Hormigón  $Y_m=1.30$  Acero armaduras  $Y_m=1.00$  *situación accidental.*
- Acero estructural: S355  $Y_m=1.05$
- Madera cáscara:  $Y_m=1.30$  madera maciza

## 4 Descripción de las hipótesis de carga y sus combinaciones

### Combinación de acciones (ELU):

#### 1. Situación persistente y transitoria:

$$\sum_{l \geq 1} \lambda^{e'l} \cdot e^{k'l} + \lambda^b \cdot b + \lambda^{\sigma'l} \cdot \sigma^{k'l} + \sum_{l > 1} \lambda^{\sigma'l} \cdot \rho^{0'l}$$

- Acciones permanentes ( $\gamma_G G_k$ ).
- Una acción variable cualquiera ( $\gamma_G Q_k$ ), adoptándose sucesivamente.
- Las demás acciones variables, en valores de cálculo de combinación ( $\gamma_G \Psi_0 Q_k$ ).

Para las comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, dentro de la misma acción, la parte favorable (estabilizadora) de la desfavorable (desestabilizadora) según los valores ( $\gamma$ ) de la tabla 4.1. Además los valores de los coeficientes de simultaneidad ( $\Psi$ ), se obtendrán según los valores de la tabla 4.2

### Combinación de acciones (ELS):

#### 2. Combinación característica: efecto de acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Todas las acciones permanentes en valor característico ( $G_k, P$ )
- Una acción variable cualquiera en valor característico ( $Q_k$ ), adoptándose sucesivamente.
- Las demás acciones variables, en valores de combinación ( $\Psi_0 Q_k$ )

#### 5. Combinación frecuente: efecto de acciones de corta duración que resultan reversibles.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Todas las acciones permanentes en valor característico ( $G_k, P$ )
- Una acción variable cualquiera en valor frecuente ( $\Psi_1 Q_k$ ), adoptándose sucesivamente.
- Las demás acciones variables, en valor casi permanente ( $\Psi_2 Q_k$ )

#### 6. Combinación casi permanente: efecto de acciones de larga duración.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Todas las acciones permanentes en valor característico ( $G_k, P$ )
- Todas las acciones variables en valor casi permanente ( $\Psi_2 Q_k$ )

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

Tipo de verificación (1)	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

(1) Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

$$G_1 = \text{peso propio} - Q_1 = \text{Variable} - Q_3 = \text{Nieve}$$

Se han realizado diversas hipótesis dependiendo de si nos encontramos analizando los Estados Límite Últimos (ELU) o bien los Estados Límite de Servicio (ELS):

### ELU (Criterios resistentes)

#### 1. Situación persistente y transitoria:

##### 1.1 (USO 1 ELU) Uso dominante. nieve secundaria.

$$1,35 G_1 + 1,5 Q_1 + 0,75 Q_3$$

**1.2 (NIEVE 1 ELU)** Nieve principal. Uso secundarios.

$$1.35 G_1 + 1.5 Q_3 + 1.05 Q_1$$

**2.** Combinación característica: efecto de acciones de corta duración que resultan reversibles.

**2.1 (NIEVE 1 ELS)** Nieve principal. Uso secundario.

$$G_1 + 0,2 Q_3 + 0,6 Q_1$$

**3.** Combinación casi permanente: efecto de acciones de larga duración.

**3.1 (USO 2 ELS)**

$$G_1 + 0,6 Q_1$$

## 5 Modelo de cálculo y análisis estructural

Previo a la realización del modelo se ha realizado de manera manual en el caso de cuerpo de oficinas un predimensionado de la estructural metálica teniendo en cuenta las cargas anteriormente mencionadas. De este predimensionado se han escogido tanto para las correas como para los cordones superiores e inferiores de las cerchas, perfiles HEB-200 S275. Las cerchas cuentan con un canto de eje a eje de los cordones de 70 cm y en un primer lugar se había predimensionado con montantes verticales y diagonales de tubulares cuadrados de #70.5. Siendo finalmente sustituido tras la introducción en el modelo por montantes verticales de #80.6,3 y las diagonales con dos perfiles en L 50.50.6. Así mismo los pilares metálicos que en un principio habían sido predimensionados como HEB-240, cumplen en su gran mayoría, teniendo que ser sustituidos por perfiles HEM-220 en aquellos puntos más sensibles.

En el caso del paraboloides la pre dimensión se realizó de manera más “experimental”, introduciendo diferentes secciones para comprobar cual de ellas se comportaba mejor, decantándose finalmente por la de 176mm, siendo los soportes metálicos de  $\varnothing 219$  e=12mm. Para más detalles de la construcción y los elementos estructurales consultar los planos de la memoria gráfica correspondientes al paraboloides.

Puesto que el orden de magnitud, dimensiones y detalles constructivos necesarios para el desarrollo de este tipo de estructura son poco corrientes se ha recurrido al ejemplo del auditorio al aire libre Parque Paraíso en San Blas<sup>1 2</sup>, de materiales y geometría similares.

### Modelización

Para la modelización de la estructura del edificio se ha recurrido al software Autocad de Autodesk. Posteriormente se han empleado 2 programas de análisis estructural. En el caso del cuerpo de oficinas se ha empleado Architrave 2019 mientras que en el caso del cuerpo de paraboloides se ha utilizado SAP 2000, puesto que la complejidad de la estructura rebasaba las posibilidades del programa anteriormente mencionado.

1. Antón A., Meijide A., Corbal J. (2009): “**Timber roof structure for outdoor auditorium in Parque Paraíso, San Blas (Madrid)**”. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2009, Valencia.

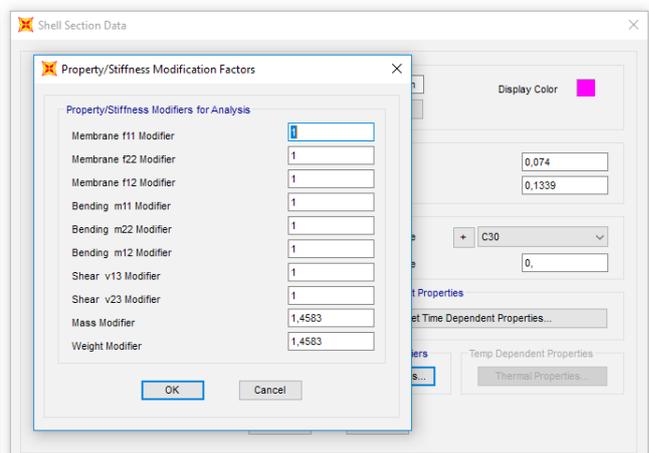
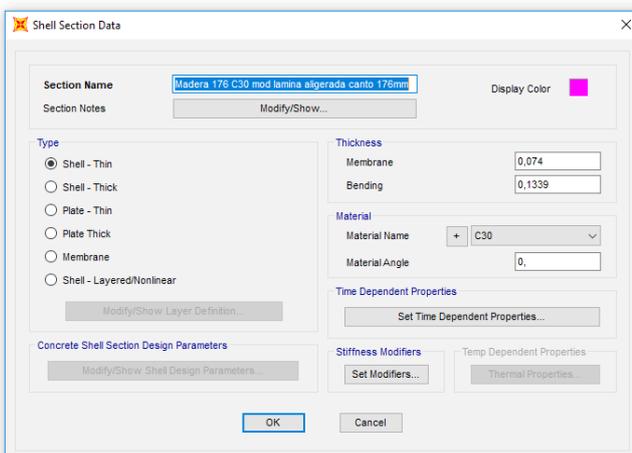
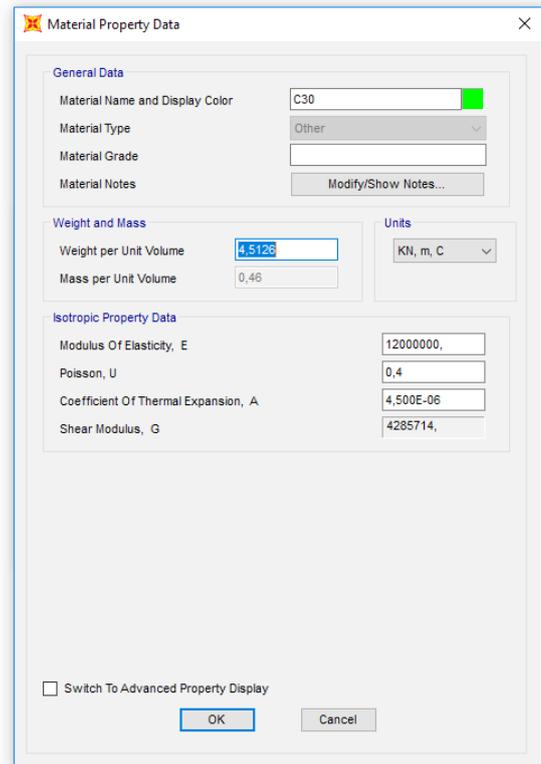
2. Barreiro C., Caramés F.(2007): “**Estructura de madera para la cubierta de un auditorio al aire libre en el parque El Paraíso, San Blas (Madrid).**” Informes de la Construcción

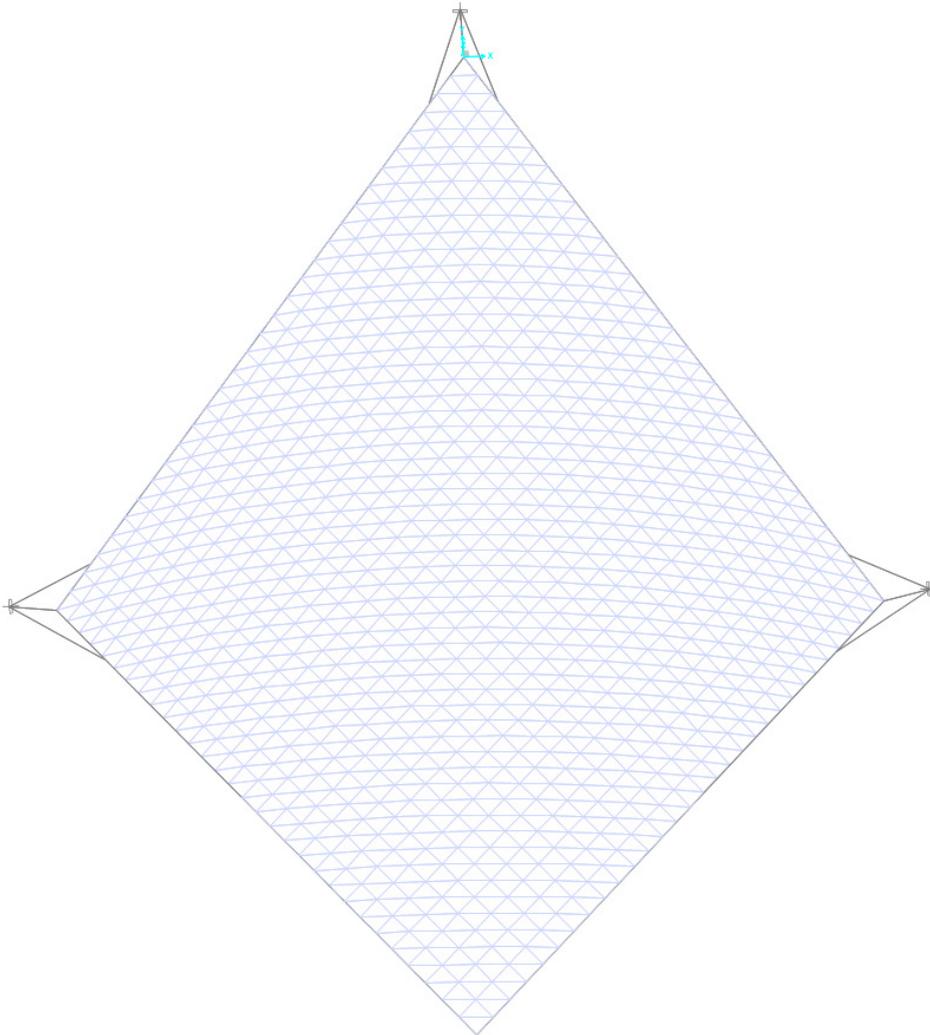
## 6 Modelo del Paraboloid

A modo de simplificar la geometría se ha reducido a un elemento finito de doble curvatura. Por otra parte, los elementos metálicos se han modelado como elementos de barra. Y a efectos de simular la corona metálica y las uniones con los soportes se ha distribuido una serie de elementos de barra en el perímetro del paraboloid.

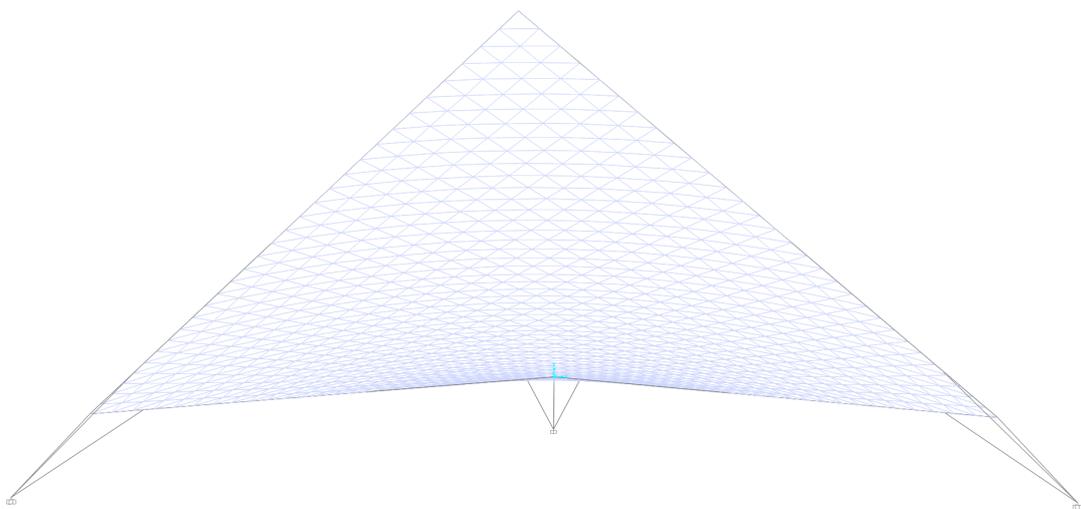
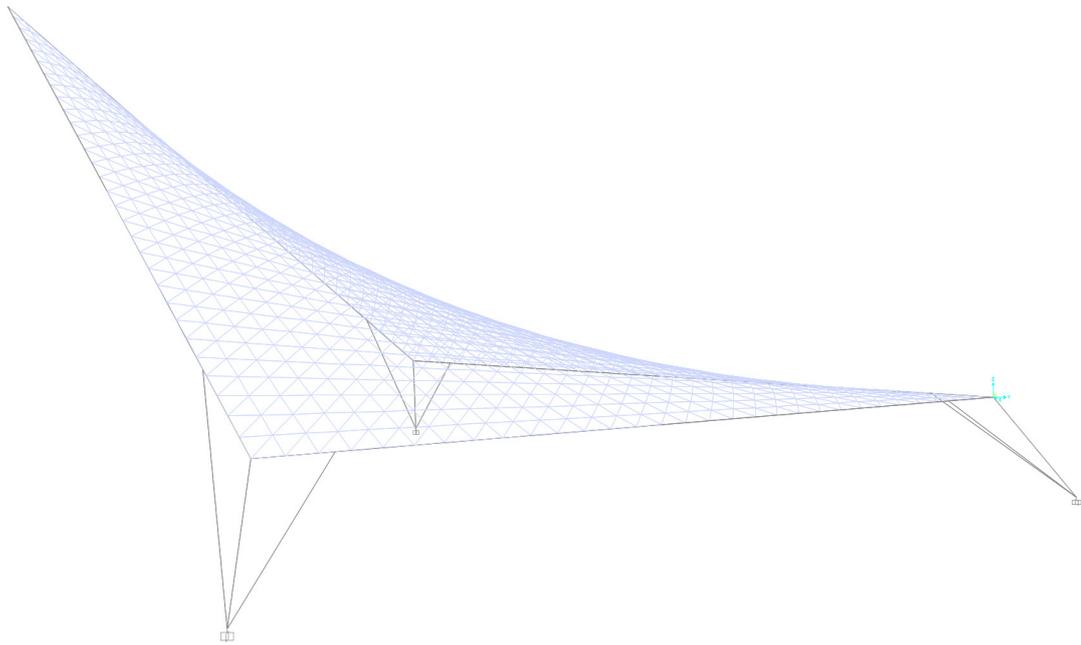
El principal reto a la hora de modelar el elemento finito de cáscara ha sido simular el comportamiento de la sección de madera. Con este intención, el material de madera empleado C30 se modifica de ortotrópico a isótropo con el objetivo que se comporte de igual manera en ambas direcciones. Además se emplea elemento finito tipo shell modificando los parámetros de *thickness: membrane* y *bending*. De esta manera se simula un comportamiento de losa aligerada, pero en vez de hormigón de madera, donde algunas de sus zonas como se puede apreciar en la documentación gráfica se encuentran macizadas.

A continuación se muestran una serie de capturas de pantalla extraídas del SAP 2000, correspondientes a estas modificaciones anteriormente mencionadas. Además de capturas del modelo.

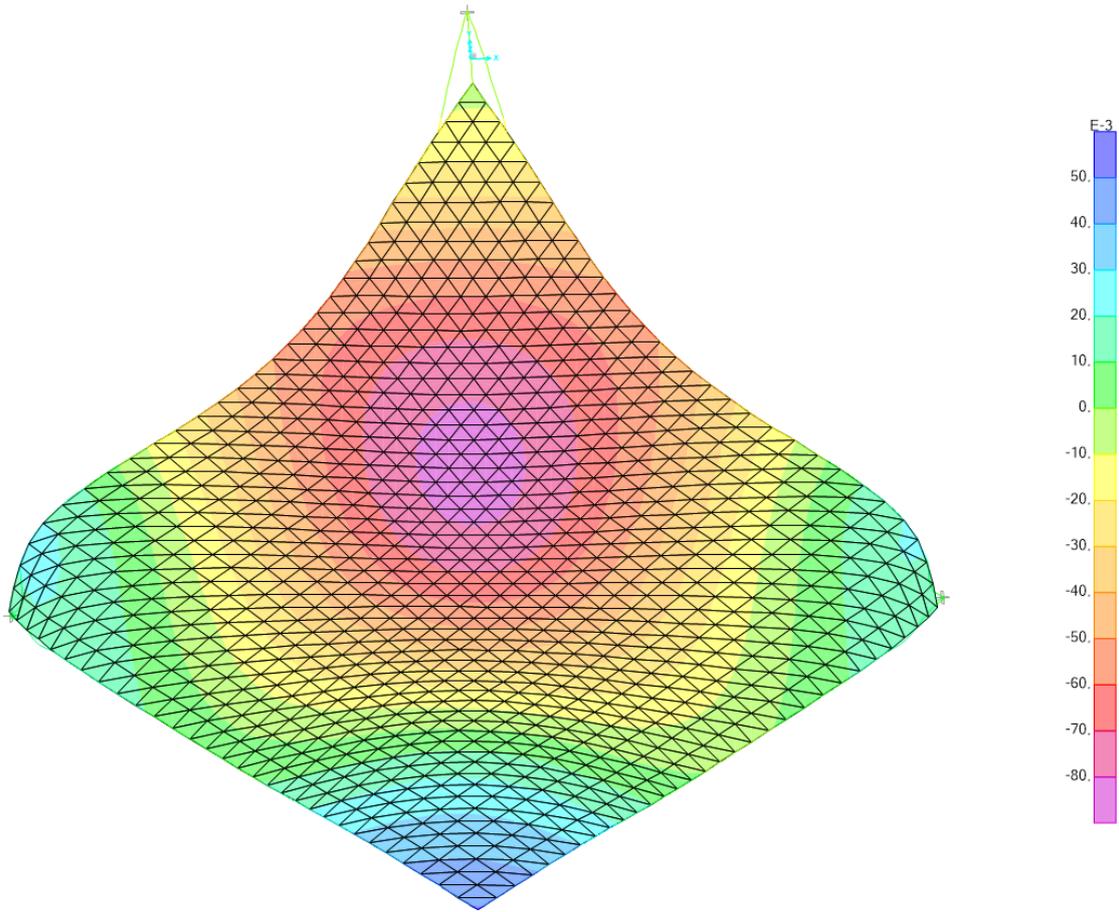




Vista en planta geometría



Vista lateral y frontal geometría

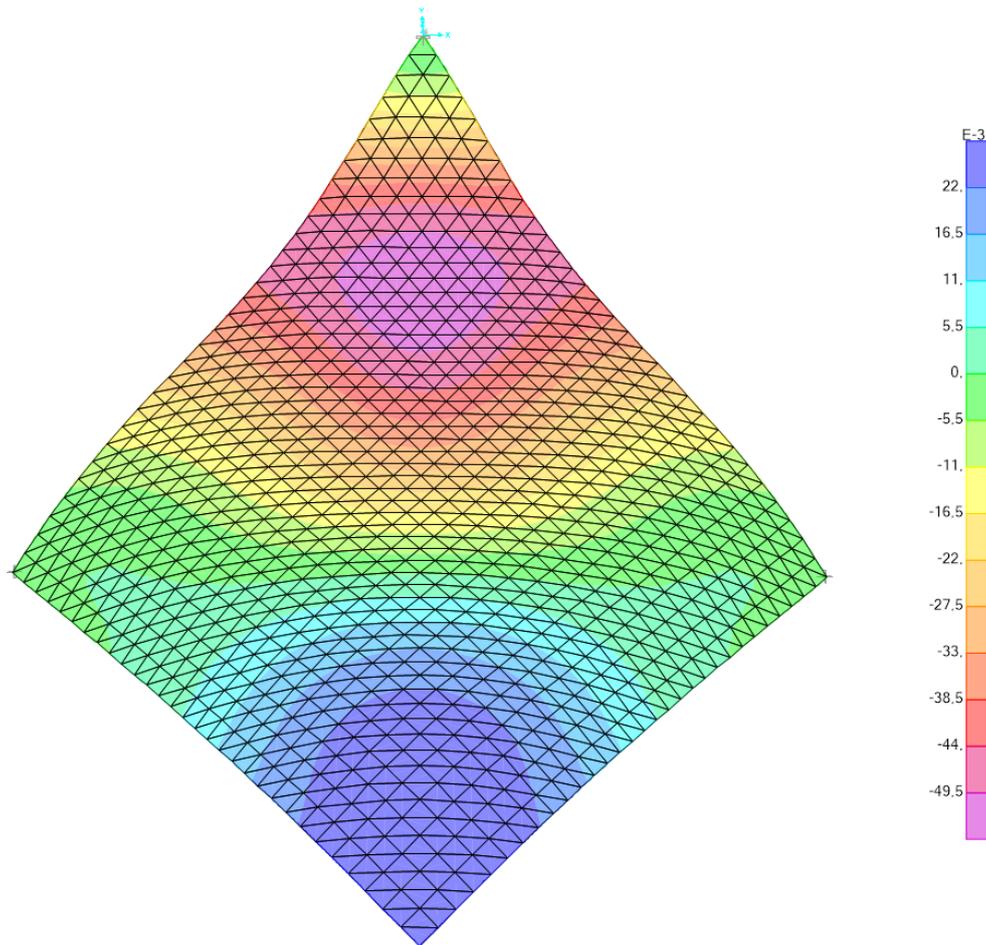


Deformada ELSqpu

### Limite de deformaciones

Los límites de deformación se establecen respecto la flecha relativa máxima (desplazamientos verticales). Para su verificación se han tomado varios puntos de control en la estructura en aquellos lugares donde los desplazamientos son máximos. En estos puntos se ha de verificar que los desplazamientos verticales son menores al límite establecido de  $1/250$  de la luz. No se precisa la verificación del límite de confort de los usuarios ya que la deformación máxima se produce en una cubierta no transitable.

La mayor deformación se sitúa en la cubierta en el punto de voladizo de punta y otro en la de mas o menos el centro de esta. Esta deformación instantánea se cuantifica en 80 milímetros, siendo la luz en proyección horizontal de 34500mm y el limite de la flecha de 138mm.



Deformada ELSqup

*\*Se asume que el comportamiento del modelo imita de manera imperfecta la realidad de una estructura de estas características. La principal diferencia con un modelo correctamente realizado y que por tanto modificaría ligeramente los resultados sería una correcta modernización del sistema de cordón de acero que rodea la estructura de cáscara de madera. Sistema que en el modelo actual se encuentra muy simplificado y por tanto provoca deformaciones mucho mayores a las que presentaría la cáscara por separado. Como se puede ver en la imagen más arriba.*

## 7 Modelo de las oficinas

Como ya se ha descrito previamente, para el modelado de este cuerpo del edificio se ha realizado la geometría del modelo en Autocad y a continuación se ha analizado en Architrave 2019.

Los apoyos se han modernizado como empotramientos perfectos, los elementos de la estructura de acero como barras y los núcleos de madera laminada como elementos finitos en forma de malla global. Por último las cargas de los forjados tipo y de cubierta se han modelizado como áreas de reparto unidireccionales donde ya se incluye como peso propio los elementos de forjado de madera laminada CLT 125 5s. Tanto anteriormente como en la memoria gráfica se describen los perfiles empleados.

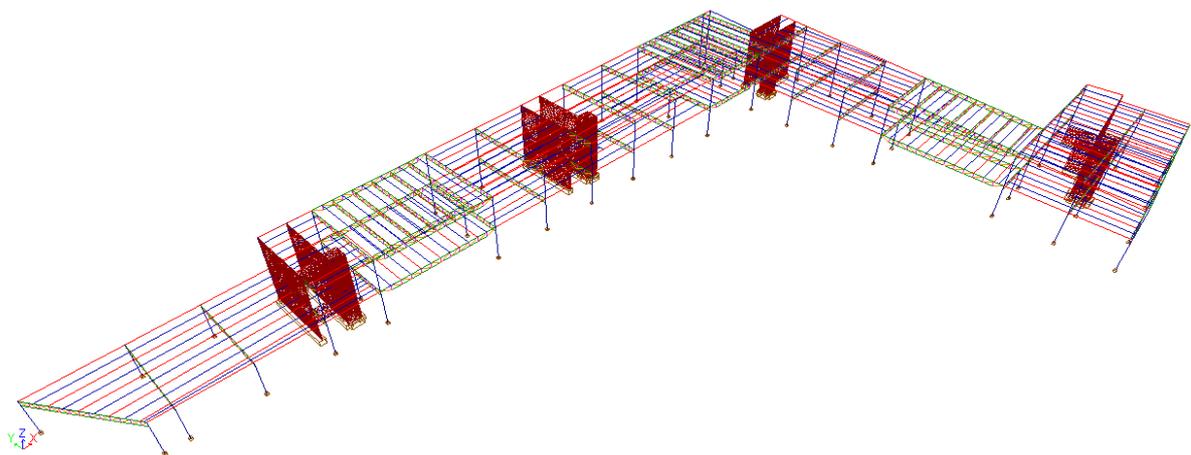
A continuación se procede a presentar la geometría de los diversos elementos estructurales y el modelo con las deformadas aplicadas. Por la extensión del ejercicio se ha decidido omitir en ambos cuerpos el cálculo en profundidad de la cimentación por micropilotes de la cual unicamente se muestra un predimensionado en la documentación gráfica.

### Limite de deformaciones

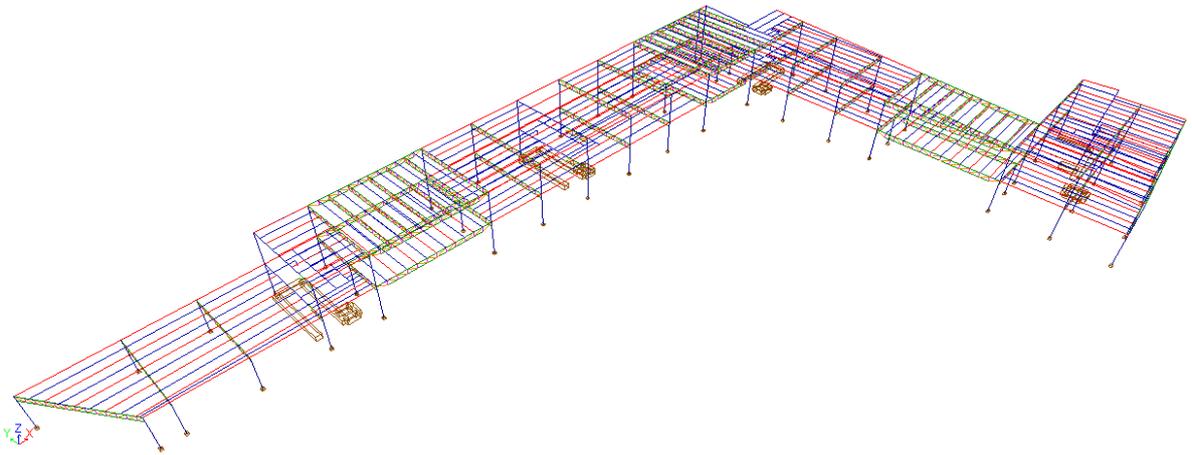
Para su verificación se han tomado varios puntos de control en la estructura en aquellos lugares donde los desplazamientos son máximos. En estos puntos se ha de verificar que los desplazamientos verticales son menores al límite establecido de  $1/350$  de la luz.

Los puntos seleccionados han sido los correspondientes a los elementos que salvan luces de 14.4 y 15.6 m correspondientes a los pasos inferiores a través del edificio. En el caso de de la luz de 14.4m esta cuenta con un desplazamiento vertical del 41% respecto del limite de flecha. En el caso de la luz de 15.6m este porcentaje es del 56%.

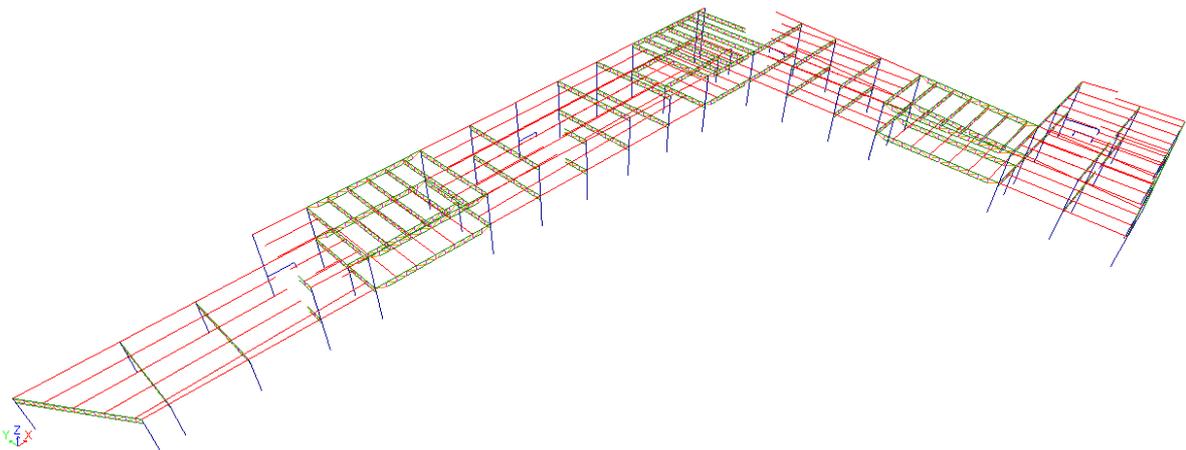
### Geometría del modelo



Modelo completo

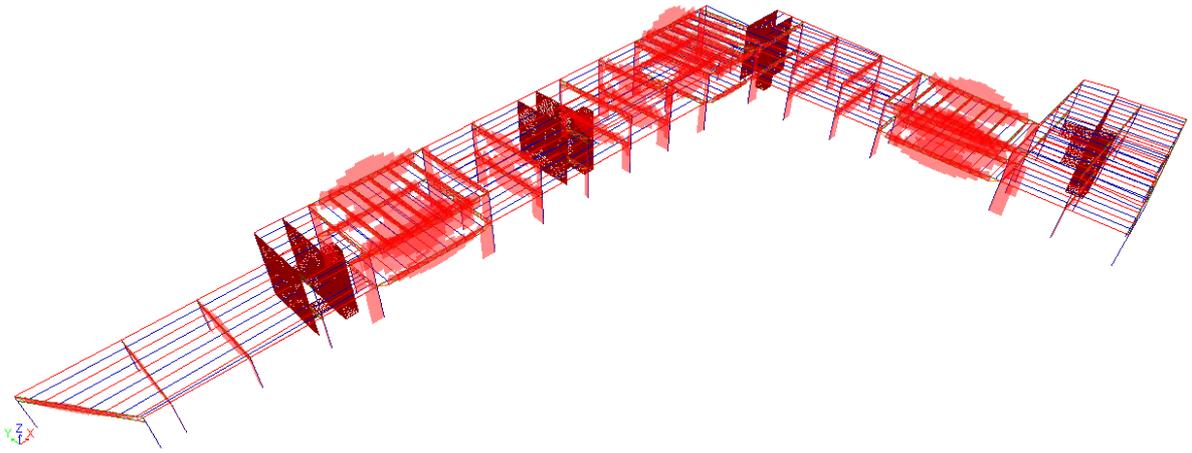


Modelo barras y areas de reparto

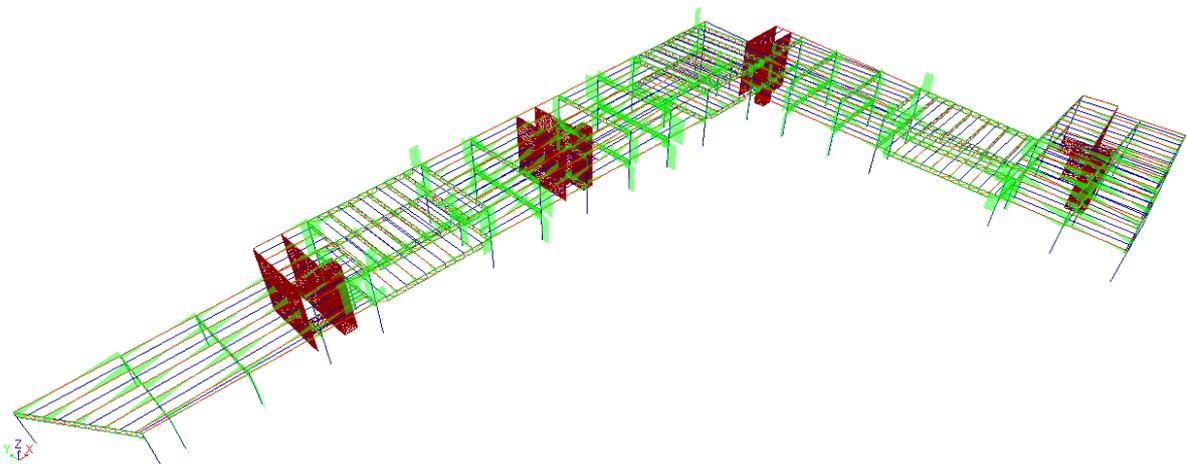


Modelo unicamente barras

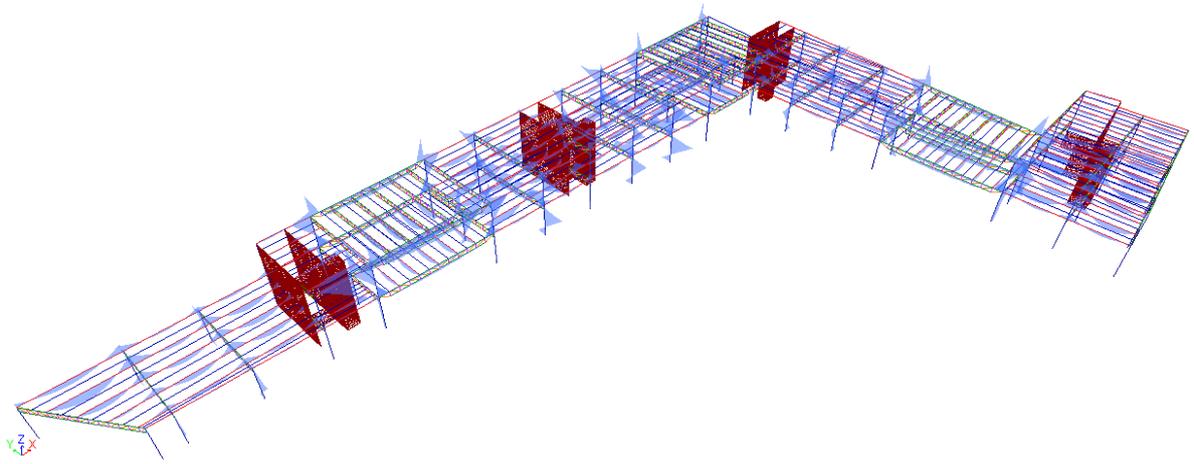
## Solicitaciones



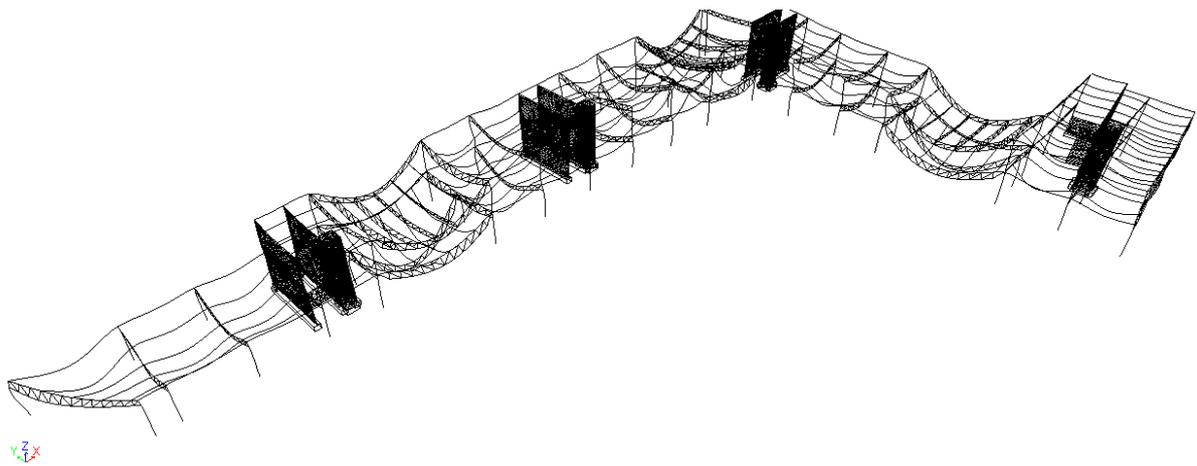
Distribución de axiles en la combinación ELU1



Distribución de cortantes  $V_y$  en la combinación ELU1



Momento flector  $M_z$  en la combinación ELU1



Deformada en la combinación ELS1 (escala x100)





