

## ÍNDICE:

1. Contextualización y objetivos.....	2
2. Flexibilidad.....	4
2.1. Flexibilidad interior.	
2.2. Flexibilidad dimensional. Adición y crecimiento.	
3. Definición de la célula básica.....	10
3.1. Definición geométrica.	
3.2. Definición constructiva.	
4. Sistemas pasivos.....	16
4.1. Análisis del clima.	
4.2. Estrategias de invierno.	
4.2.1. Captación solar.	
4.2.2. Acumulación y conservación.	
4.3. Estrategias de verano.	
4.3.1. Actuaciones contra el sobrecalentamiento.	
4.3.2. Actuaciones para eliminar el sobrecalentamiento.	
5. Sistemas activos.....	39
5.1. Calefacción y ACS.	
5.2. Refrigeración.	
5.3. Energía fotovoltaica.	
6. Industrialización, Prefabricación y Materiales.....	49
7. Gestión del agua.....	56
8. Calificación energética.....	60
8.1. Calificación energética. Cerma.	
8.2. Calificación energética. Ecómetro X6.	
9. Conclusiones.....	66

Anexo



# 1. CONTEXTUALIZACIÓN Y OBJETIVOS.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN Y OBJETIVOS.

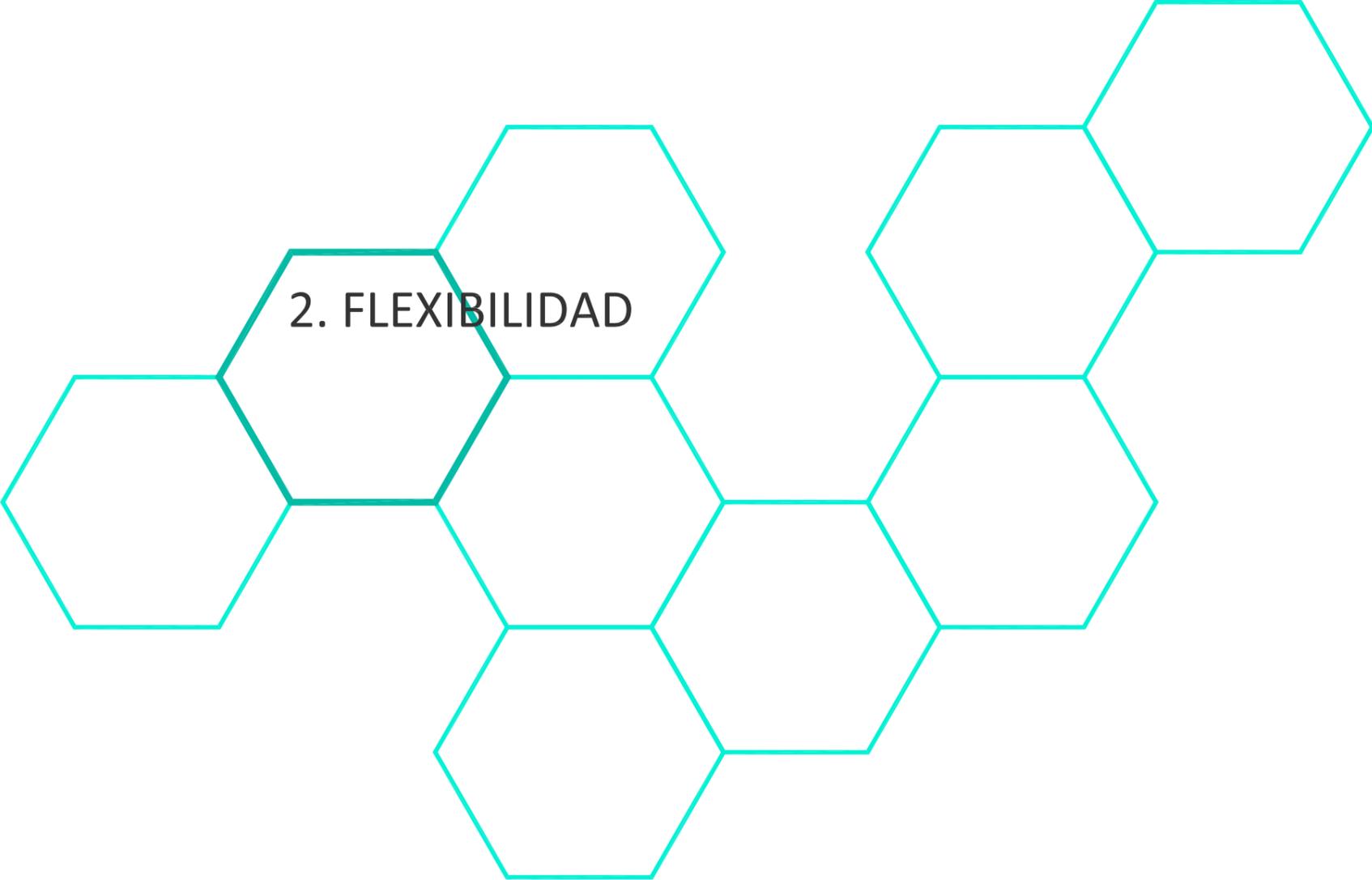
El presente Trabajo Final de Master se inicia en el ejercicio que se presentó para la evaluación de la asignatura A.7.1. Taller de Arquitectura y Energía, con el enunciado "Taller de espacio flexible, habitable y sostenible" que se realizó durante la docencia del Master. Los objetivos de la asignatura se centraban principalmente en el desarrollo de una vivienda de dimensiones reducidas que cumplieran con las condiciones de habitabilidad, permitiera la flexibilidad del espacio, permitiera la estandarización e implementara soluciones pasivas con capacidad de adecuación a las diferentes estaciones del año e incluso a diferentes climas.

La alumna optó por realizar un módulo para vivienda de mayores, prefabricado e industrializado, con geometría hexagonal con multiplicidad de distribuciones en su módulo base y multiplicidad de opciones en la agregación del mismo que permiten generar edificaciones de mayores dimensiones. Debido a las posibilidades geométricas y espaciales y de implementación tanto de sistemas pasivos como activos se ha resuelto la ampliación de dicho ejercicio como Trabajo Final de Master.

Los objetivos que se han marcado para el desarrollo del presente ejercicio son los siguientes:

- Correctas condiciones de habitabilidad y su análisis.
- Implementación de soluciones pasivas con capacidad de adaptación a las distintas estaciones o incluso a distintos climas dependiendo del destino de la vivienda.
- Diseño de soluciones bioclimáticas.
- Optimización del espacio. Uso y Funcionalidad.
- Capacidad de montaje rápido.
- Economía de medios.
- Uso de materiales sostenibles, ecológicos y reciclables.
- Posibilidad de estandarización y cambio de piezas entre las distintas partes de la vivienda.

- Capacidad de movilidad y transportabilidad de la vivienda.
- Autosuficiencia energética de la vivienda.
- Uso de sistemas activos y cálculo de su predimensionado
- Análisis climático de la implantación de la vivienda.
- Análisis energético desarrollado para la propuesta.
- Flexibilidad del espacio.



## 2. FLEXIBILIDAD

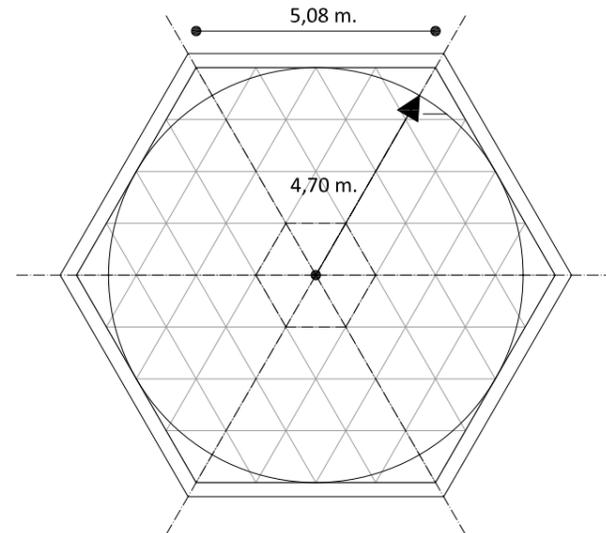
## 2.1. FLEXIBILIDAD INTERIOR.

¿Qué nos aporta la flexibilidad interior de cualquier espacio a la sostenibilidad? Si partimos de un volumen contenedor propiedad de un individuo, este individuo como usuario de este espacio podrá realizar multitud de variaciones espaciales con la posibilidad de adaptar su/s espacios a las necesidades espaciales que vaya generando en su vida sin necesidad de construir nuevos espacios habitables. De esta manera evitamos la fuerte tendencia constructiva a la que la sociedad actual está tan acostumbrada. Esta tendencia constructiva implica una nueva invasión en el medio, un nuevo gasto de recursos materiales y energéticos para la construcción y un gasto de derribo o de mantenimiento de la antigua vivienda.

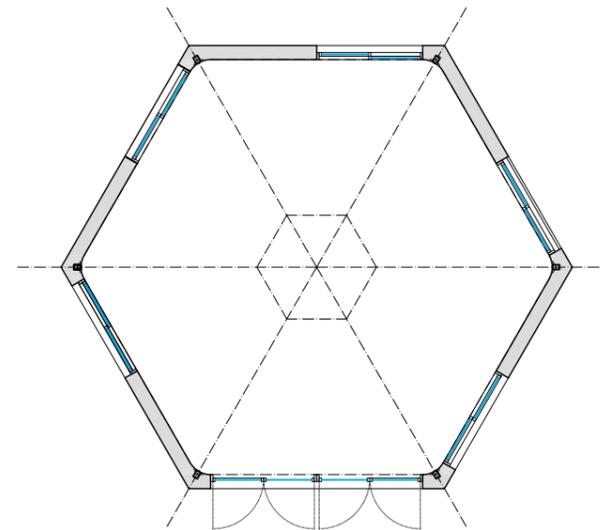
Por tanto, si somos capaces de generar espacios flexibles aptos a los cambios espaciales estamos contribuyendo a la eliminación de un nuevo proceso de "gasto", estamos generando ahorro energético y material, por ende, estamos creando sostenibilidad.

Como se ha comentado en el anterior apartado, el presente trabajo parte de un ejercicio de flexibilidad interior dirigido a usuarios de la tercera edad. Se ha partido de un módulo básico con geometría de planta hexagonal que ha permitido generar en su interior todos los espacios necesarios para crear un geriátrico. Un geriátrico resulta una edificación compleja debido a la multitud de usos que requiere y al elevado número de permutas que exige en sus habitaciones debido a que sus usuarios están en una época de la vida que se caracteriza por los cambios físicos, mentales y la muerte. Esta flexibilidad permitirá el uso continuo de todos los espacios, permitiendo todos los cambios que requieren las variables de todos los usuarios y la adaptación de los espacios a diferentes usos.

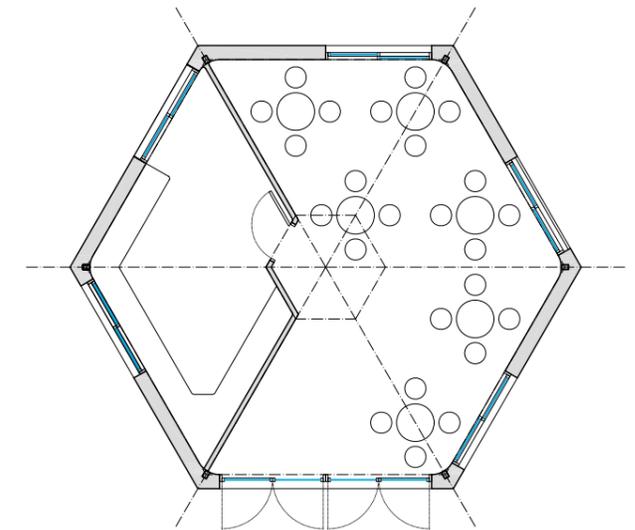
El módulo base tiene planta hexagonal con círculo inscrito de 4,70 m. de radio, 5,08 m. de lado y superficie construida de 76,52 m<sup>2</sup>. Se presentan diferentes distribuciones interiores, con usos diversos y diferentes opciones en su uso habitacional.



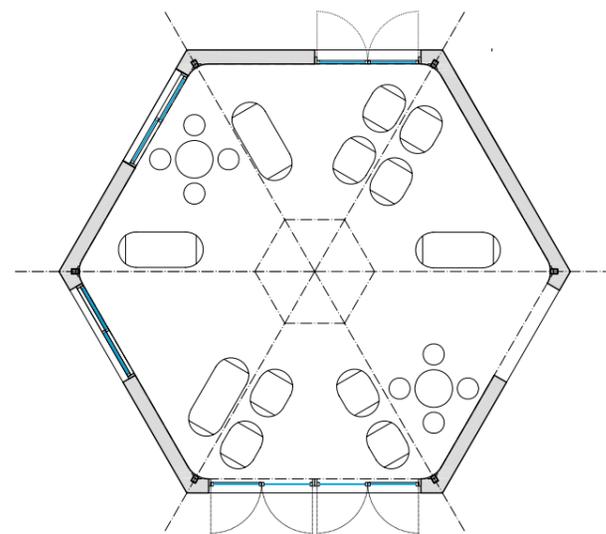
GEOMETRÍA BASE



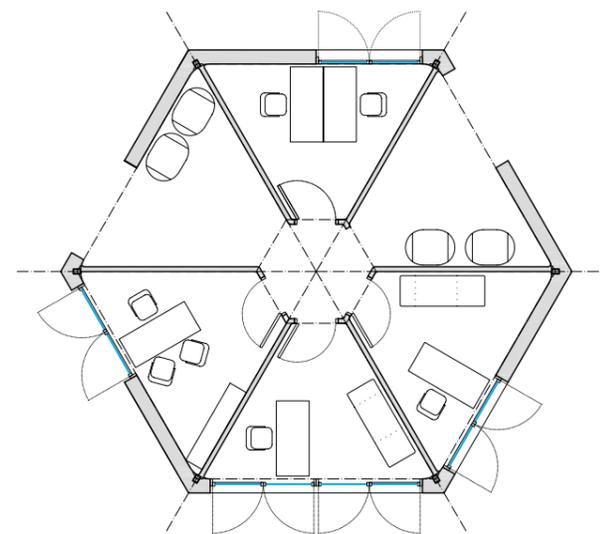
MÓDULO BASE. SALAS POLIVALENTES



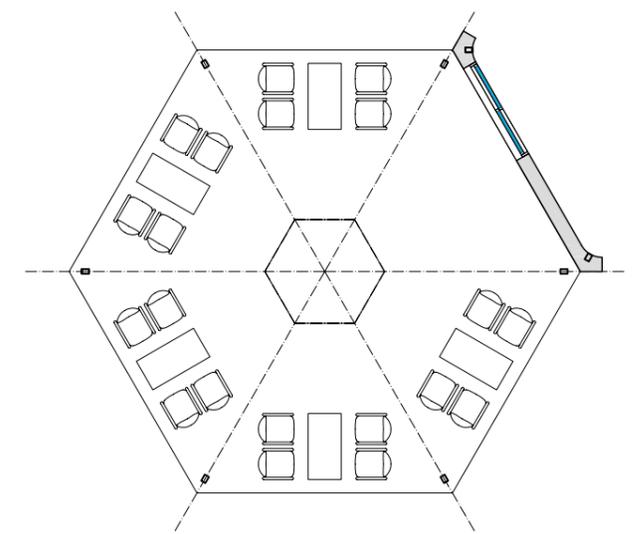
MÓDULO COCINA-COMEDOR



MÓDULO SALÓN



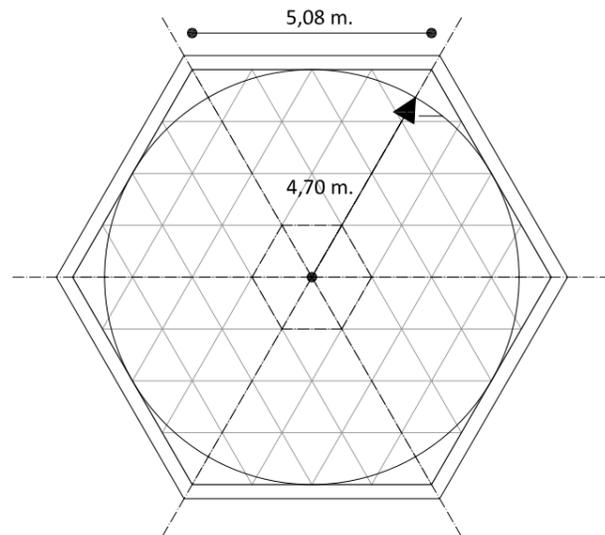
MÓDULO DESPACHOS. Médico, enfermería, administración, psicólogo,...



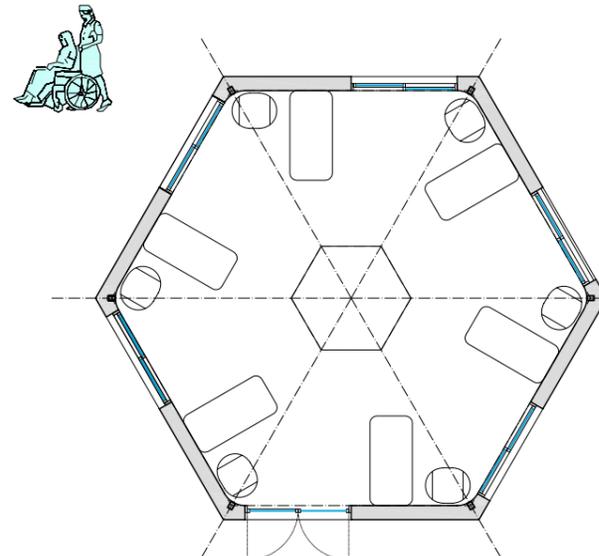
MÓDULO EXTERIOR CUBIERTO. Terraza.



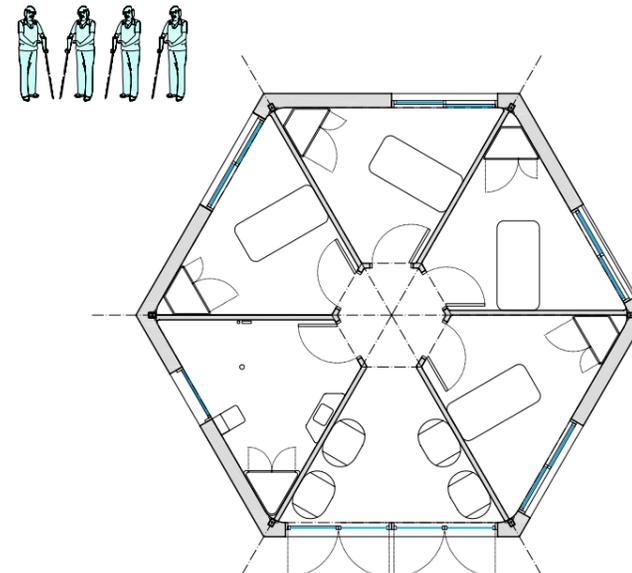
## 2.1. FLEXIBILIDAD INTERIOR.



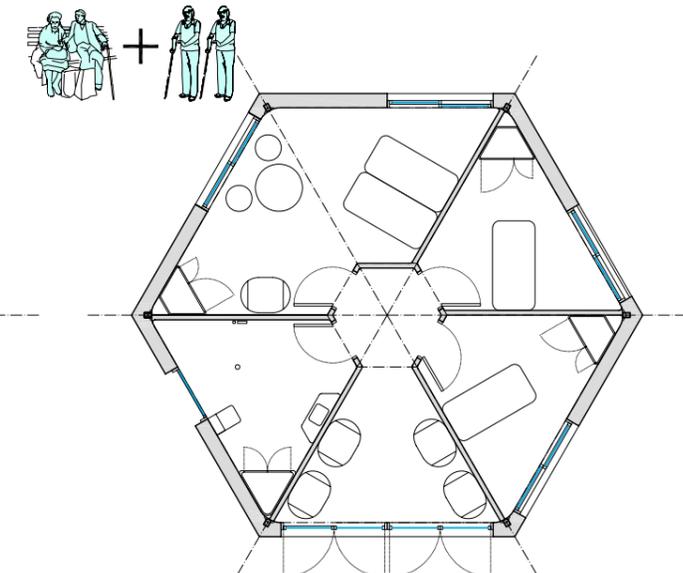
GEOMETRÍA BASE



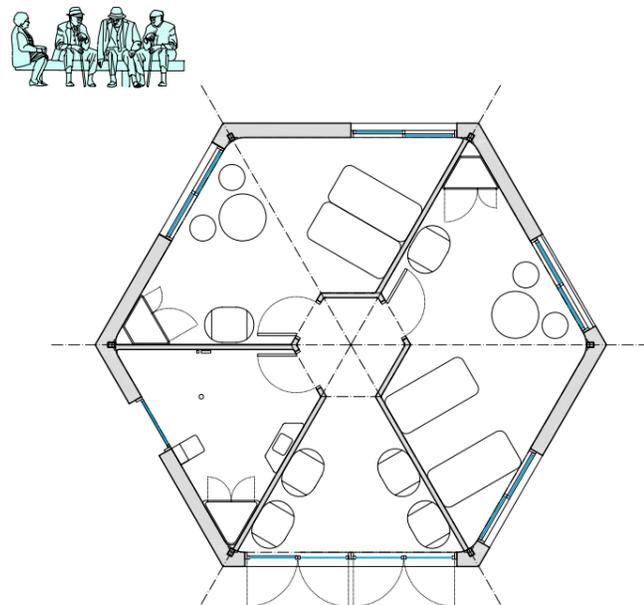
MÓDULO PARA MAYORES CRÍTICOS



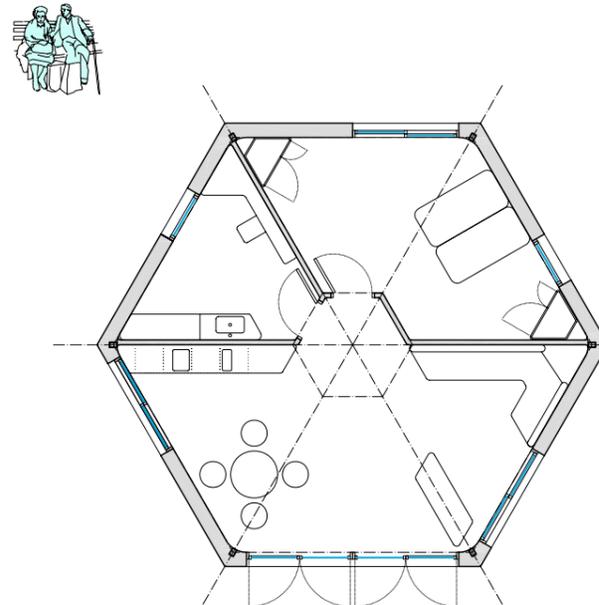
MÓDULO 4 HABITACIONES SIMPLES



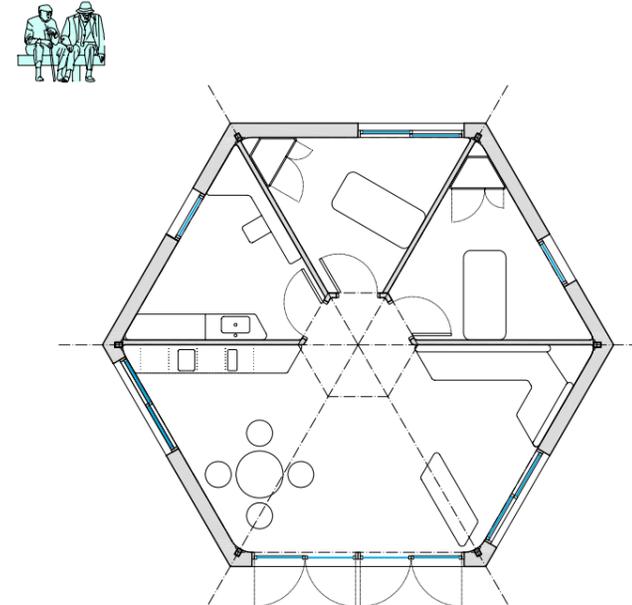
MÓDULO 2 HAB. SIMPLES + 1 HAB.DOBLE



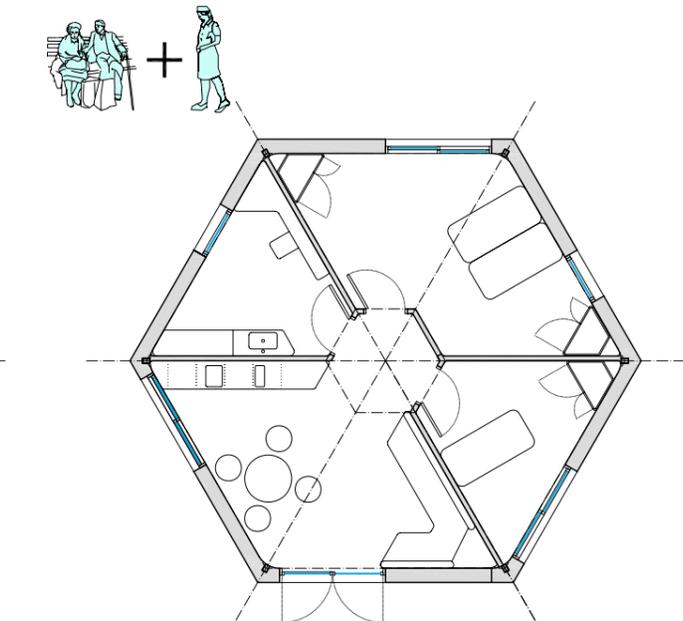
MÓDULO 2 HABITACIONES DOBLES



MÓDULO INDEPENDIENTE. Pareja.



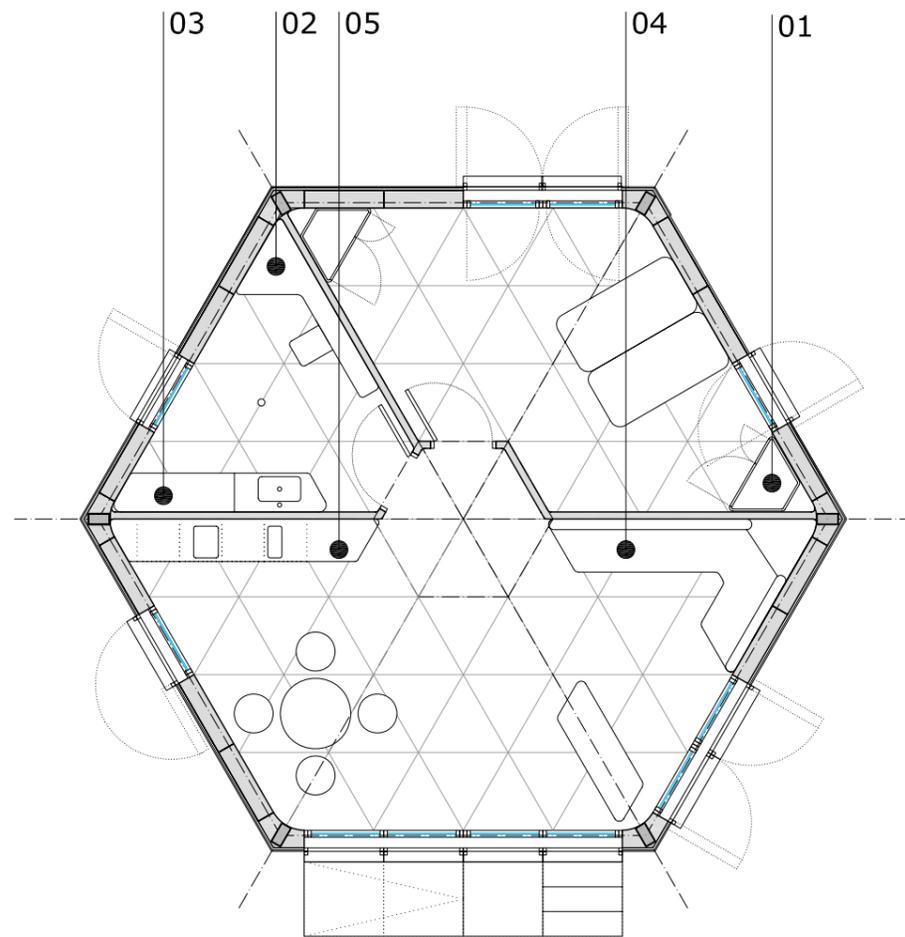
MÓDULO INDEPENDIENTE. Hermanos-amigos.

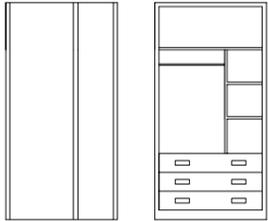
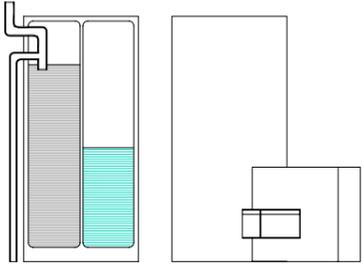
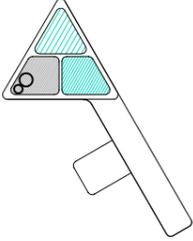
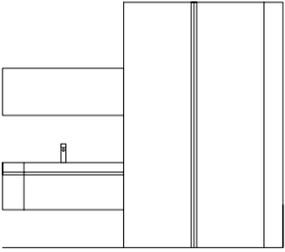
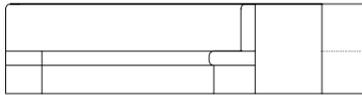
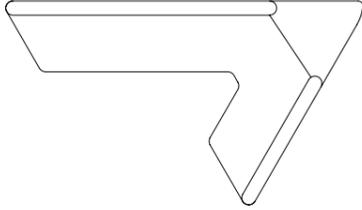
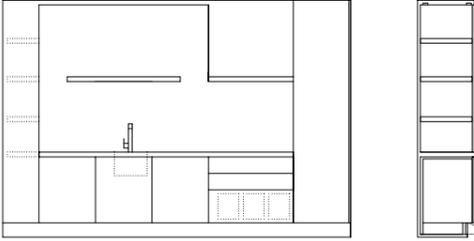
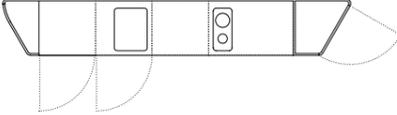


MÓDULO INDEPENDIENTE. Pareja y persona de asistencia.

## 2.1. FLEXIBILIDAD INTERIOR.

La flexibilidad espacial está unida al diseño del mobiliario y otras funciones de la vivienda. La integración de estas funciones en diferentes módulos prefabricados permite la adición o no de los mismos para la generación de diferentes espacios como un elemento constructivo más del sistema. Se presentan los módulos necesarios para desarrollar un módulo de vivienda independiente para una pareja.



01_ARMARIO ROPERO	02_TRATAMIENTO DE AGUAS + INODORO	03_INSTALACIONES + ALMACENAJE + LAVABO
 	 	 
04_MÓDULO SOFÁ	05_MÓDULO COCINA	
 	 	

## 2.2. FLEXIBILIDAD DIMENSIONAL. ADICIÓN Y CRECIMIENTO.

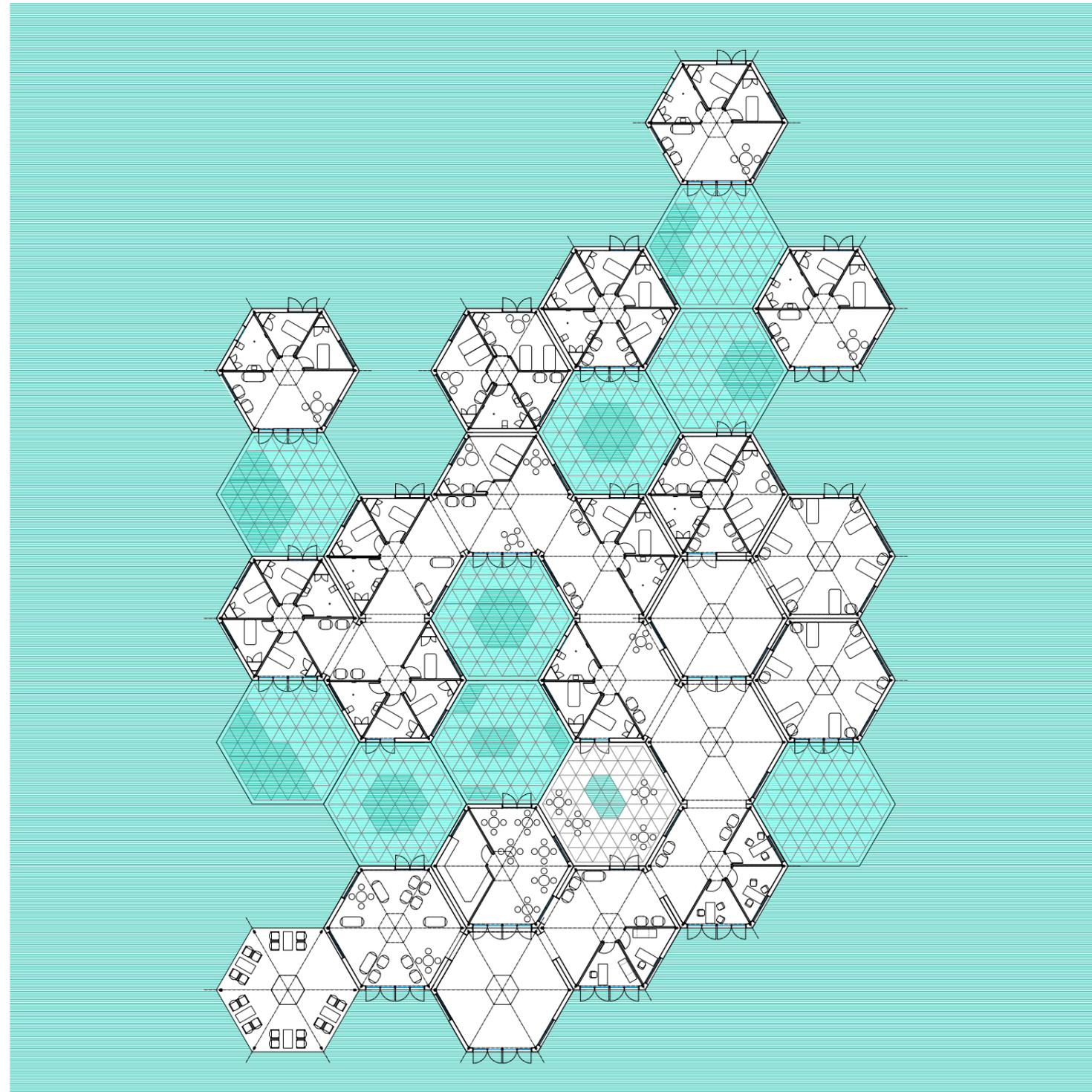
Las posibilidades que presenta una geometría hexagonal es muy amplia debido a su capacidad de adición y crecimiento en sus seis diferentes direcciones. La adición de esta figura geométrica resulta óptima debido a su ángulo de  $60^\circ$  que permite la compacidad de la adición de elementos simples. De esta manera, se pueden generar geometrías habitables múltiples con diferentes usos.

En el presente caso se muestra un geriátrico pero resultaría sencillo generar residencias de estudiantes, hoteles, viviendas colectivas, etc.

Programa de un ejemplo de geriátrico:

- 3 salas polivalentes
- Cocina
- Comedor
- Enfermería
- Consulta médica
- 3 despachos
- Salón principal
- Salón exterior
- 2 unidades de módulos para críticos (12 personas)
- 8 habitaciones dobles
- 14 habitaciones individuales
- 3 módulos de vivienda completa

Totales: 22 módulos (76m<sup>2</sup>/módulo)  
48 residentes  
1.600 m<sup>2</sup> construidos



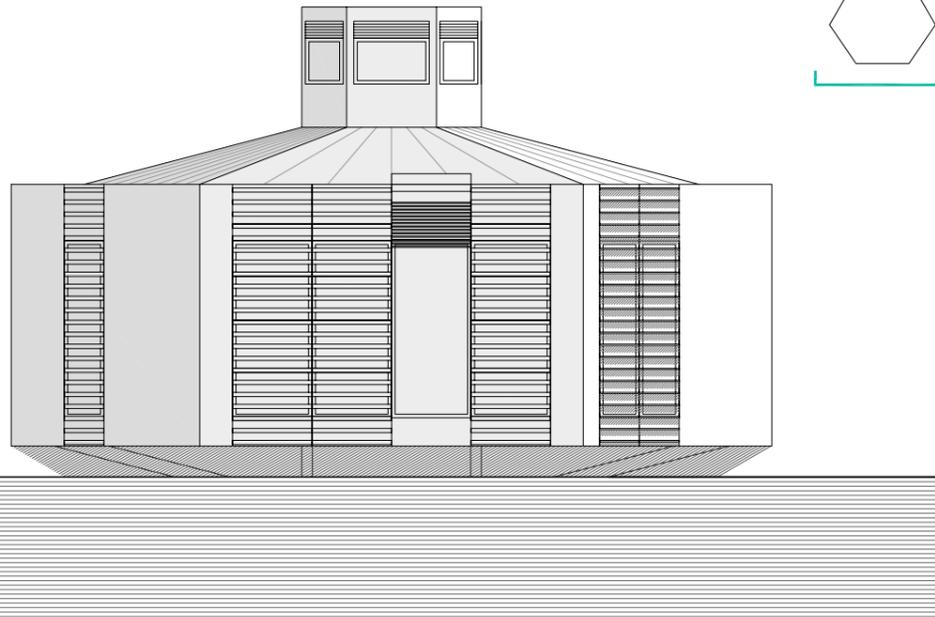
## 2.2. FLEXIBILIDAD DIMENSIONAL. ADICIÓN Y CRECIMIENTO.



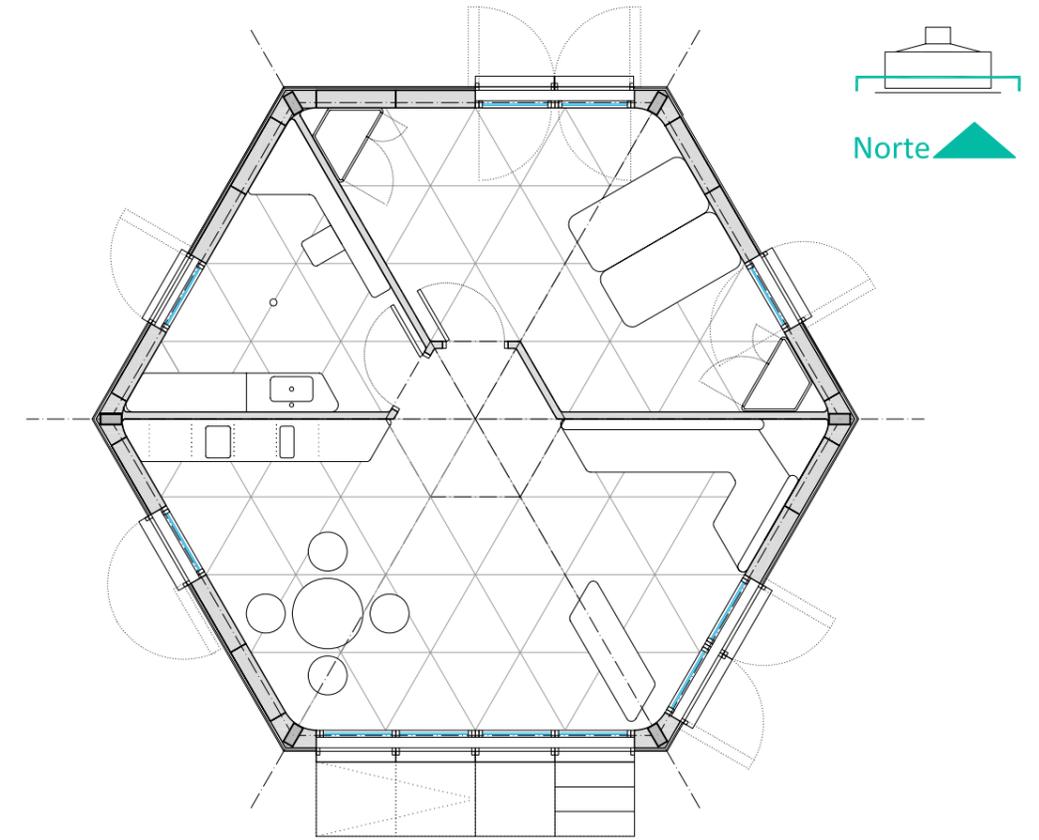


### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

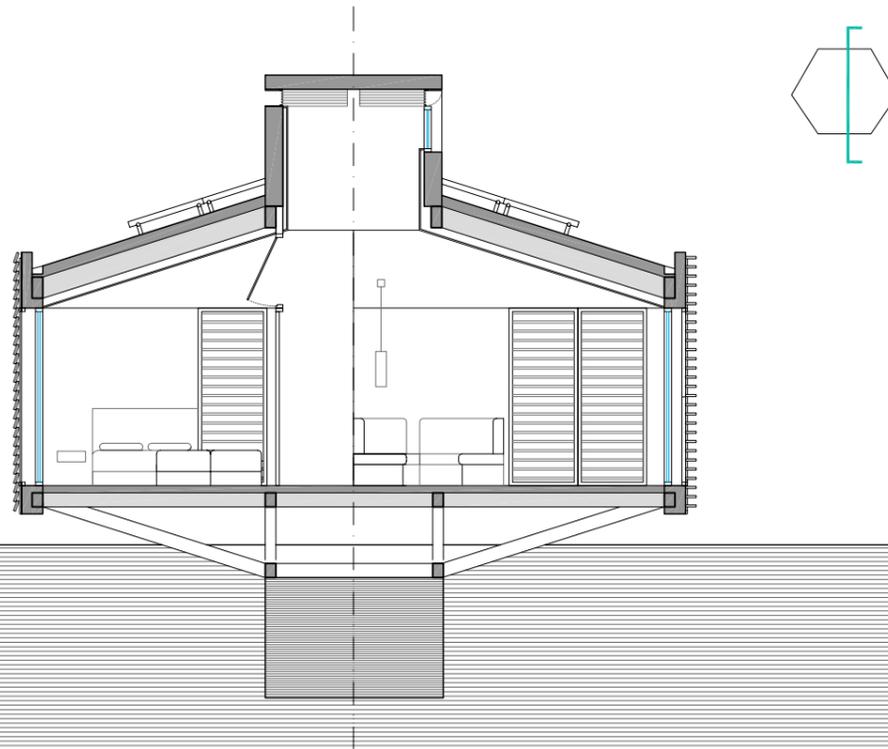
### 3.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.



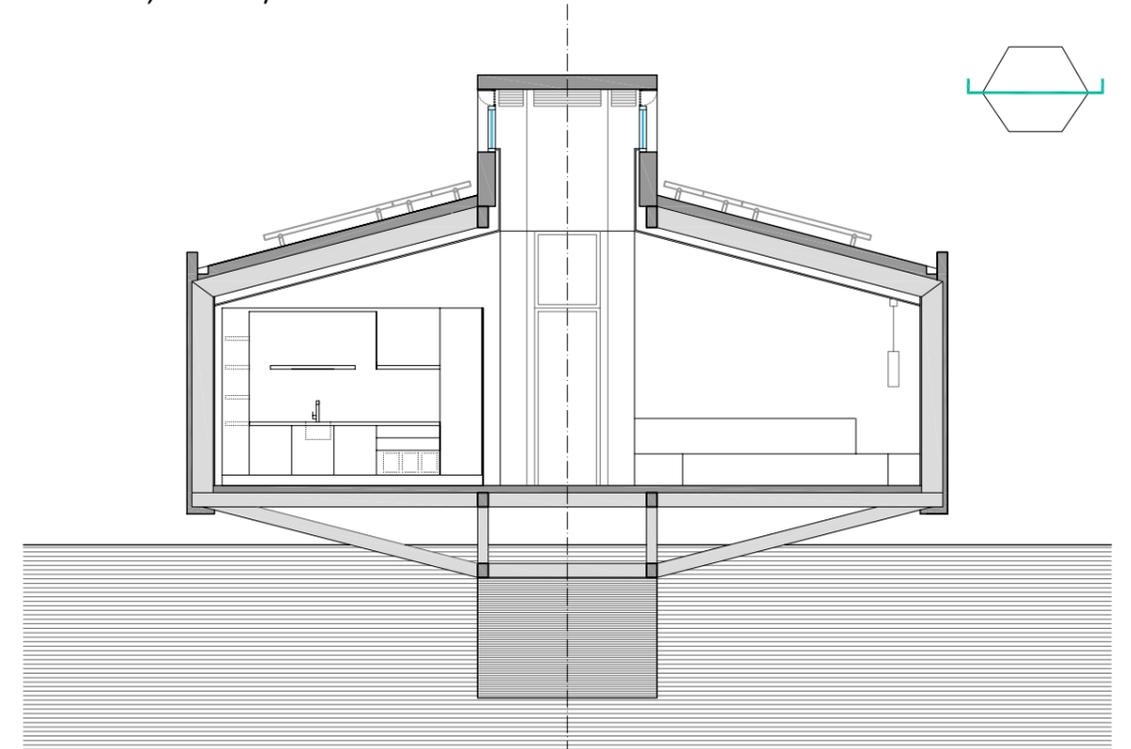
Alzado Sur. 1 / 100.



Planta +1,50 m. 1 / 100.



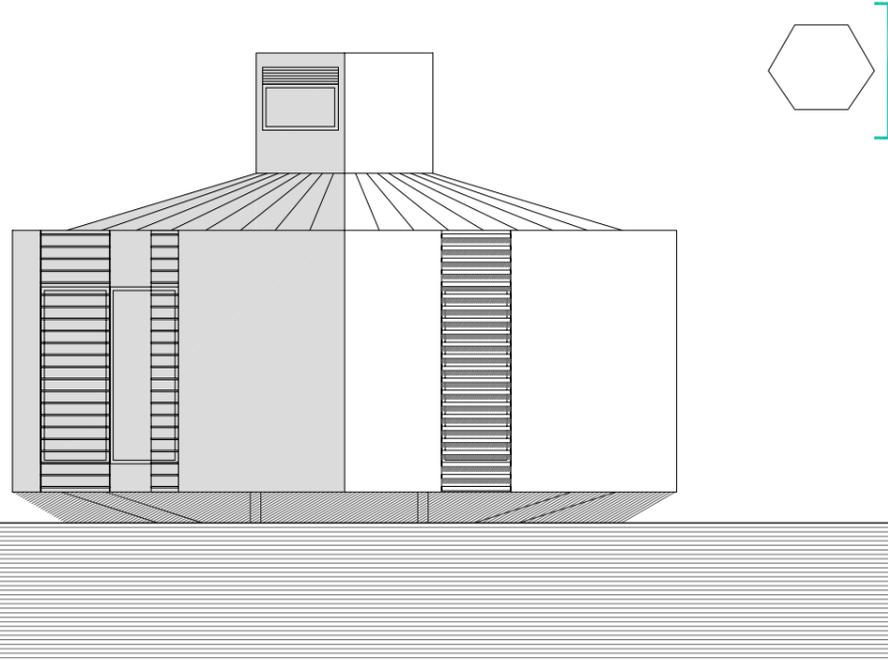
Sección Norte-Sur. 1 / 100.



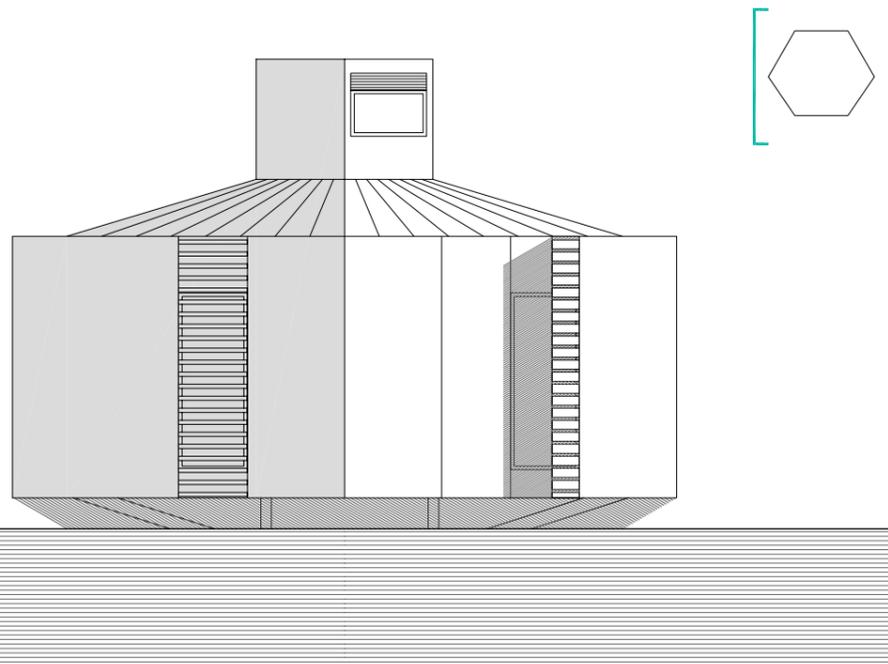
Sección Este-Oeste. 1 / 100.



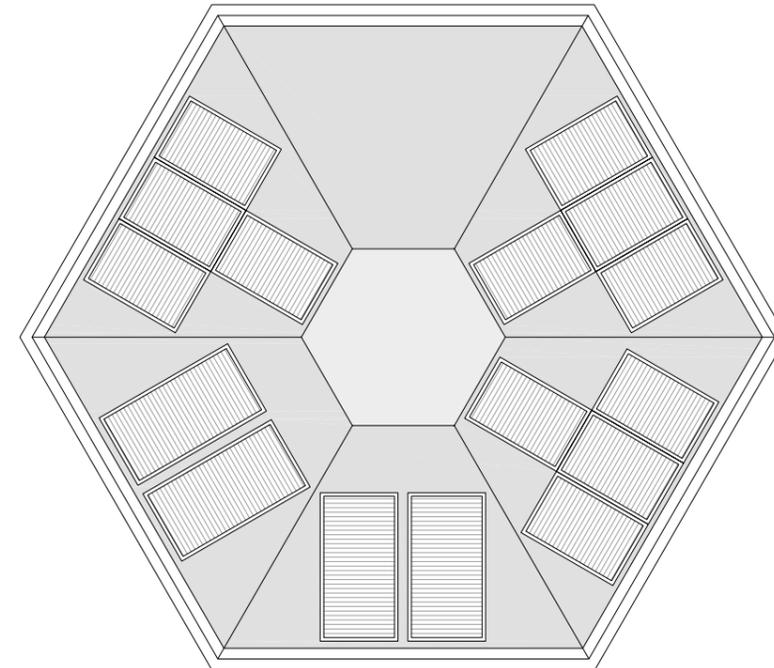
### 3.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA.



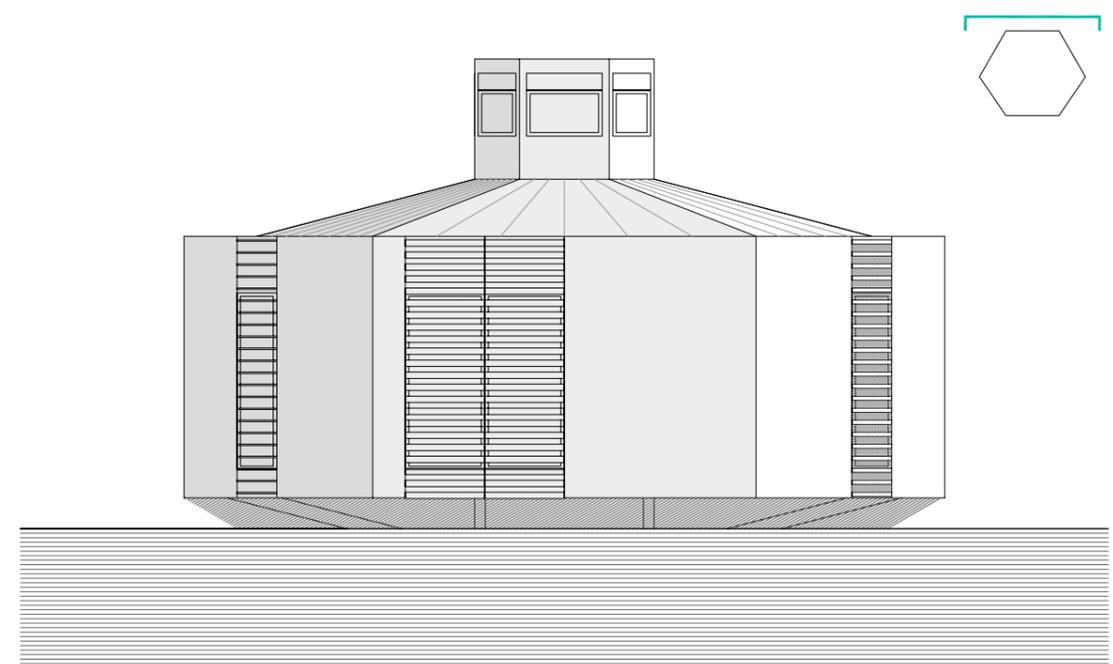
Alzado Este. 1 / 100.



Sección Oeste. 1 / 100.



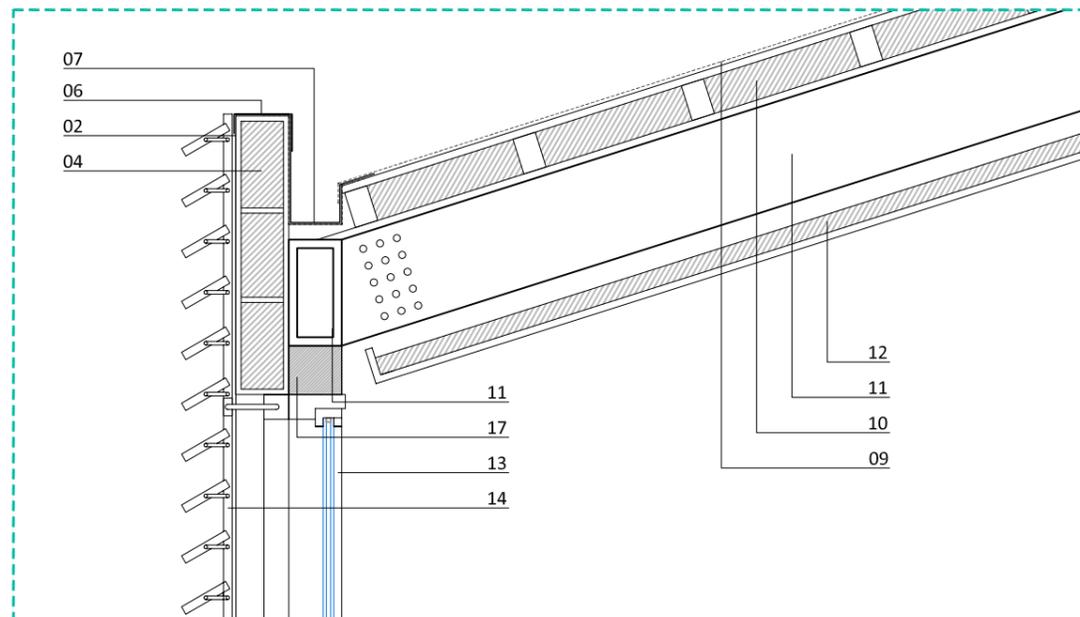
Planta de cubiertas. 1 / 100.



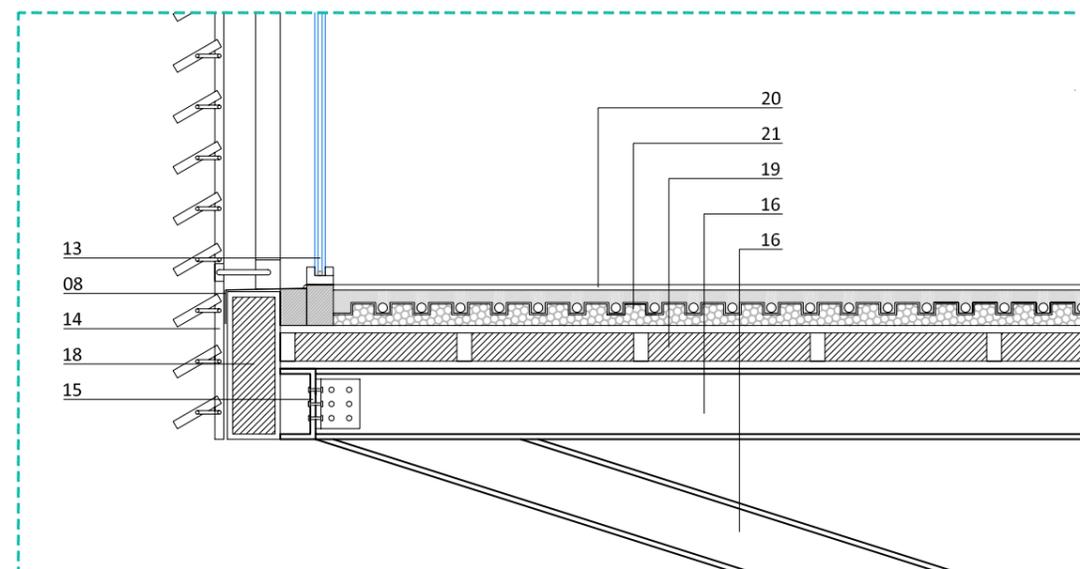
Alzado Norte. 1 / 100.



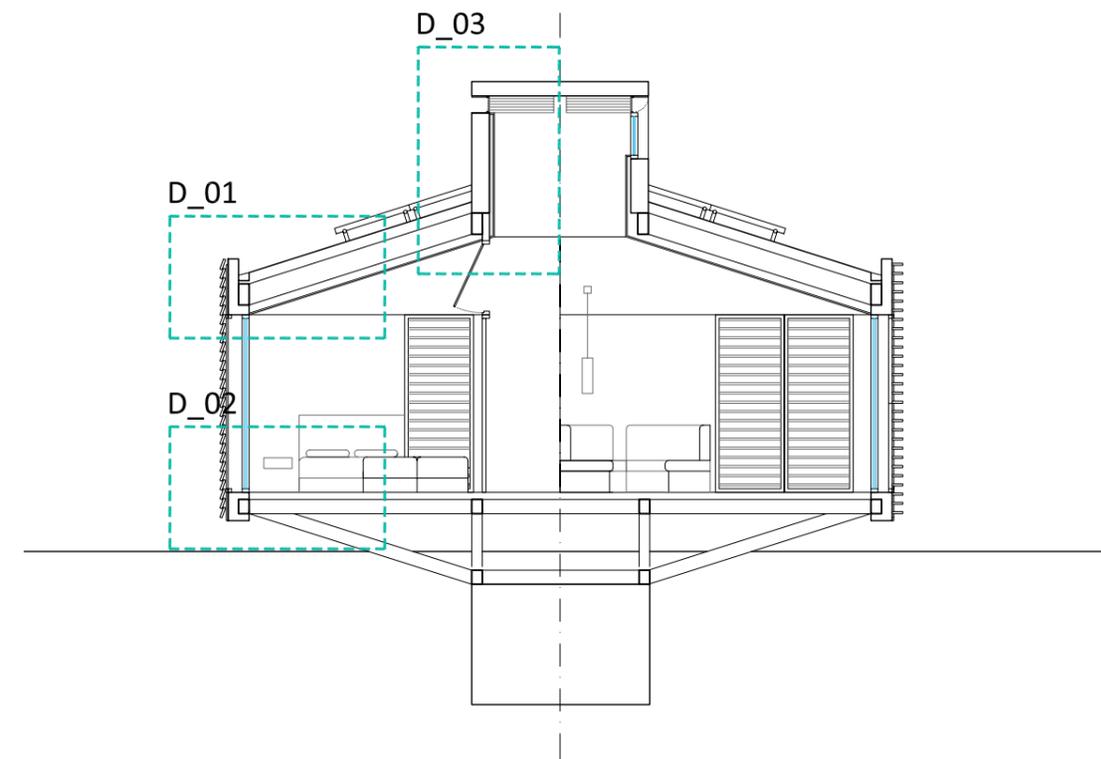
## 3.2. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA.



Detalle 01\_1 / 20.



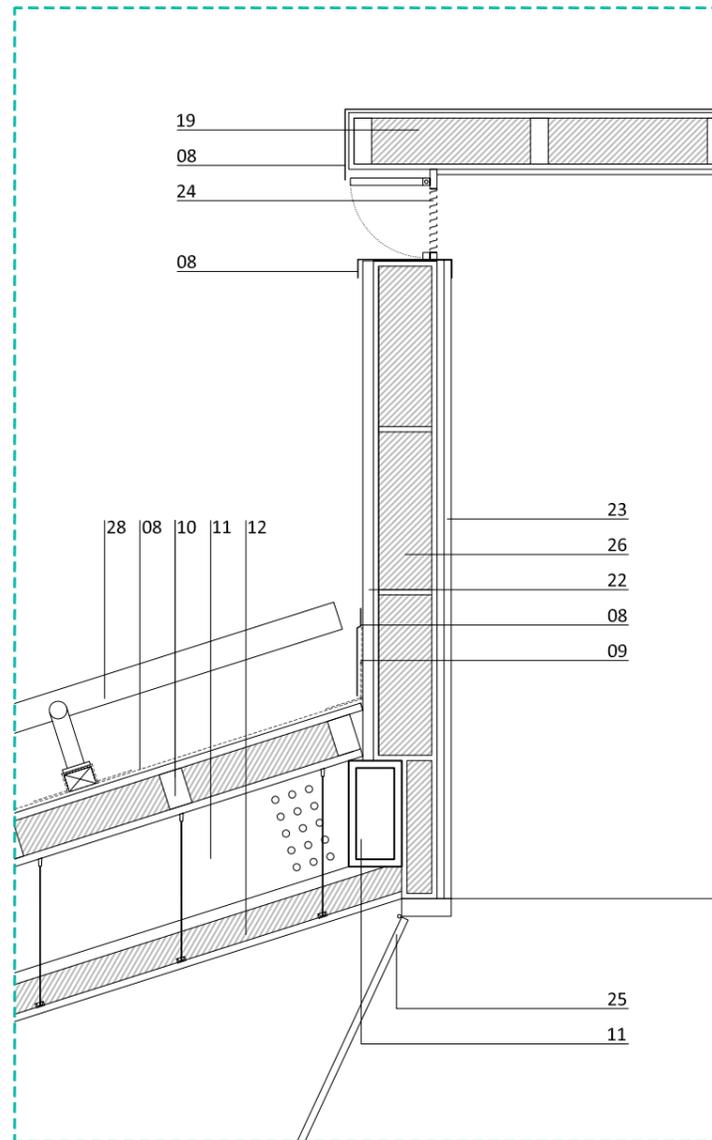
Detalle 02\_1 / 20.



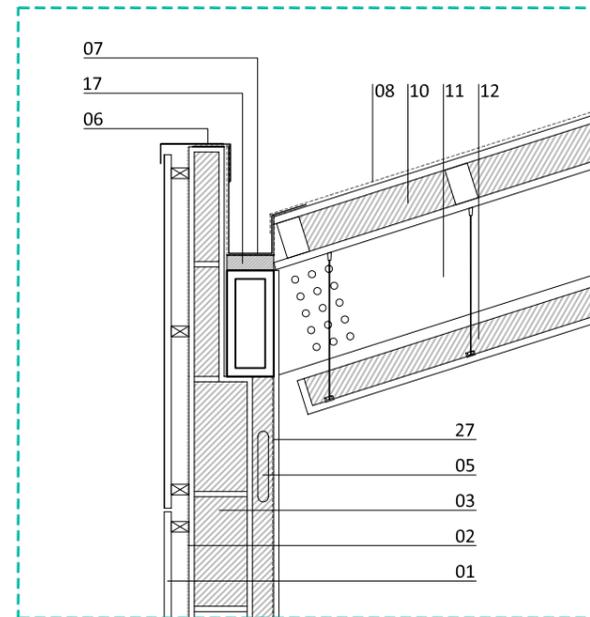
- 02\_ Lámina impermeabilizante.
- 04\_ Panel autoportante de madera microlaminada 780x1.200x150 mm. con alma de lana de roca (e=150 mm.) fijado a estructura principal mediante tornillería.
- 05\_ Trasdosado interior con doble placa de yeso laminado (e=20 mm.) fijado mecánicamente sobre montantes de acero galvanizado con cámara de e=60 mm. de lana de roca.
- 06\_ Pieza de chapa de acero plegada de remate de fachada.
- 07\_ Pieza de chapa de acero plegada de formación de recogida de aguas.
- 08\_ Pieza de chapa de acero plegada de formación de vierteaguas.
- 09\_ Membrana termoplástica de poliolefino (e=12mm).
- 10\_ Formación de forjado ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada de espesor 145 mm. con alma de lana de roca (e=120 mm.) fijado a vigas de cubierta mediante tornillería.
- 11\_ Viga de formación en cajón de madera microlaminada de abeto (e= 24 mm.) con uniones mediante pasadores de acero.
- 12\_ Falso techo compuesto por doble placa de yeso laminado (e=10 mm.) fijado mecánicamente mediante tirantes de acero galvanizado. Cámara de aire ligeramente ventilada de e= 300 mm. y capa de lana de roca e=60 mm..
- 13\_ Carpintería de madera de pino con vidrios dobles 4.15.6. oscilobatiente.
- 14\_ Elemento compuesto por sistema de lamas de madera Framiré de 1.200x144x20 mm. horizontales orientables sobre bastidor practicable con eje vertical.
- 15\_ Viga metálica de acero en perfil en U con uniones mediante pasadores de acero.
- 16\_ Viga metálica de acero en perfil en I con uniones mediante pasadores de acero.
- 17\_ Pieza especial de madera de pino maciza.
- 18\_ Panel autoportante de madera microlaminada 420x1.200x150 mm. con alma de lana de roca (e=150 mm.) fijado a estructura principal mediante tornillería.
- 19\_ Formación de forjado ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada de espesor 130 mm. con alma de lana de roca (e=80 mm.) sobre vigas de acero fijado mediante tornillería.
- 20\_ Pavimento cerámico fijado mediante adhesivo cementosos a capa de poliestireno expandido.
- 21\_ Suelo radiante mediante paneles preformados con barrera corta vapor, capa de poliestireno expandido, lámina con protuberancias preformadas para fijación de tuberías.
- 27\_ Barrera corta vapor.



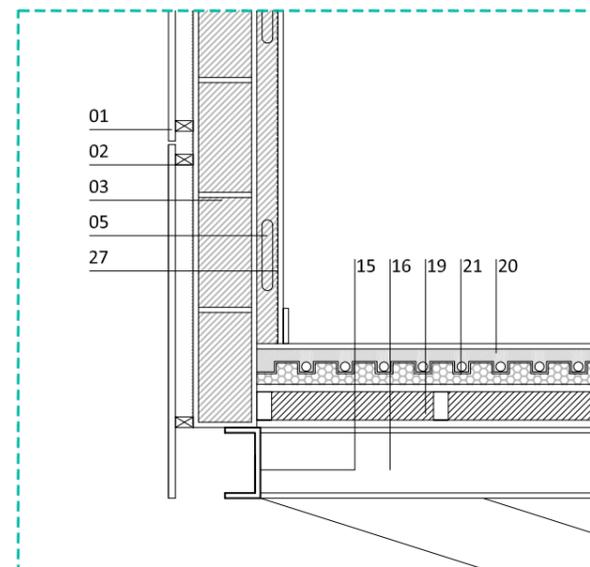
## 3.2. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA.



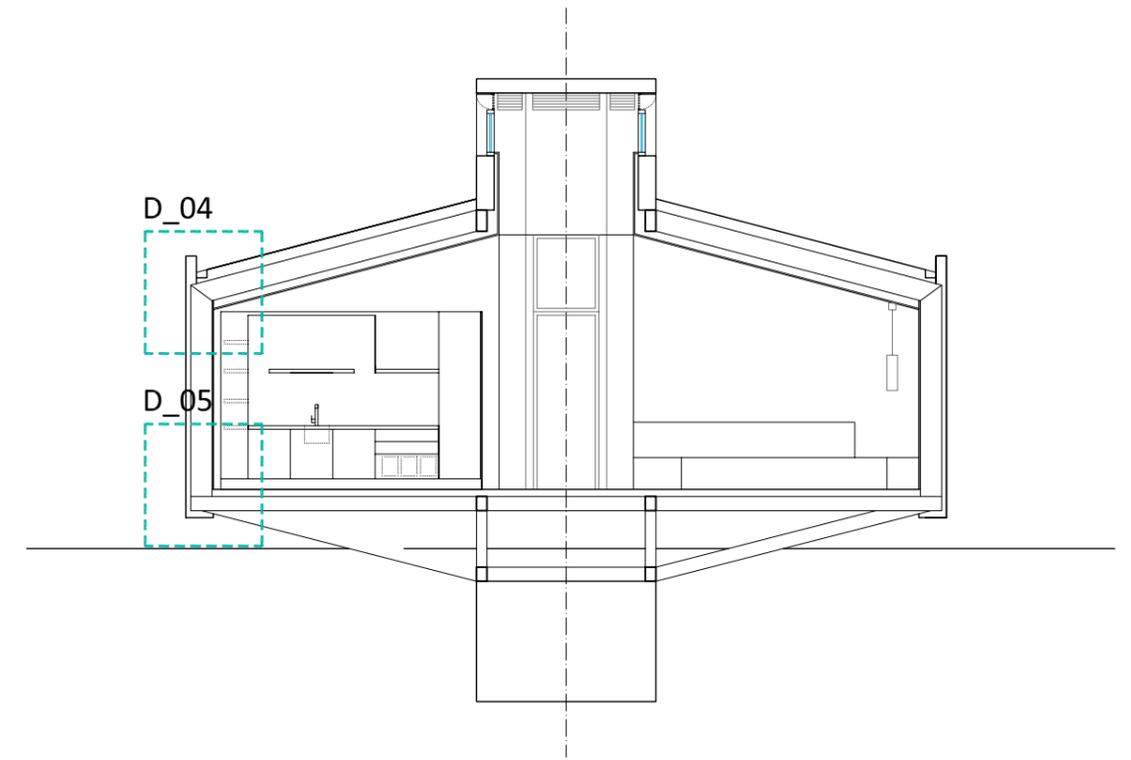
Detalle 03\_1 / 20.



Detalle 04\_1 / 20.



Detalle 05\_1 / 20.



- 01\_ Fachada ventilada compuesta por paneles de madera Framiré (e=20 mm.) sobre rastreles de madera.
- 02\_ Lámina impermeabilizante.
- 03\_ Panel autoportante de madera microlaminada 3.700x1.200x180 mm. con alma de lana de roca (e=150 mm.) fijado a estructura principal mediante tornillería.
- 05\_ Trasdosado interior con doble placa de yeso laminado (e =20 mm.) fijado mecánicamente sobre montantes de acero galvanizado con cámara de e=60 mm. de lana de roca.
- 06\_ Pieza de chapa de acero plegada de remate de fachada.
- 07\_ Pieza de chapa de acero plegada de formación de recogida de aguas.
- 08\_ Pieza de chapa de acero plegada de formación de vierteaguas.
- 09\_ Membrana termoplástica de poliolefino (e=12mm).
- 10\_ Formación de forjado ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada de espesor 145 mm. con alma de lana de roca (e=120 mm.) fijado a vigas de cubierta mediante tornillería.
- 11\_ Viga de formación en cajón de madera microlaminada de abeto (e= 24 mm.) con uniones mediante pasadores de acero.
- 12\_ Falso techo compuesto por doble placa de yeso laminado (e=10 mm.) fijado mecánicamente mediante tirantes de acero galvanizado. Cámara de aire ligeramente ventilada de e= 300 mm. y capa de lana de roca e=60 mm..
- 15\_ Viga metálica de acero en perfil en U con uniones mediante pasadores de acero.
- 17\_ Pieza especial de madera de pino maciza.
- 19\_ Formación de forjado ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada de espesor 130 mm. con alma de lana de roca (e=80 mm.) sobre vigas de acero fijado mediante tornillería.
- 20\_ Pavimento cerámico fijado mediante adhesivo cementoso a capa de poliestireno expandido.
- 21\_ Suelo radiante mediante paneles preformados con barrera corta vapor, capa de poliestireno expandido , lámina con protuberancias preformadas para fijación de tuberías.
- 22\_ Pieza exterior cerámica.
- 23\_ Revestimiento cerámico sobre lámina de yeso laminado.
- 24\_ Rejilla de acero inoxidable con compuerta de cierre de activación a distancia.
- 25\_ Carpintería interior de madera de pino con pieza superior practicable mediante activación a distancia.
- 26\_ Panel autoportante de madera microlaminada 1.400x1.400x180 mm. con alma de lana de roca (e=150 mm.) fijado a estructura principal mediante tornillería.
- 27\_ Barrera corta vapor.
- 28\_ Panel fotovoltaico apoyado sobre rastreles de madera protegidos por membrana impermeable.



## 3.2. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA.

panel autoportante de madera microlaminada con alma de lana de roca, revestimiento exterior e interior cerámico fijado a estructura principal mediante anclajes en acero inox. y tornillería.

cierre de cubierta compuesto por ext-int:  
 - membrana termoplástica de poliolefino,  
 - forjado ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada de espesor con alma de lana de roca  
 - cámara de aire ligeramente ventilada y capa de lana de roca  
 - falso techo de doble placa de yeso laminado fijado mecánicamente mediante tirantes de acero galvanizado bajo capa de lana de roca.

cierre inferior y solado compuesto por ext-int:  
 - forjado ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada con alma de lana de roca sobre vigas de acero fijado mediante tornillería.  
 - suelo radiante mediante paneles preformados con barrera corta vapor, capa de poliestireno expandido, lámina con protuberancias preformadas para fijación de tuberías.  
 - pavimento cerámico

elemento de arriostramiento compuesto por perfilera de acero laminado con uniones mediante pasadores

elemento arriostramiento entre vigas de madera microlaminada de abeto con uniones de acero mediante pasadores

elemento radial compuesto por perfilera de acero laminado con uniones en acero mediante pasadores

pilar de madera microlaminada de abeto con uniones en acero tipo pasadores

elemento arriostramiento de acero laminado entre piezas radiales que conforman la base estructural

cierre ligero mediante panel autoportante y reforzado de madera microlaminada con alma de lana de roca, con revestimiento exterior en chapa de acero con formación de pendientes

cierre lateral de chimenea solar de carpintería fija de madera de pino y vidrios simples de 6 mm.

elemento de compartimentación interior compuesto por doble placa de yeso laminado sobre subestructura de perfiles de acero y aislamiento de placa de corcho

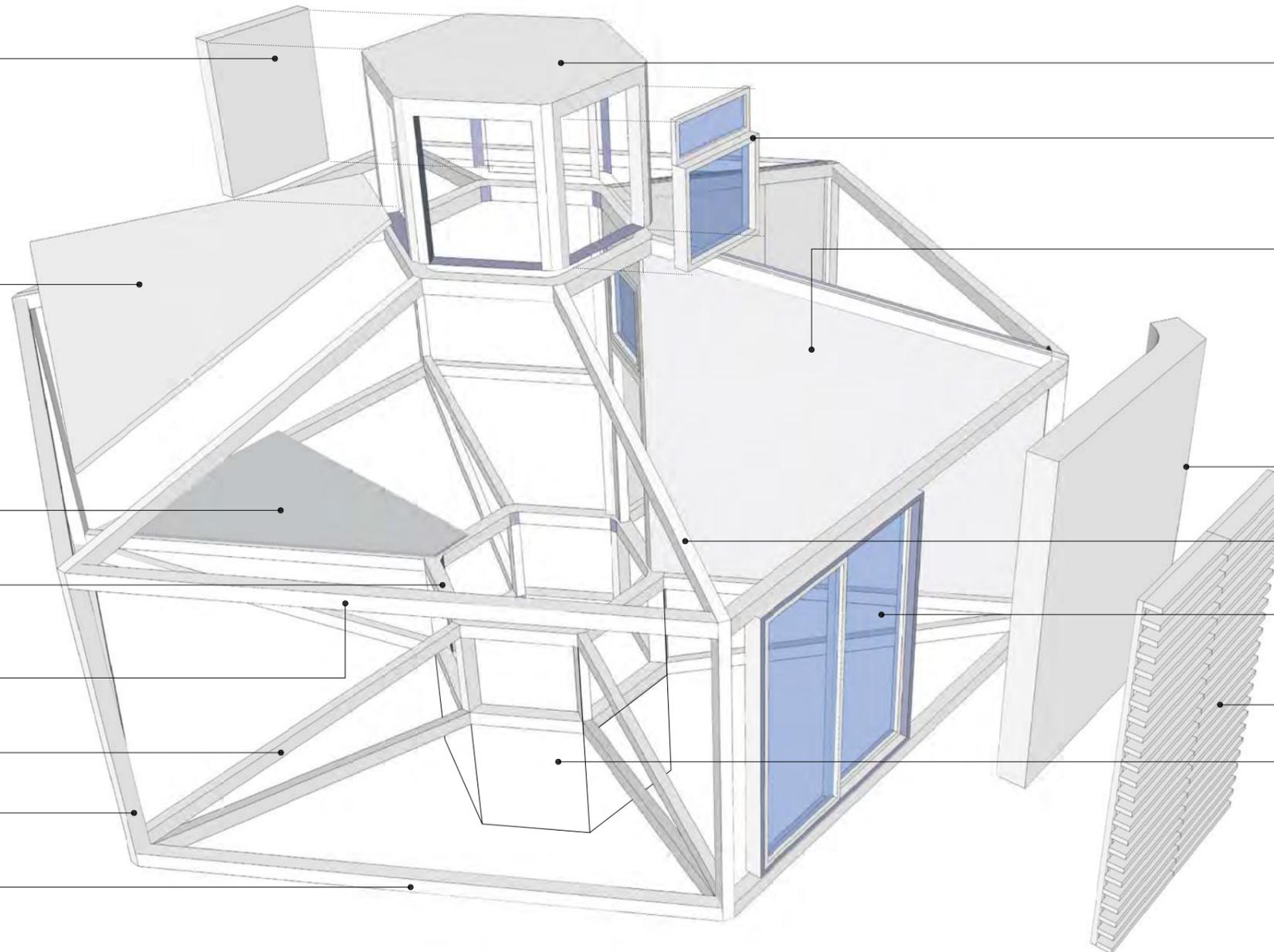
Elemento de cerramiento ext-int:  
 - fachada ventilada compuesta por paneles de madera Framiré sobre rastreles de madera.  
 - Lámina impermeabilizante.  
 - panel autoportante de madera microlaminada con alma de lana de roca fijado a estructura principal mediante tornillería.  
 - trasdosado interior con doble placa de yeso laminado fijado mecánicamente sobre montantes de acero galvanizado con cámara de lana de roca.

viga inclinada superior de madera micro laminada de abeto con uniones de acero tipo pasadores

Carpintería de madera de pino con vidrios dobles 4.15.6. abatible u oscilobatiente según fachada.

Elemento compuesto por sistema de lamas de madera Framiré horizontales orientables sobre bastidor practicable con eje vertical o plegable según fachada.

cimentación hormigón armado "in situ"

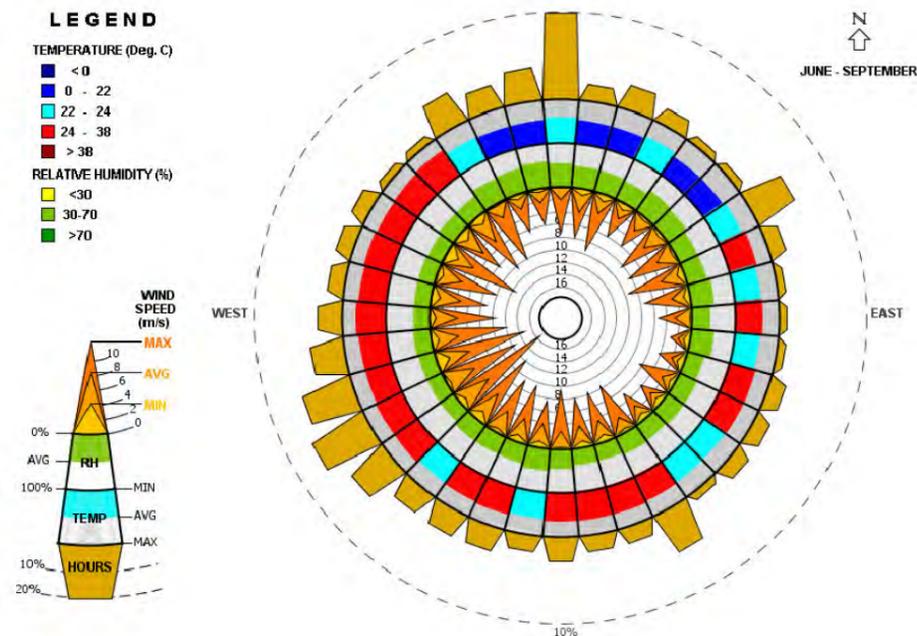




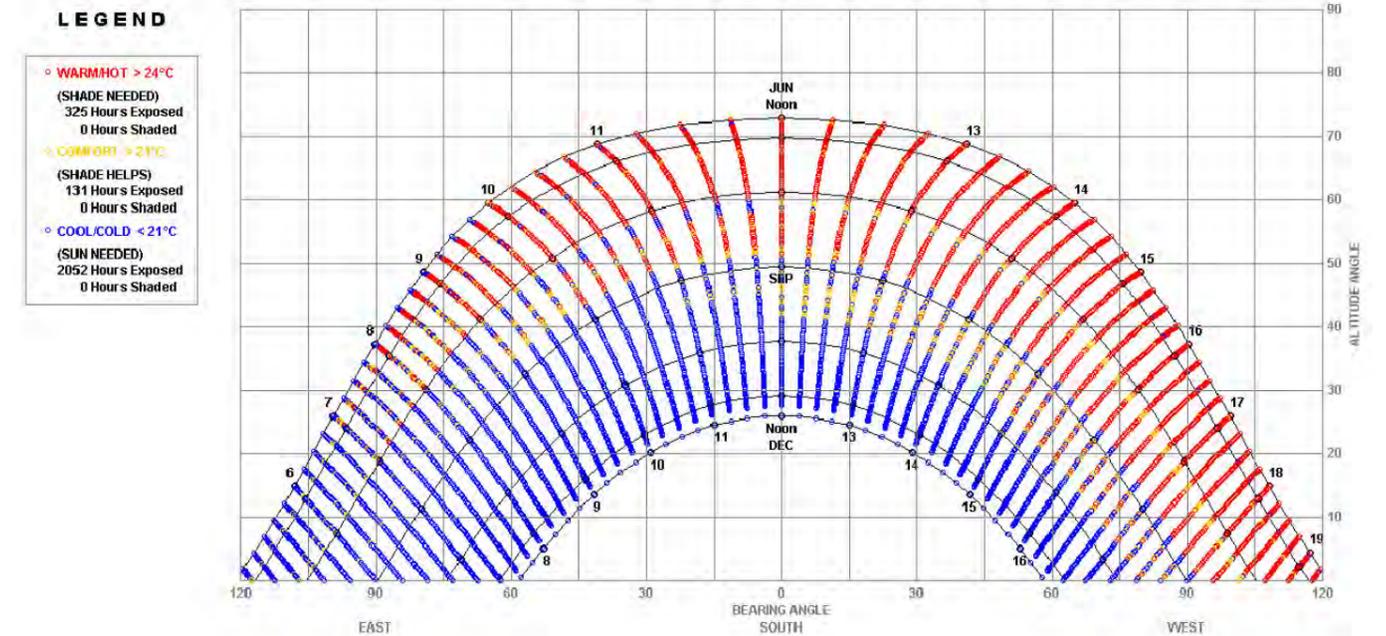
## 4.1. ANÁLISIS DEL CLIMA

Previo a la definición de los sistemas pasivos se realiza un estudio del clima del lugar. Debido a que el proyecto se presenta como una edificación con capacidad de desmontaje y definición de una nueva ubicación dentro de la geografía de la Península Ibérica se ha elegido como clima de estudio Madrid, debido a presentarse en una latitud y longitud intermedia dentro de la geografía establecida.

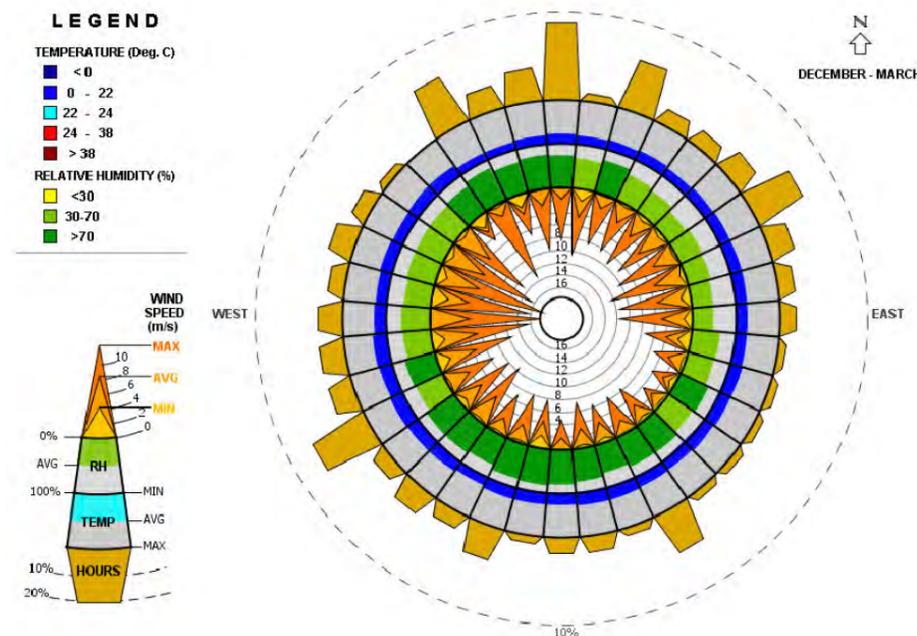
A continuación se representan las Rosas de los Vientos y las Cartas Solares correspondientes a la estación meteorológica WMO 082210. Madrid, 40.45° N, 3.55 E, 582 m. (Fuente: Climate Consultant 5.3)



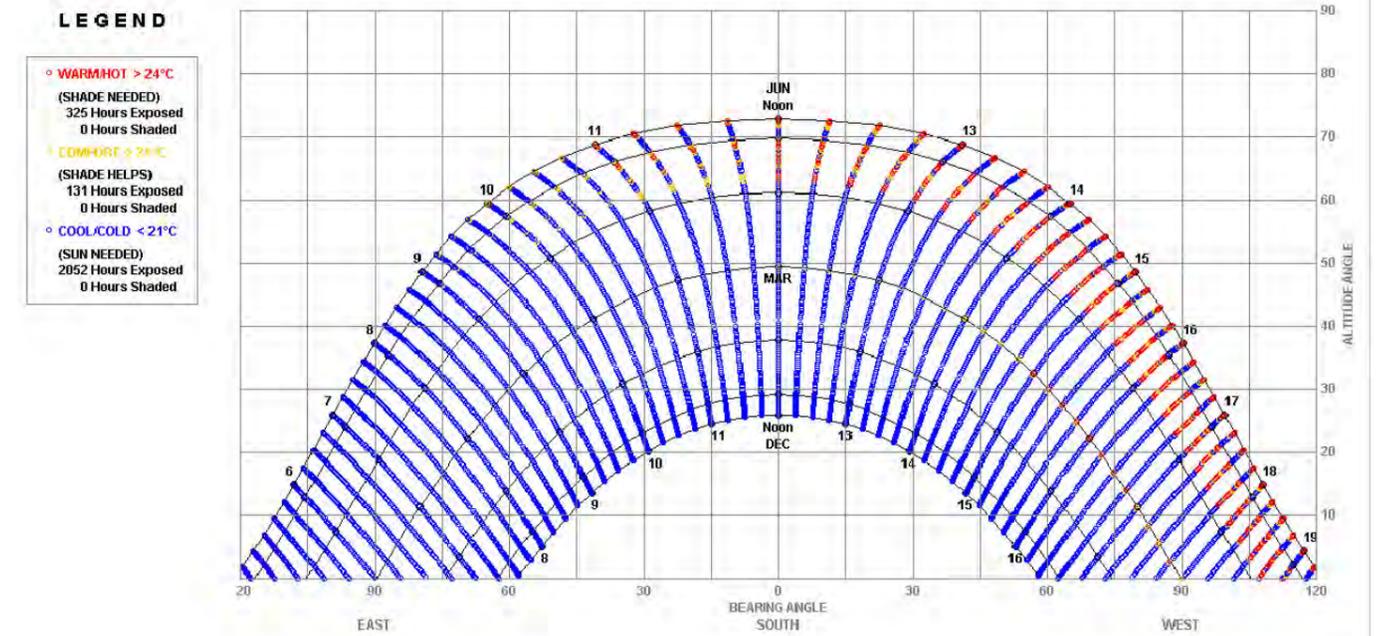
Rosa de los Vientos. Verano. (Junio-Septiembre)



Carta Solar. Junio-Diciembre.



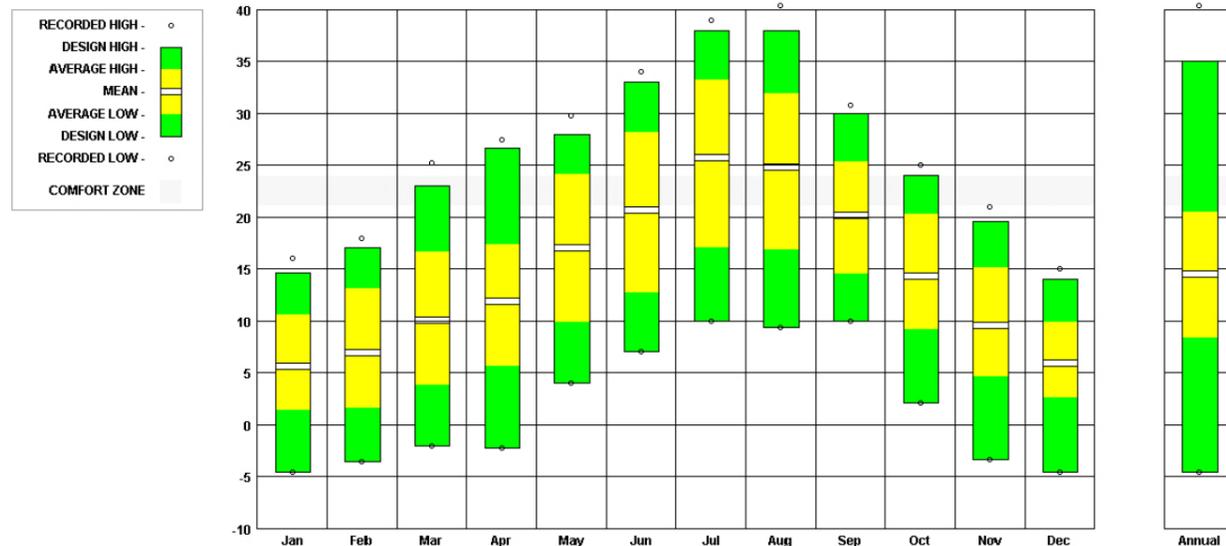
Rosa de los Vientos. Invierno. (Diciembre-Marzo)



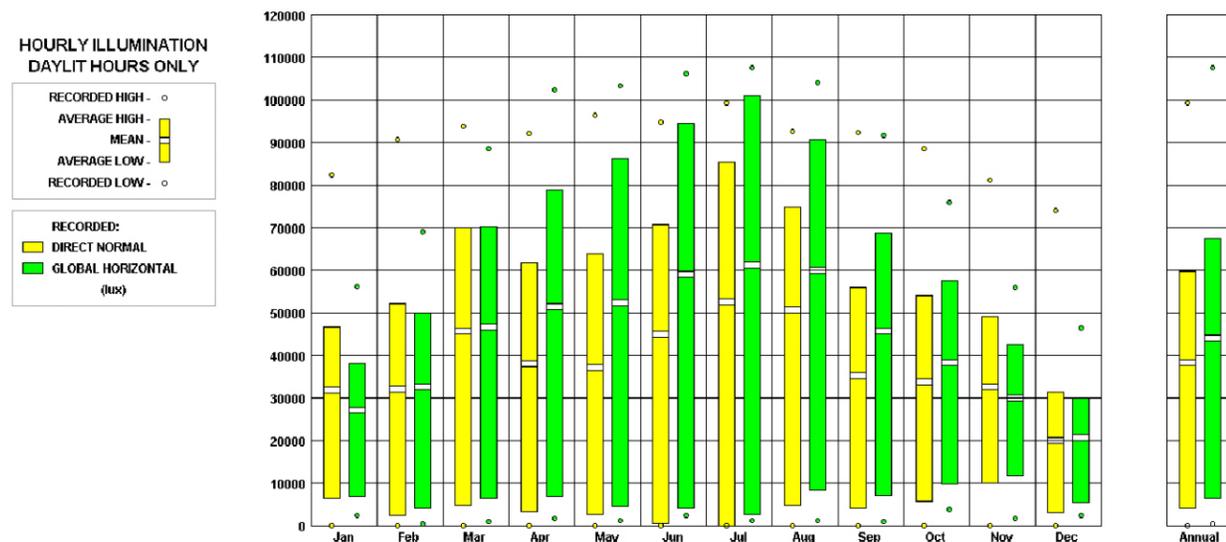
Carta Solar. (Diciembre-Junio)



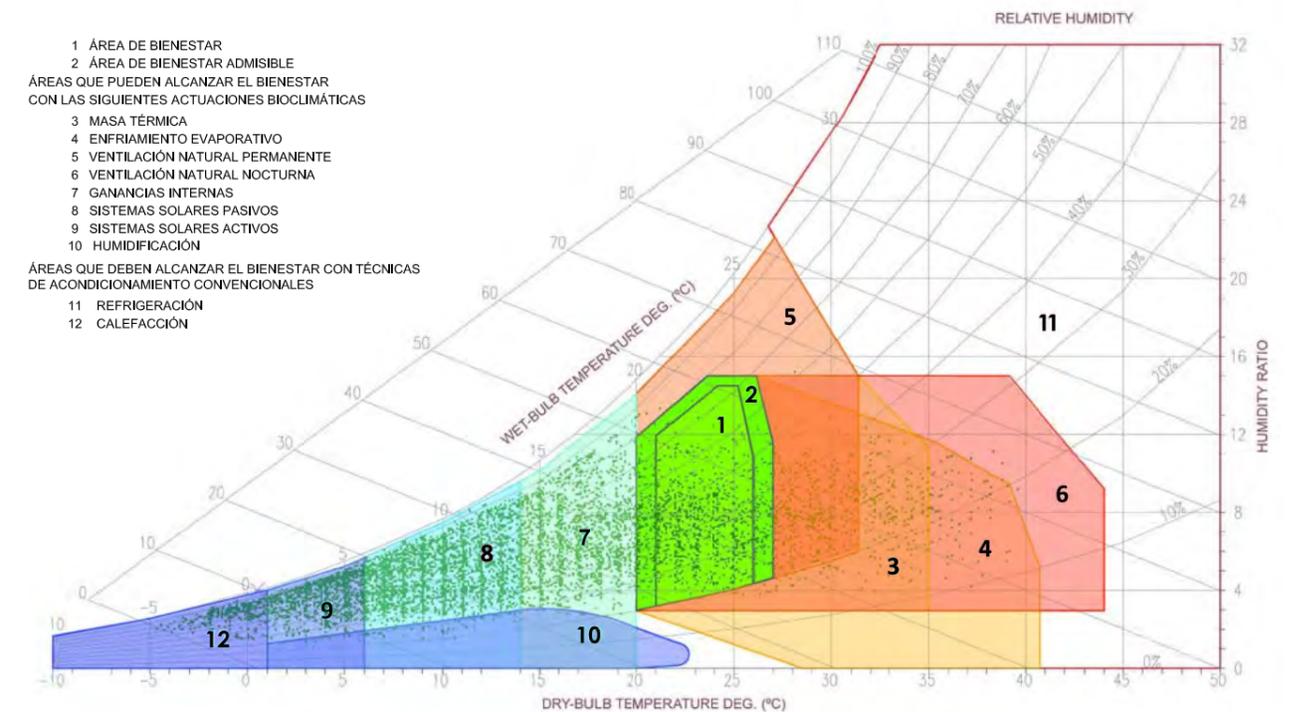
## 4.1. ANÁLISIS DEL CLIMA



Rangos de temperaturas mensuales. Madrid 40.45°N, 3.55E, 582 m.



Rangos de iluminación mensuales. Madrid 40.45°N, 3.55E, 582 m.



Climograma de Givoni. Madrid 40.45°N, 3.55E, 582 m.

A continuación se presenta el Climograma de Givoni sobre un diagrama psicrométrico que muestra las temperaturas y humedades medias diarias en Madrid durante todo un año.

Observando el climograma cabe destacar en primer lugar que un elevado número de días se sitúan en el Área de Bienestar (1) y en el Área de Bienestar admisible (2). En segundo lugar subrayaremos que, "a priori", prácticamente todos los días de verano podrían alcanzar el bienestar con actuaciones bioclimáticas y en invierno será necesario sistemas solares activos y un acondicionamiento convencional de calefacción en los días de frío intenso.

Tras el estudio del climograma y análisis climático y las características intrínsecas del proyecto se ha decidido llevar a cabo las siguientes actuaciones bioclimáticas para alcanzar el bienestar el mayor número de días:

- Ventilación natural permanente
- Ventilación natural nocturna
- Sistemas solares pasivos

A pesar de la importancia de la masa térmica en climas como el de Madrid (no en toda la geografía de la península), no se acometerá esta actuación debido a la posibilidad de movilidad de la construcción. El peso que supondría el uso de masa térmica supondría un exceso de transporte y un inconveniente a la sostenibilidad general de la propuesta. No obstante se intentará alcanzar el bienestar el mayor número de días posibles con las otras actuaciones elegidas.

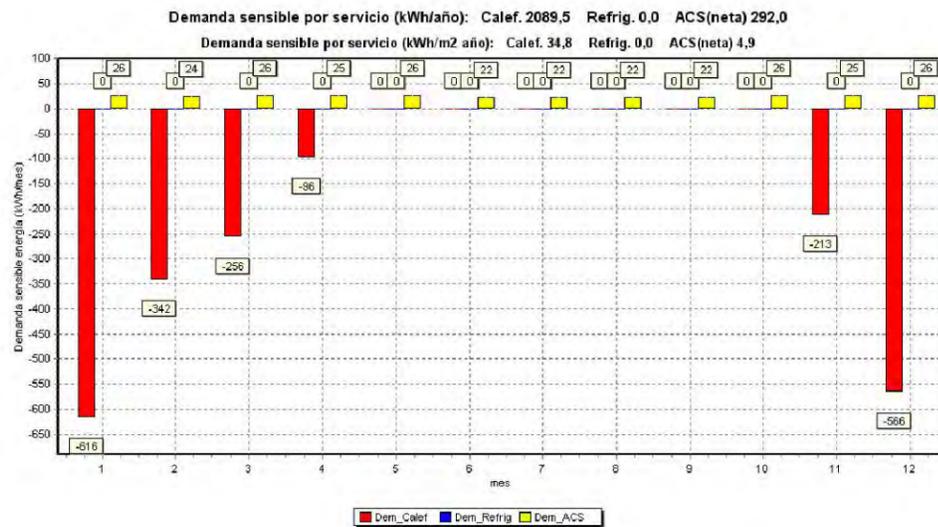


## 4.2.1. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. CAPTACIÓN SOLAR.

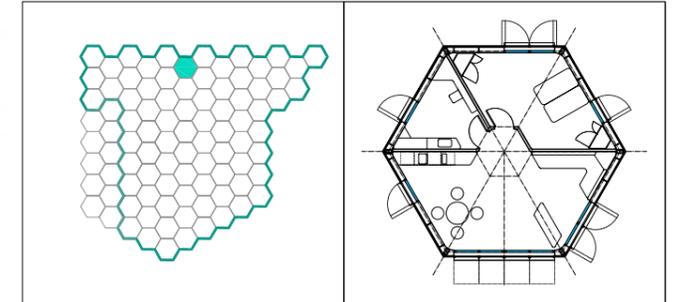
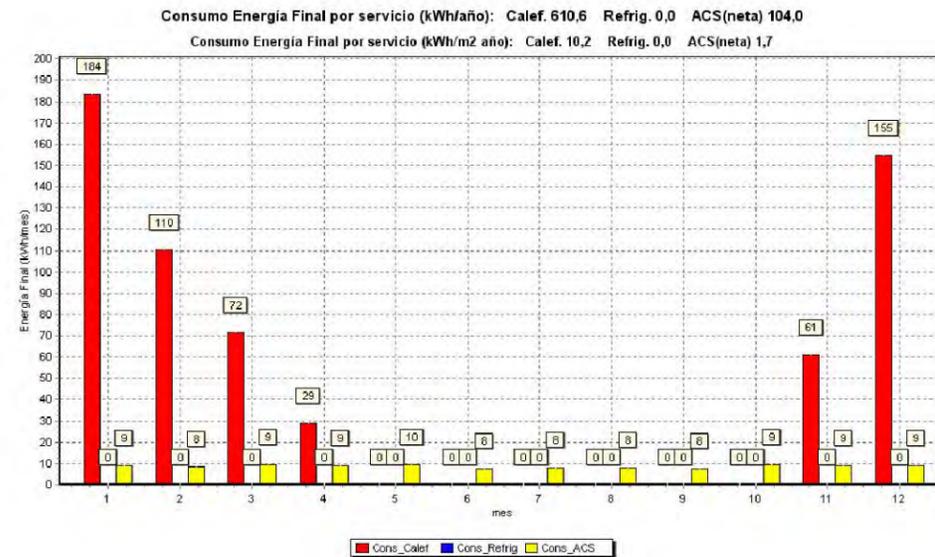
La captación de energía solar en invierno es la actuación muy efectiva a nivel de aprovechamiento energético. El análisis de la captación solar se realizará desde dos tipos de estudio. Un estudio del diseño de huecos y un estudio de orientación. Se realiza un análisis de la orientación óptima de la vivienda en diferentes puntos de la península, entendiendo como orientación óptima aquella que presente una inferior demanda energética y consecuentemente un menor consumo energético. Para realizar este estudio se ha utilizado el programa informático *Cerma*. Se han introducido los mismos datos de diseño constructivo y de instalaciones para todas las opciones y se ha variado la superficie de huecos y macizo según la orientación.

A continuación se exponen los datos obtenidos en las tres ciudades elegidas (Málaga, Madrid y Bilbao) en las dos orientaciones estudiadas.

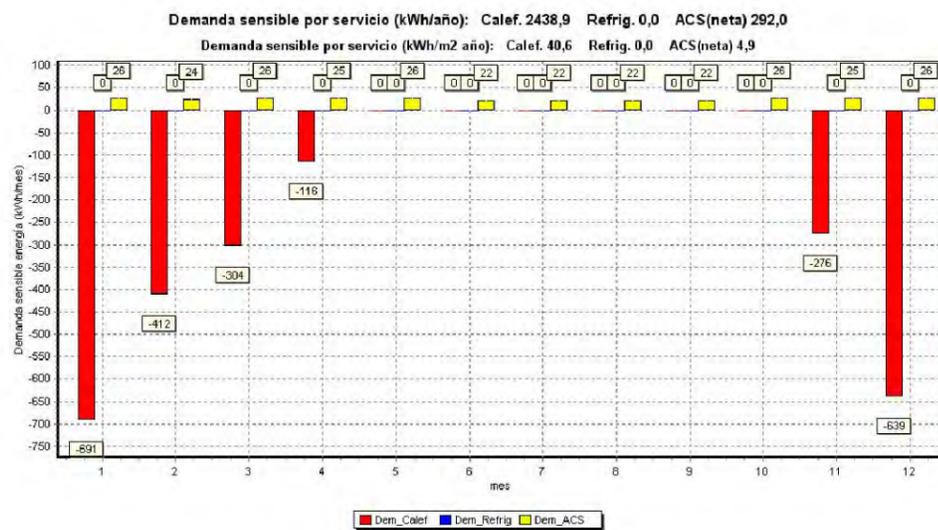
BILBAO. ORIENTACIÓN NORTE-SUR. DEMANDA ANUAL.



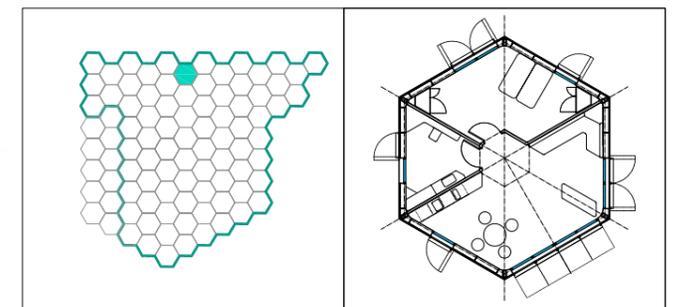
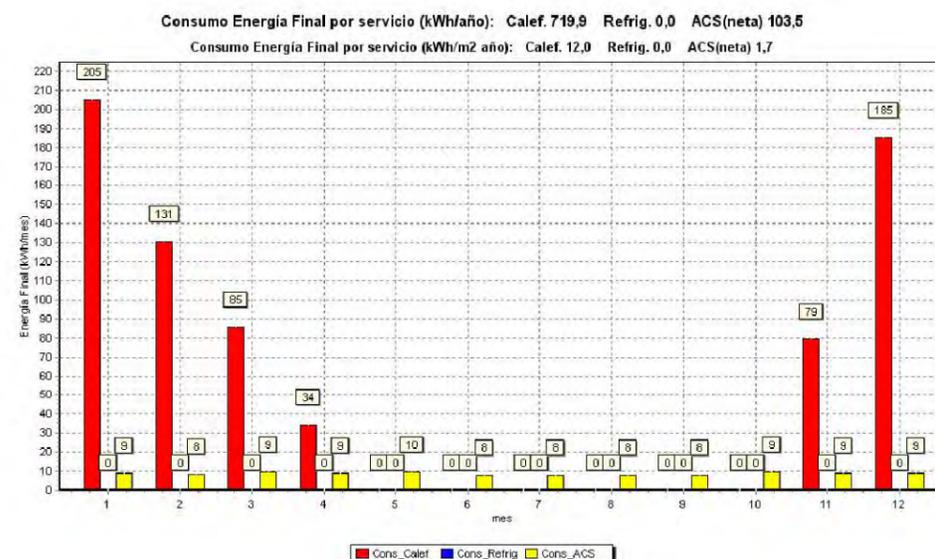
BILBAO. ORIENTACIÓN NORTE-SUR. CONSUMO ANUAL.



BILBAO. ORIENTACIÓN NOROESTE-SURESTE. DEMANDA ANUAL.



BILBAO. ORIENTACIÓN NOROESTE-SURESTE. CONSUMO ANUAL.

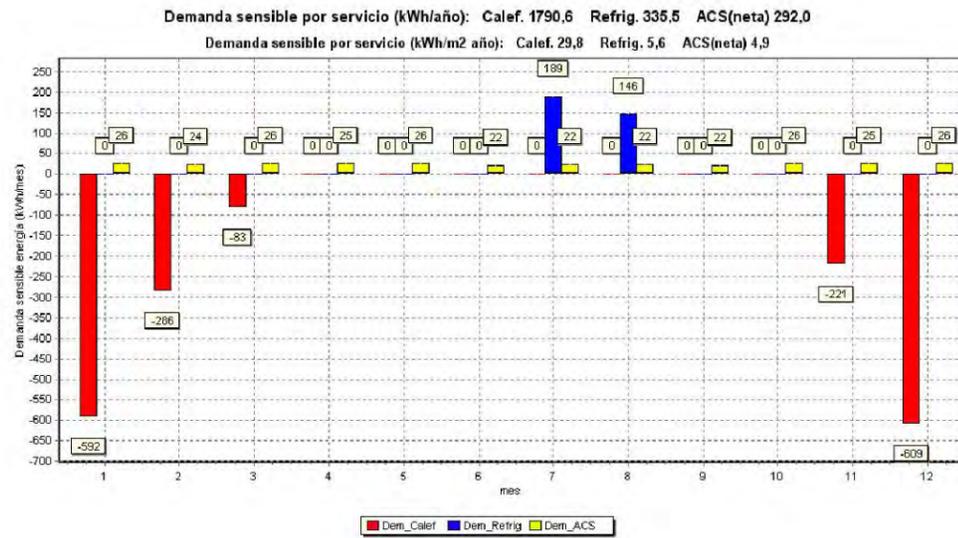


Orientación	N-S	NO-SE
Demanda Total Anual (kWh)	2.089,50	2.438,90
Consumo Total Anual (kWh)	610,6	719,9

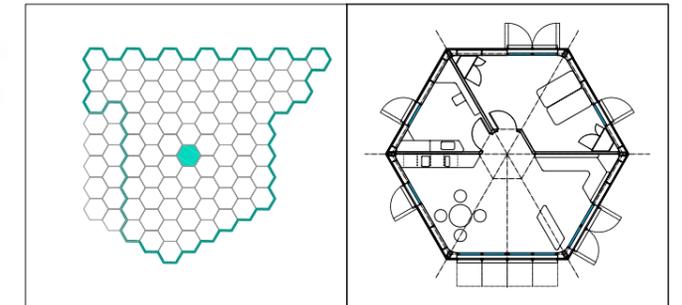
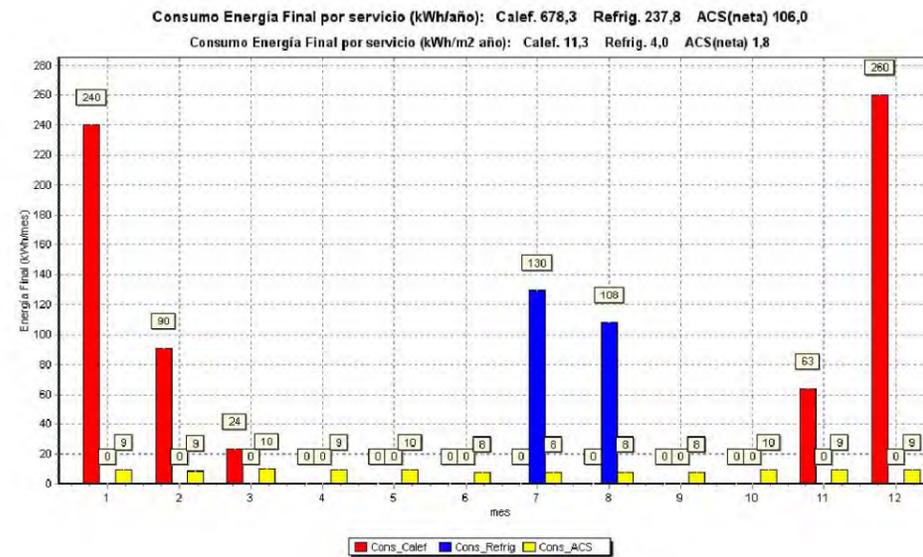


## 4.2.1. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. CAPTACIÓN SOLAR.

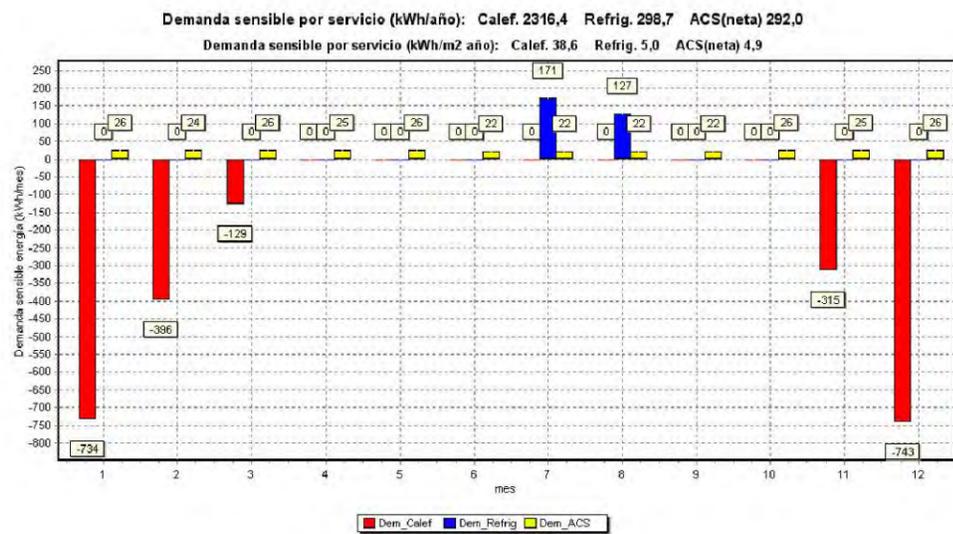
MADRID. ORIENTACIÓN NORTE-SUR. DEMANDA ANUAL.



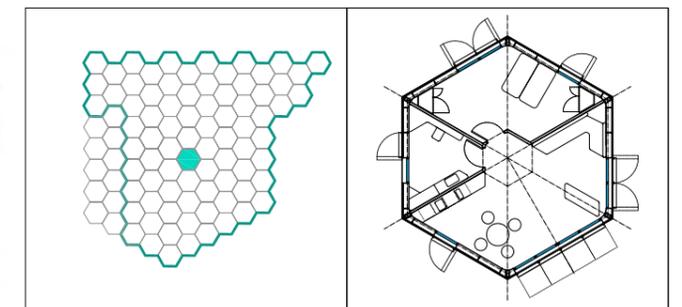
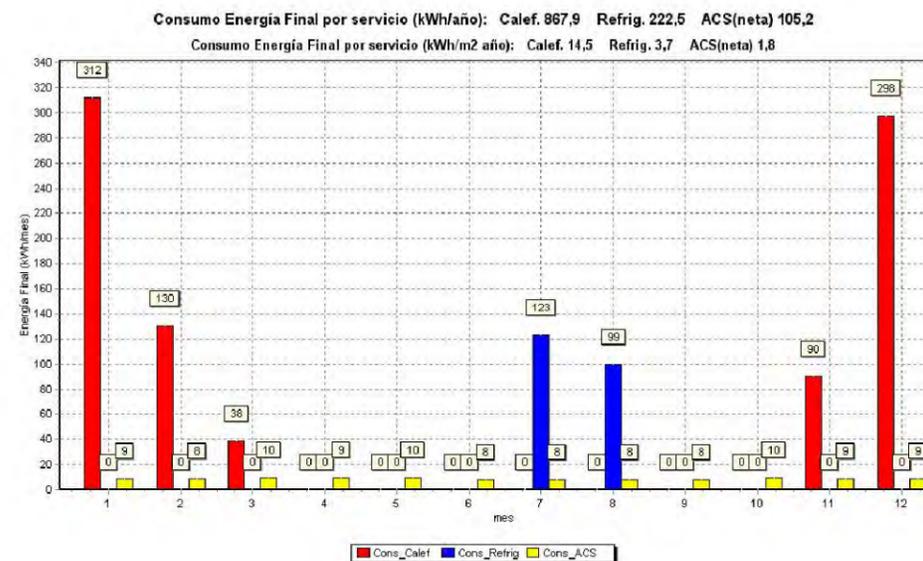
MADRID. ORIENTACIÓN NORTE-SUR. CONSUMO ANUAL.



MADRID. ORIENTACIÓN NOROESTE-SURESTE. DEMANDA ANUAL.



MADRID. ORIENTACIÓN NOROESTE-SURESTE. CONSUMO ANUAL.

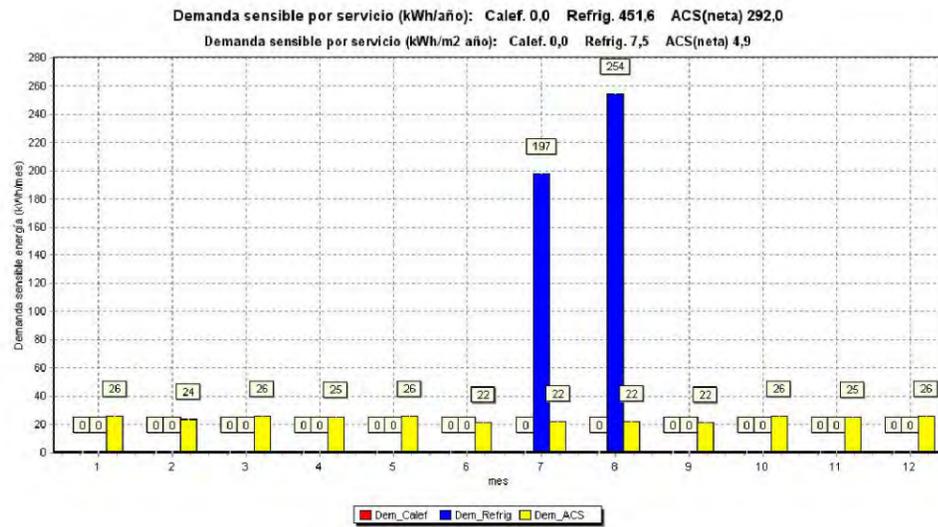


Orientación	N-S	NO-SE
Demanda Total Anual (kWh)	2.124,10	2.615,10
Consumo Total Anual (kWh)	916,1	1090,4

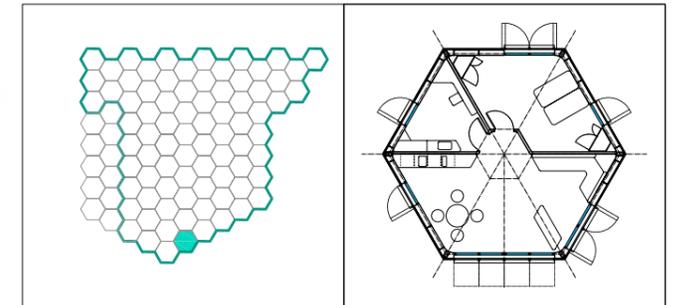
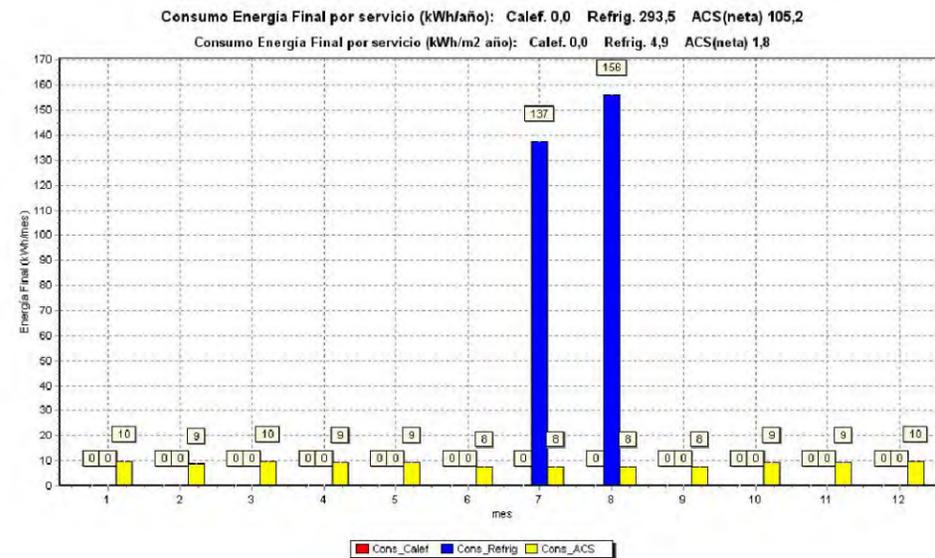


## 4.2.1. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. CAPTACIÓN SOLAR.

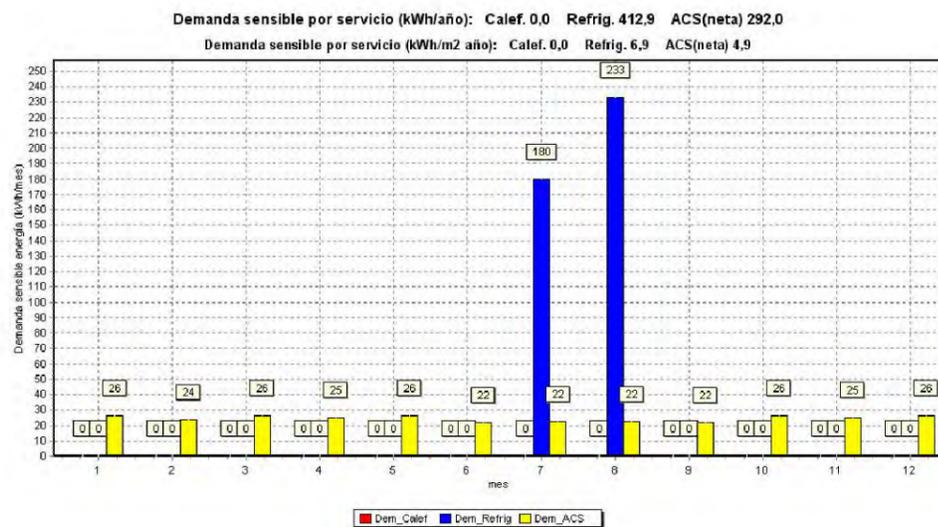
MÁLAGA. ORIENTACIÓN NORTE-SUR. DEMANDA ANUAL.



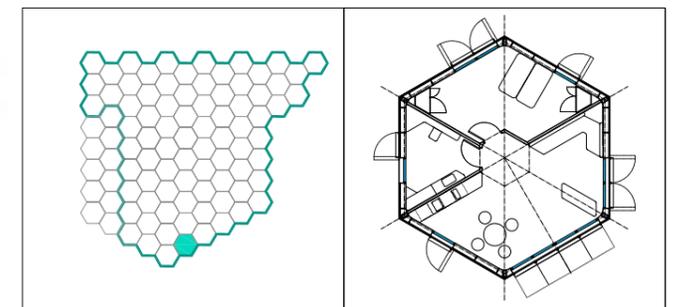
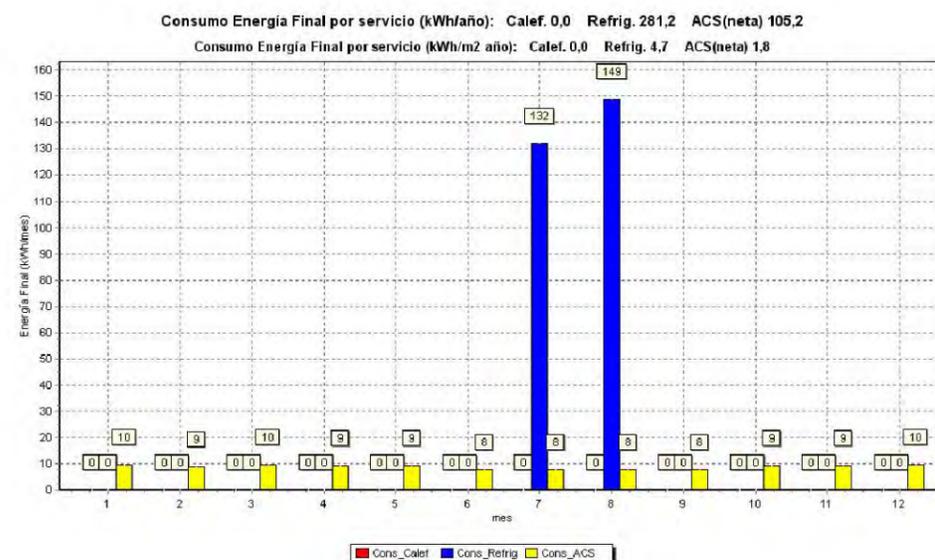
MÁLAGA. ORIENTACIÓN NORTE-SUR. CONSUMO ANUAL.



MÁLAGA. ORIENTACIÓN NOROESTE-SURESTE. DEMANDA ANUAL.



MÁLAGA. ORIENTACIÓN NOROESTE-SURESTE. CONSUMO ANUAL.



Orientación	N-S	NO-SE
Demanda Total Anual (kWh)	451,00	412,90
Consumo Total Anual (kWh)	293,5	281,2



## 4.2.1. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. CAPTACIÓN SOLAR.

Se han recopilado todos los datos de demanda y consumo mensuales para calefacción refrigeración obtenidos por el Cerma de las dos orientaciones elegidas en la tabla adjunta. Observando la tabla podemos destacar que la orientación Norte-Sur es la que consigue un mayor ahorro de demanda energética en calefacción, alcanzando un 22,70 % de ahorro en Madrid. Sin embargo, la orientación NO-SE consigue mejores resultados para la demanda de refrigeración tanto para Madrid como para Málaga, siendo estos porcentajes de inferiores a los de calefacción. Por tanto, haciendo un balance completo de las demandas de refrigeración y calefacción, tanto en Madrid como en Bilbao la orientación óptima es la NS y para Málaga la NO-SE. En resumen, cuando el clima tiene inviernos más severos y latitudes más altas, la orientación óptima es la N-S y para climas con inviernos suaves y latitudes más bajas la orientación óptima es la NO-SE.

En la tabla se han introducido datos de consumo para establecer una escala de valores más conocida, no obstante, este consumo siempre dependerá de los rendimientos de los equipos instalados en las instalaciones de calefacción y refrigeración. En el caso que nos ocupa se ha introducido un sistema de calefacción y refrigeración con suelo radiante alimentado por una bomba de calor aire-agua. De la tabla de consumos podemos extraer que la demanda de refrigeración supone mayor consumo en proporción al consumo que requiere la demanda de refrigeración. Por este motivo, los porcentajes de ahorro descienden en consumo a medida que hay mayor demanda de refrigeración y por tanto mayor consumo en refrigeración.

Después de este análisis de orientaciones y demandas energéticas podemos confirmar la importancia de la orientación como estrategia pasiva de sostenibilidad.

Orientación	BILBAO			MADRID			MÁLAGA		
	N-S	NO-SE	% Ahorro demanda	N-S	NO-SE	% Ahorro demanda	N-S	NO-SE	% Ahorro demanda
<b>Demanda Anual Refrigeración (kWh)</b>	0,00	0,00	-	333,50	298,70	10,43	451,60	412,90	8,57
<b>Demanda Anual Calefacción (kWh)</b>	2.089,50	2.438,90	14,33	1.790,60	2.316,40	22,70	0,00	0,00	-
<b>Demanda Anual Total (kWh)</b>	<b>2.089,50</b>	2.438,90	<b>14,33</b>	<b>2.124,10</b>	2.615,10	<b>18,78</b>	451,60	<b>412,90</b>	<b>8,57</b>
<b>Cosumo Anual Refrigeración (kWh)</b>	0,00	0,00	-	237,80	222,50	6,43	293,50	281,20	4,19
<b>Consumo Anual Calefacción (kWh)</b>	610,60	719,90	15,80	678,30	867,90	21,85	0,00	0,00	-
<b>Consumo Anual Total (kWh)</b>	<b>610,60</b>	719,90	<b>15,80</b>	<b>916,10</b>	1.090,40	<b>15,98</b>	293,50	<b>281,20</b>	<b>4,19</b>

Valores mínimos  
 Opción óptima

Resumen de datos de demandas y consumos anuales. Datos obtenidos en *Cerma*.

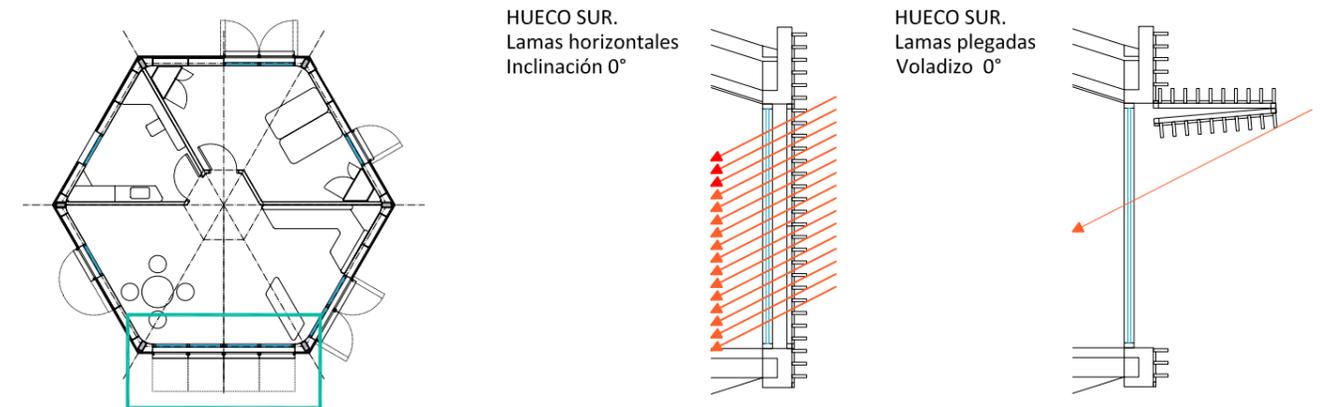


## 4.2.1. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. CAPTACIÓN SOLAR.

Para la comprobación del aprovechamiento solar en la época invernal se ha realizado un estudio mediante un modelo en el programa informático *Sketchup*. Se ha revisado que el diseño de huecos en diferentes fachadas que se previó permite la entrada de radiación solar al interior de la vivienda.

A continuación se muestran los resultados de las modelizaciones de los huecos orientados a Sureste, Sur y Suroeste para un 21 de diciembre en Madrid.

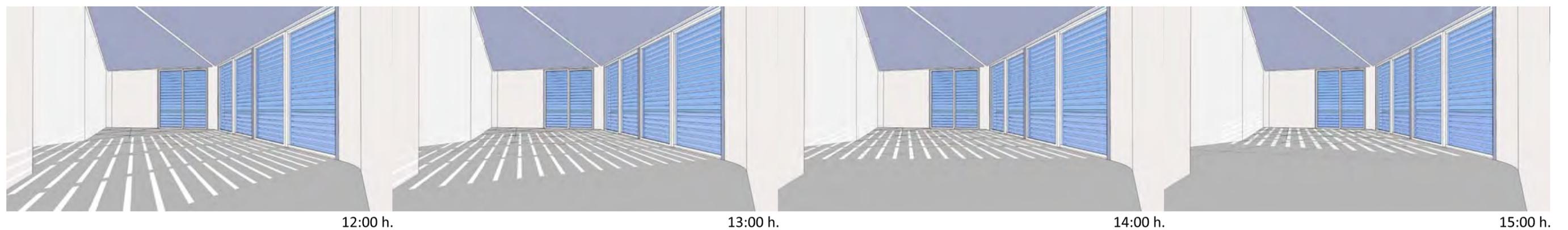
No se estudian los huecos situados a Norte, Noroeste y Noreste por ser orientaciones de escasa o nula radiación directa en invierno.



HUECO SUR. Con voladizo. Madrid. 21 de Diciembre.



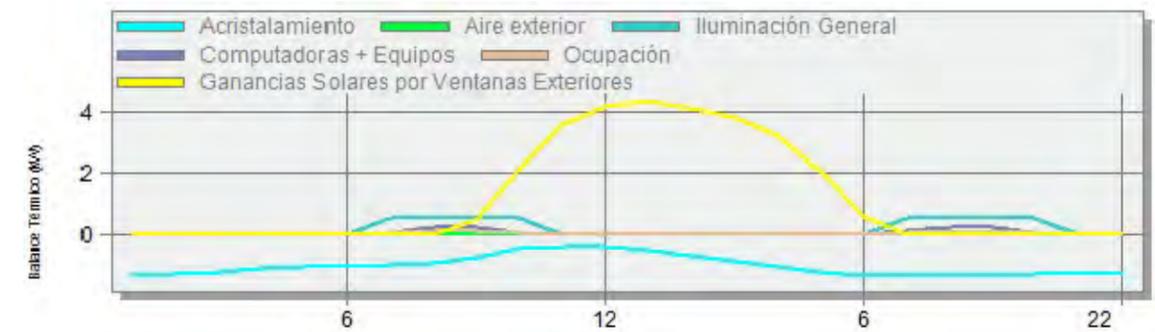
HUECO SUR. Con lamas 0°. Madrid. 21 de Diciembre.



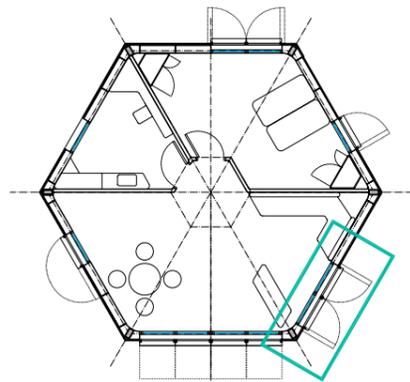
## 4.2.1. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. CAPTACIÓN SOLAR.

Con el programa informático *Design Builder (Energy Plus)* se ha realizado el cálculo del aporte energético a través de los huecos a partir de simulaciones para Madrid en invierno (21 de Enero).

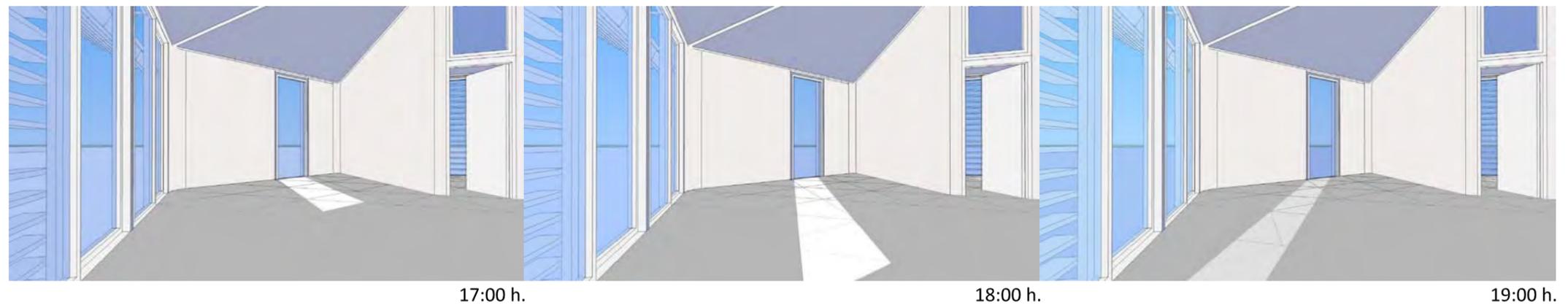
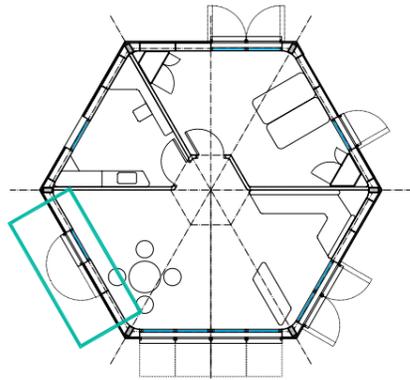
Como podemos observar en la gráfica las ganancias solares a través de la ventanas entre las 9:00-18:00 h. llega a superar los 4 kW. Este aporte energético favorecerá en el cómputo global de ahorro energético en calefacción.



HUECO SURESTE. Madrid. 21 de Diciembre. Contraventana de lamas abierta.



HUECO SUROESTE. Madrid. 21 de Diciembre. Contraventana de lamas abierta.



## 4.2.2. ESTRATEGIAS DE INVIERNO. ACUMULACIÓN Y CONSERVACIÓN.

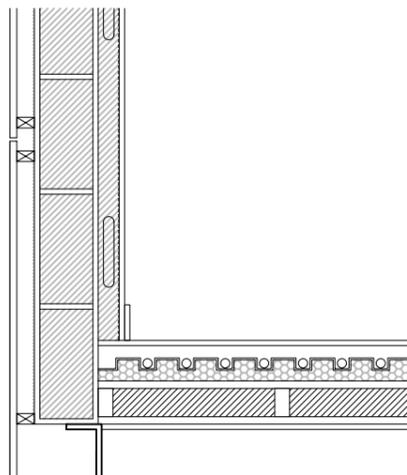
Una vez hemos definido la estrategia de captación de calor mediante la radiación solar especialmente a través de los huecos definiremos la manera de acumular y conservar ese calor. La acumulación del calor se realiza principalmente en elementos de elevada masa térmica.

Debido a una elección de materiales de construcción ligeros para facilitar la transportabilidad de la edificación, no se contemplan elementos que asuman esta función. Únicamente se dispone un material cerámico de pavimento ya que la mayor captación solar a través de los huecos es el plano horizontal de la vivienda. Se entiende que no se trata de una actuación de gran importancia y no cumple con las posibilidades de acumulación que se podrían presentar con otras actuaciones.

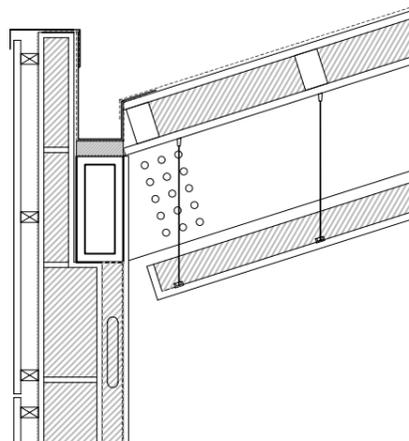
La estrategia de invierno más importante del proyecto es el aislamiento. Se ha optado por la generación de una envolvente con un elevado nivel aislante, tanto en cerramientos como en cubiertas y solera. El uso de una envolvente térmica con un elevado Coeficiente de Transmisión Térmica nos garantiza que el calor generado en el interior no se perderá a través de los paramentos y permite el elevado ahorro energético en la instalación de calefacción. Recordemos que en el clima en el que nos encontramos, el número de días en los que se necesita la activación de la calefacción es muy superior a los días que se requiere un apoyo de refrigeración.

Se comprueba que no se producen condensaciones en este tipo de cerramientos, especialmente en el de solera debido a que en su acabado interior se ha colocado cerámico.

Encuentro cerramiento-solera



Encuentro cerramiento-cubierta



FACHADA				
Componentes	Espesor (cm.)	Lambda (W/ m.K)	$\mu$	Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> .K/W)
Placa de yeso laminado (doble de 1 cm.)	2	0,25	4	0,08
Barrera corta vapor	-	-	-	-
Lana mineral	6	0,031	1	1,94
Tablero de madera microlaminada (d= 480kg/m <sup>3</sup> )	2,1	0,15	20	0,14
Lana mineral	15	0,031	1	4,84
Tablero de madera microlaminada (d= 480kg/m <sup>3</sup> )	2,1	0,15	20	0,14
Membrana termoplástica de poliolefino (d=0,947kg/m <sup>3</sup> )	0,1	0,22	-	0,05
Cámara de aire vertical ventilada	5	0,556	1	0,09
Tablero de madera Framiré (d=520 kg/m <sup>3</sup> )	2			
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA. FACHADA.				U= 0,14 m <sup>2</sup> .K/W

Coeficiente de transmisión térmica de fachada.

CUBIERTA				
Componentes	Espesor (cm.)	Lambda (W/ m.K)	$\mu$	Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> .K/W)
Placa de yeso laminado (doble de 1 cm.)	2	0,25	4	0,08
Barrera corta vapor	-	-	-	-
Lana mineral	6	0,031	1	1,94
Cámara sin ventilar	30	0,556	1	0,54
Tablero de madero microlaminada (d= 480kg/m <sup>3</sup> )	2,1	0,15	20	0,14
Lana mineral	12	0,031	1	3,87
Tablero de madero microlaminada (d= 480kg/m <sup>3</sup> )	2,1	0,15	20	0,14
Membrana termoplástica de poliolefino (d=0,947kg/m <sup>3</sup> )	0,1	0,22	-	0,05
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA. CUBIERTA.				U= 0,15 m <sup>2</sup> .K/W

Coeficiente de transmisión térmica de cubierta.

SOLERA				
Componentes	Espesor (cm.)	Lambda (W/ m.K)	$\mu$	Resistencia Térmica (m <sup>2</sup> .K/W)
Bladosa de gres	1,5	2,3	30	0,45
Barrera corta vapor	-	-	-	-
Poliestireno extruido	6	0,032	100	6
Tablero de madero microlaminada (d= 480kg/m <sup>3</sup> )	2,1	0,15	20	0,14
Lana mineral	10	0,031	1	3,23
Tablero de madero microlaminada (d= 480kg/m <sup>3</sup> )	2,1	0,15	20	0,14
Membrana termoplástica de poliolefino (d=0,947kg/m <sup>3</sup> )	0,1	0,22	-	0,05
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA. SOLERA.				U= 0,19 m <sup>2</sup> .K/W

Coeficiente de transmisión térmica de solera.



### 4.3.1. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES CONTRA EL SOBRECALENTAMIENTO.

El objetivo principal en verano se centra en combatir el sobrecalentamiento, tanto en su captación como en su eliminación. Las actuaciones son principalmente arquitectónicas, basadas en un diseño óptimo de la geometría de la envolvente térmica que controlará la incidencia solar y una composición constructiva adecuada que prevendrá el sobrecalentamiento.

En el proyecto que se presenta se intervendrá principalmente en los siguientes aspectos:

- Orientación de fachadas y huecos.
- Fachadas. Ventilación.
- Cubierta. Aislamiento.
- Huecos. Sombreamiento y vidrios.

Para determinar la óptima **orientación de fachadas** se ha realizado un sencillo estudio sobre la demanda y el consumo mensuales para calefacción y refrigeración de las diferentes opciones (ver apartado 4.2.1) con el programa *Cerma*. A continuación se representa una tabla resumen con todos los datos. Podemos observar que la orientación NO-SE para latitudes como Bilbao y Madrid tiene menor demanda de refrigeración, fenómeno inverso en la latitud para Málaga. La demanda para Bilbao es nula y la diferencias entre demandas según la orientación en Madrid y en Málaga son pequeñas.

Por tanto, a pesar de ser ligeramente más favorable la orientación NO-SE para verano en latitudes y climas como el de Bilbao y Madrid, se optará por la orientación N-S debido a que en términos generales de demanda (incluyendo la de calefacción), esta orientación consigue mayores ahorros energéticos. Sin embargo, en latitudes y climas como el de Málaga la orientación óptima es la NO-SE.

Como se ha comentado anteriormente, se han introducido datos de consumo como información orientativa, pero se recuerda que estos datos de consumo dependen de los rendimientos de los equipos que se instalen para el aporte de calefacción y refrigeración.

Para el diseño y colocación de huecos se ha optado por abrir principalmente huecos a Sur donde podemos garantizar más la efectividad de las protecciones solares debido a la altura solar en el solsticio de verano. Se abren huecos a Este, Oeste y a Norte pero en menor número para poder permitir la iluminación y ventilación de todas las estancias y propiciar la ventilación cruzada de la vivienda en su globalidad. Se pretende conseguir el óptimo diseño energético y de habitabilidad.

Para evitar el sobrecalentamiento en cerramientos verticales se ha optado por realizar una doble piel, generando una fachada ventilada que proporciona sombra a los paramentos opacos, ventilación y la colocación de un elevado nivel de aislamiento,  $U=0,14 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$ . (Ver tablas en apartado 4.2.2)

De igual manera se ha optado por un bajo coeficiente de transmisión térmica en cubierta con el uso de materiales aislantes,  $U=0,15 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$  (Ver tablas en apartado 4.2.2)). A pesar de que el aislamiento no es lo más adecuado contra la radiación solar sí lo es contra la onda de calor que tiende a entrar por conducción. Aunque el aislamiento es menos efectivo en verano cuando el salto térmico interior-exterior es inferior (en climas como Madrid o Bilbao), prevalecen las condiciones más extremas que son las de invierno. En el caso de climas como el de Málaga, el mayor salto térmico también se producirá en invierno a pesar de que el clima no requiere de aporte de calefacción si se utilizan las estrategias bioclimáticas adecuadas. Estas circunstancias unidas al carácter transportable del proyecto desembocan en el uso de aislamiento en lugar de masa térmica como forma de evitar el sobrecalentamiento.

Orientación	BILBAO			MADRID			MÁLAGA		
	N-S	NO-SE	% Ahorro demanda	N-S	NO-SE	% Ahorro demanda	N-S	NO-SE	% Ahorro demanda
<b>Demanda Anual Refrigeración (kWh)</b>	0,00	0,00	-	333,50	298,70	10,43	451,60	412,90	8,57
<b>Demanda Anual Calefacción (kWh)</b>	2.089,50	2.438,90	14,33	1.790,60	2.316,40	22,70	0,00	0,00	-
<b>Demanda Anual Total (kWh)</b>	<b>2.089,50</b>	2.438,90	<b>14,33</b>	<b>2.124,10</b>	2.615,10	<b>18,78</b>	451,60	<b>412,90</b>	<b>8,57</b>
<b>Consumo Anual Refrigeración (kWh)</b>	0,00	0,00	-	237,80	222,50	6,43	293,50	281,20	4,19
<b>Consumo Anual Calefacción (kWh)</b>	610,60	719,90	15,80	678,30	867,90	21,85	0,00	0,00	-
<b>Consumo Anual Total (kWh)</b>	<b>610,60</b>	719,90	<b>15,80</b>	<b>916,10</b>	1.090,40	<b>15,98</b>	293,50	<b>281,20</b>	<b>4,19</b>

Valores mínimos  
 Opción óptima

Resumen de datos de demandas y consumos anuales. Datos obtenidos en *Cerma*.

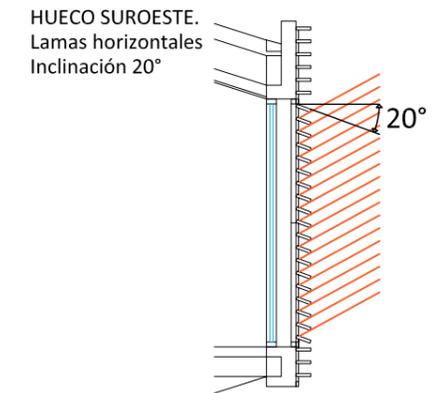
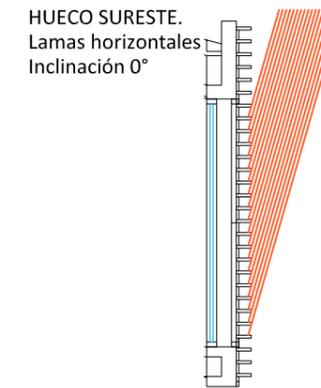


### 4.3.1. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES CONTRA EL SOBRECALENTAMIENTO.

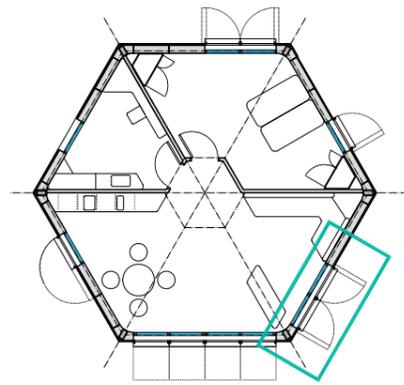
Los huecos de todas las fachadas de la vivienda se materializan de la siguiente manera:

- carpinterías de madera maciza con la eliminación del puente térmico
- acristalamiento doble. Se descarta inicialmente los acristalamientos aislantes a la radiación por la variabilidad de ubicación del proyecto. No obstante se recomienda este tipo de acristalamiento en climas que no necesiten captación solar pasiva en invierno.

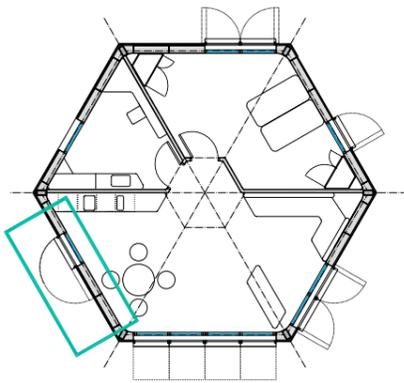
Todos los huecos tiene su protección solar. A continuación se realiza el estudio del sombreado efectivo en cada uno de las modalidades de hueco dependiendo de su orientación. Las simulaciones se ha realizado para el 21 de junio a diferentes horas del día mediante el programa informático *Sketchup*.



HUECO SURESTE. Madrid. 21 de Junio. Contraventana de lamas cerrada. Inclinación de lama 0°.



HUECO SUROESTE. Madrid. 21 de Junio. Contraventana de lamas cerrada. Inclinación de lama 20°.



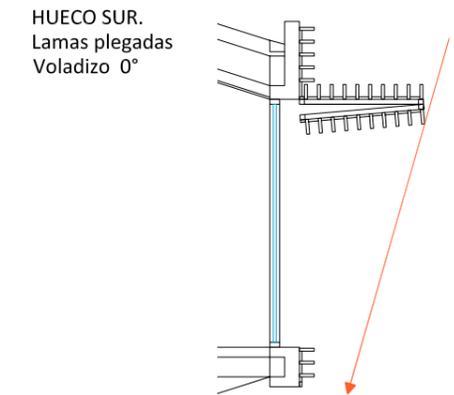
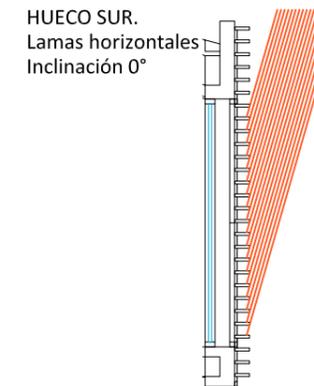
Resumen de datos de demandas y consumos anuales. Datos obtenidos en *Cerma*.

### 4.3.1. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES CONTRA EL SOBRECALENTAMIENTO.

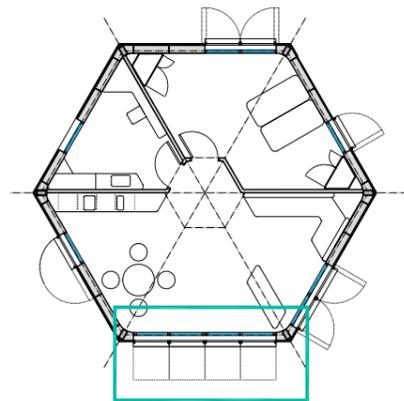
Los huecos de todas las fachadas de la vivienda se materializan de la siguiente manera:

- carpinterías de madera maciza con la eliminación del puente térmico
- acristalamiento doble. Se descarta inicialmente los acristalamientos aislantes a la radiación por la variabilidad de ubicación del proyecto. No obstante se recomienda este tipo de acristalamiento en climas que no necesiten captación solar pasiva en invierno.

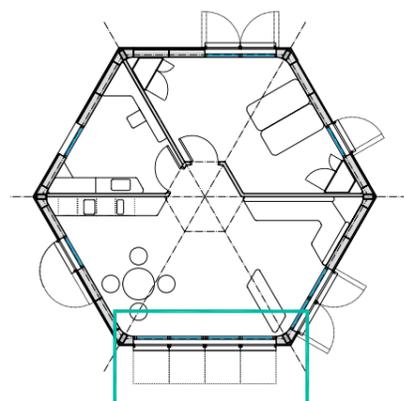
Todos los huecos tiene su protección solar. A continuación se realiza el estudio del sombreado efectivo en cada uno de las modalidades de hueco dependiendo de su orientación. Las simulaciones se ha realizado para el 21 de junio a diferentes horas del día mediante el programa informático *Sketchup*.



HUECO SUR. Madrid. 21 de Junio. Contraventana de lamas plegada en voladizo a 0°.



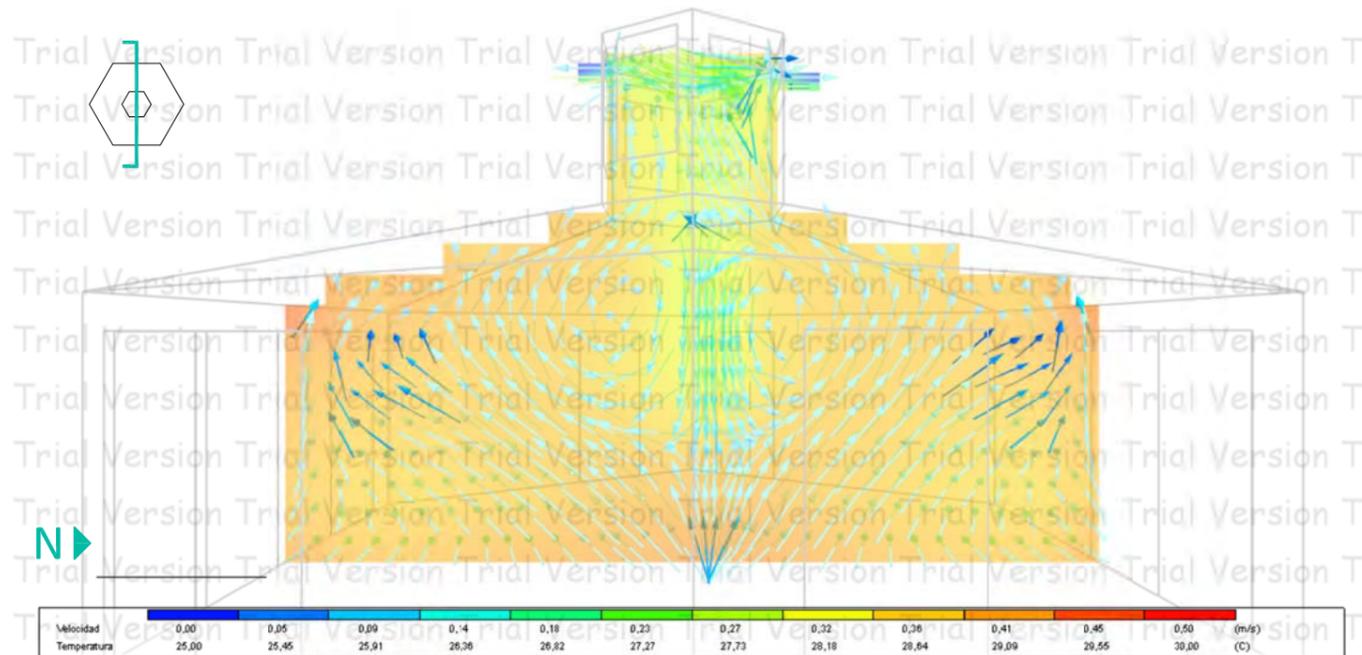
HUECO SUR. Madrid. 21 de Junio. Contraventana de lamas cerrada. Inclinación de lama 0°.



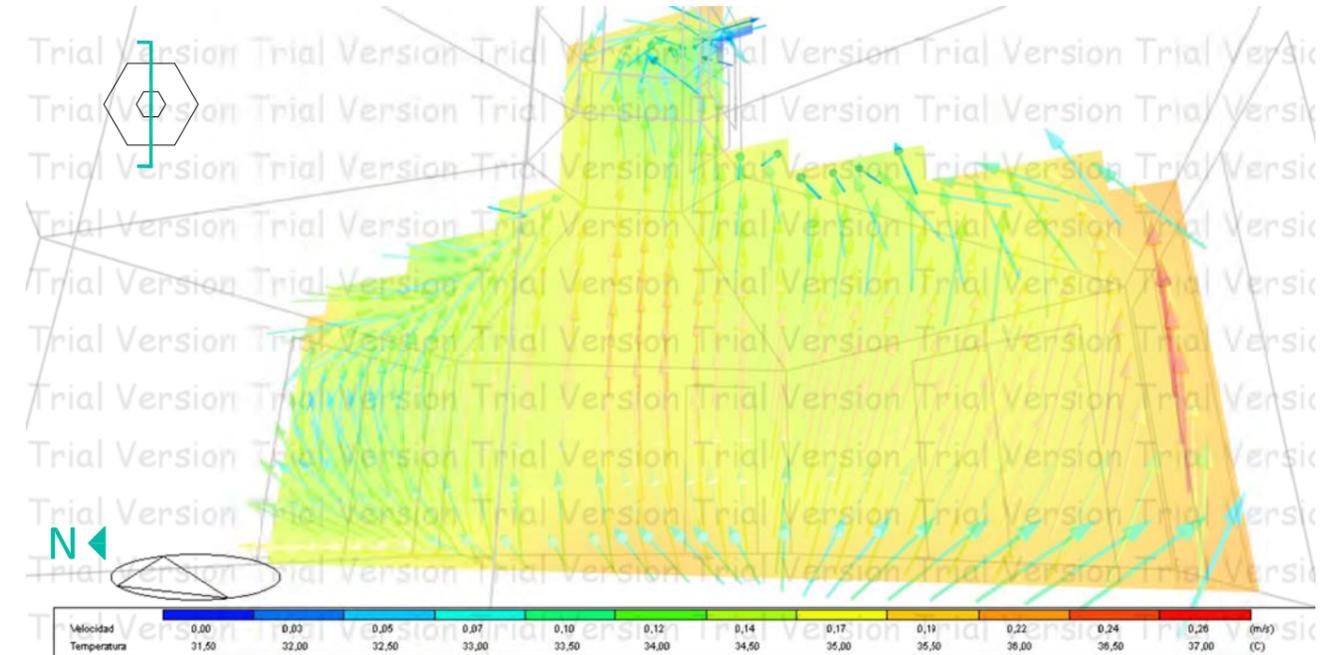
### 4.3.1. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES CONTRA EL SOBRECALENTAMIENTO.

Para comprobar la importancia de las protecciones solares se han realizado simulaciones de la vivienda el 21 de julio a las 12:00h. con las protecciones solares y sin las protecciones solares. Como podemos observar, la temperatura media interior de la vivienda sin protecciones solares es de 34,50 °C y alcanza temperaturas de

36,00 °C en las zonas cercanas a los vidrios. En las simulaciones del modelo con protecciones solares obtenemos una temperatura media interior de 28,00 °C, resultando una diferencia media de 6,50 °C entre la vivienda con protecciones y sin protecciones.



Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Con protecciones solares.



Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Sin protecciones solares.

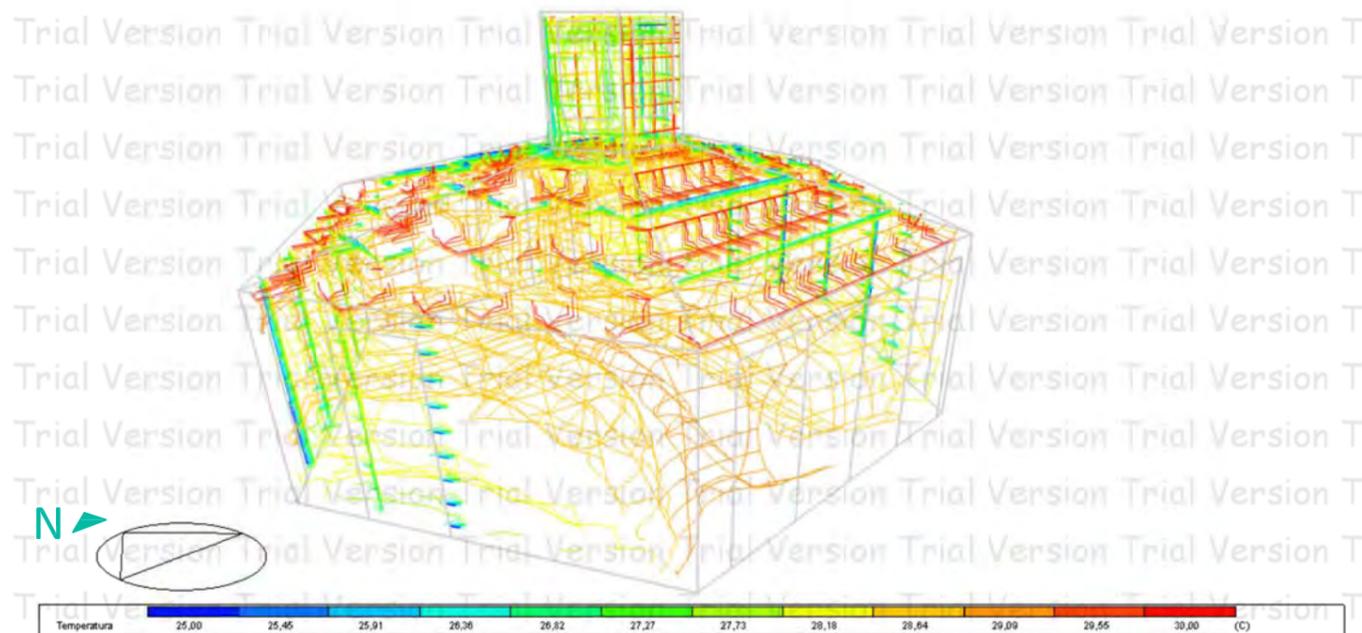


Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Con protecciones solares.

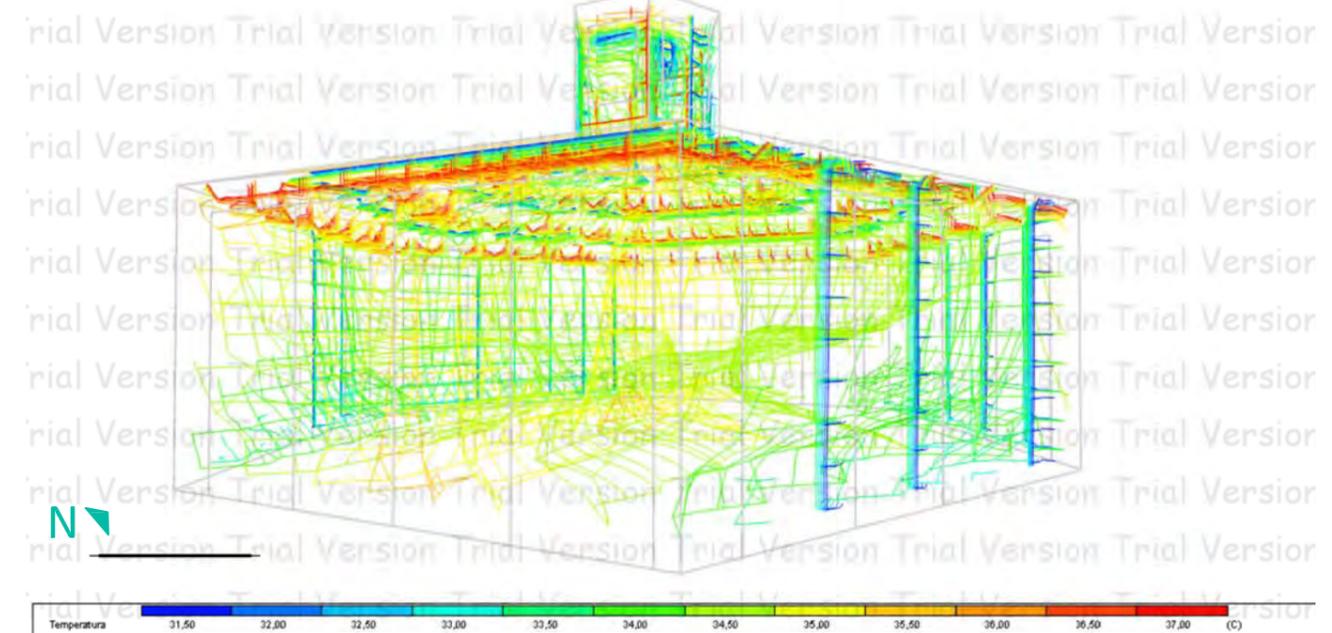


Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sin protecciones solares.



## 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.

Para la eliminación del sobrecalentamiento y mejorar la sensación térmica sin enfriamiento recurriremos a la ventilación natural con diferentes técnicas:

- Ventilación natural: Directa y Cruzada.
- Ventilación forzada natural: Chimenea solar.

El bienestar higrotérmico viene definido por la humedad, por la temperatura y también por la velocidad media del aire:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Velocidad media del aire (m/s)	Humedad relativa (%)
Verano	23-25	0,18-0,24	40-60
Invierno	20-23	0,15-0,20	40-60

Condiciones interiores de diseño (Bienestar higrotérmico)

Fuente: F.Javier Neila González. "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible"

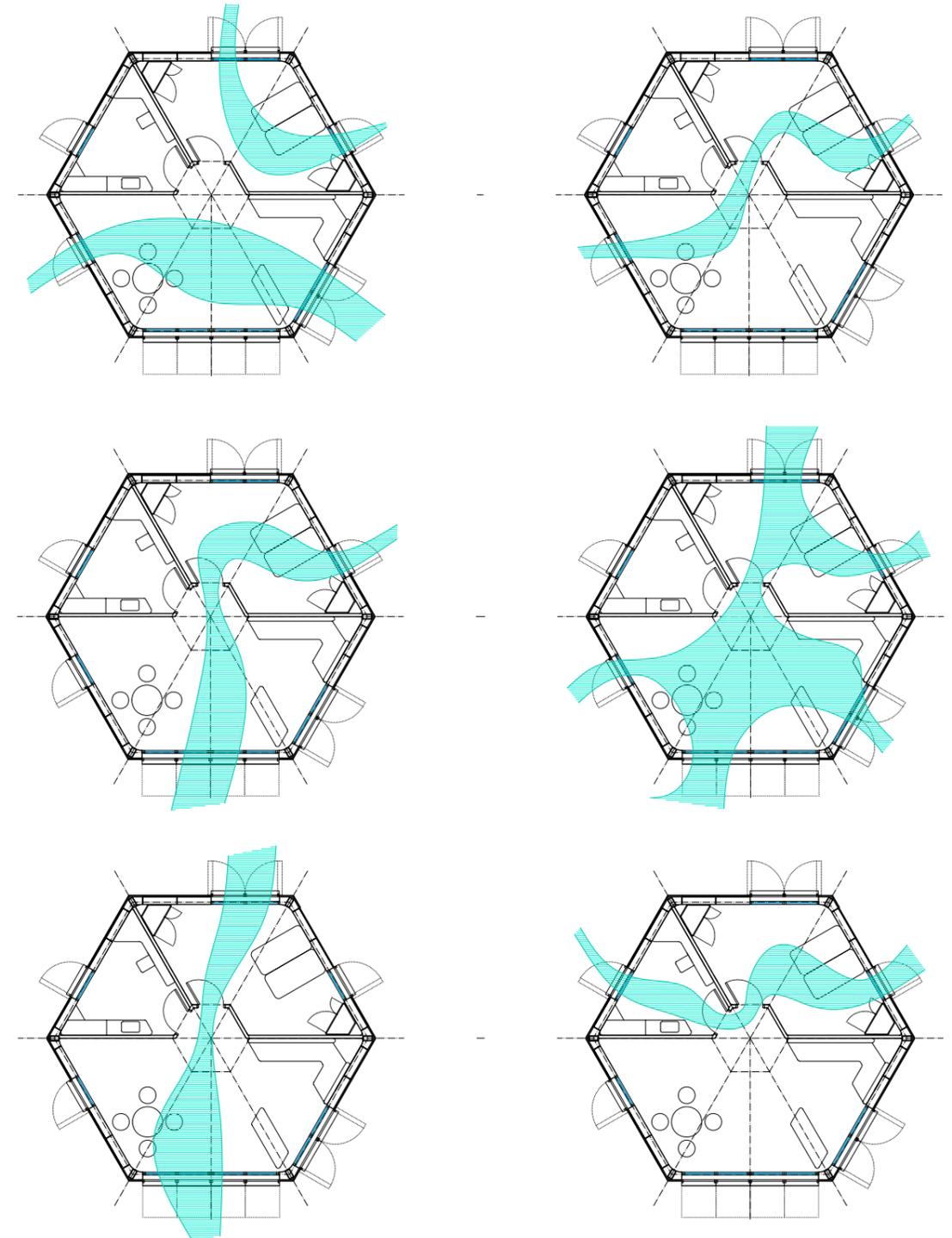
Es importante tener en cuenta estos datos a la hora de estudiar la ventilación como estrategia para alcanzar el bienestar para evitar discomfort provocado por la inclusión de aire exterior.

La ventilación natural directa es posible en cada una de las estancias de la vivienda debido a los ventanales practicables en cada una de sus seis fachadas.

La ventilación natural cruzada también es posible en cualquiera de las estancias de la vivienda gracias a las posibilidades que ofrece una geometría con seis fachadas. *(Ver ejemplo de esquemas de ventilación)*

Todas las estancias de la vivienda cuentan con un elemento practicable en la parte superior de la puerta que permitirá este tipo de ventilación sin necesidad de tener la puerta de la estancia abierta.

Cabe destacar que este tipo de estrategias siempre quedará limitado a las condiciones exteriores. Si las condiciones exteriores son más extremas que las condiciones interiores no se aplicará la actuación.

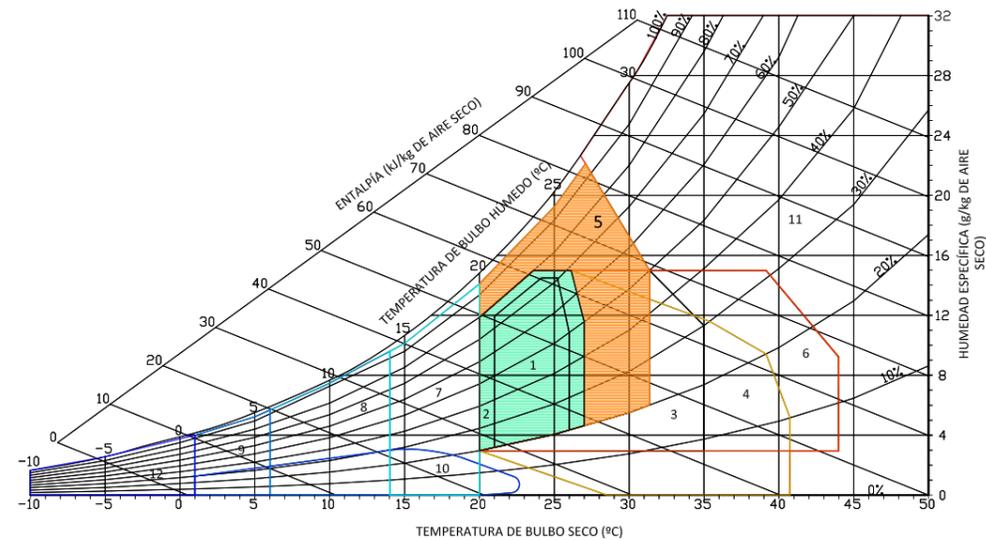


Esquemas de ventilación natural de la vivienda

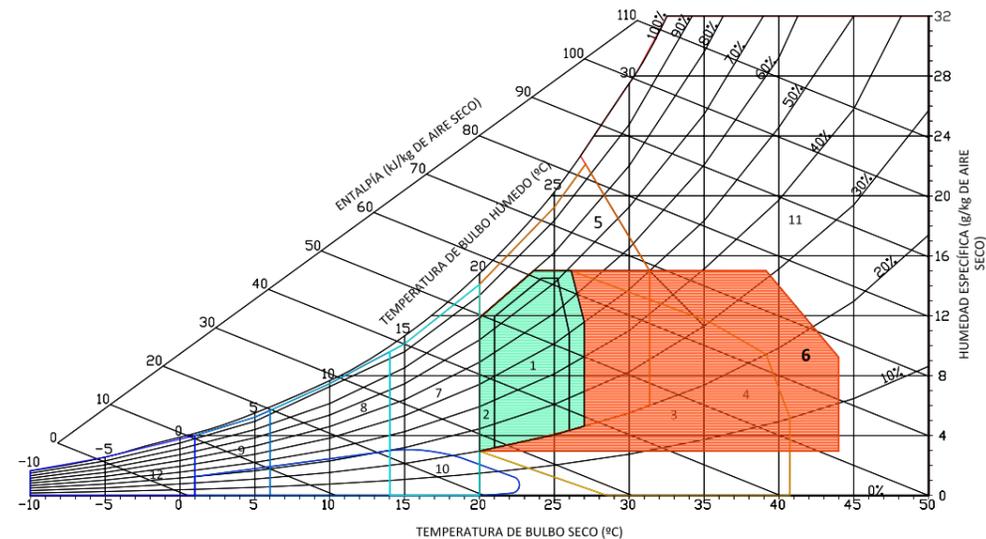


## 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.

Recordamos las condiciones para adoptar la ventilación natural permanente y la ventilación natural nocturna según "*Climograma de Givoni*":



Climograma de *Givoni*. Zona 5: Ventilación natural permanente.



Climograma de *Givoni*. Zona 6: Ventilación natural nocturna.

En las próximas páginas se presentan las simulaciones realizadas con el programa Design Builder para comprobar si la ventilación tanto diurna como nocturna contribuye a alcanzar el confort. Todas las simulaciones se han realizado con una simplificación del espacio interior debido a las conexiones espaciales directas de cada una de las estancias, de manera que se ha considerado un espacio único para simplificar los cálculos de la simulación. Las simulaciones se han realizado con ubicación en Madrid el 21 de julio a las 12:00h y 0:00 h. Respectivamente.

Se han considerado aperturas verticales del 10% de las superficies de los huecos.

Los huecos abiertos corresponden a los situados en fachada Norte, Noreste, y un módulo de hueco de la fachada Sur.

En la simulación diurna del 21 de julio a las 12:00 h. con ventanas abiertas podemos observar que la temperatura asciende en el interior de la vivienda llegando a temperaturas superiores a los 30° C, superando la temperatura de confort.

Respecto a la velocidad del aire, la ventilación natural proporciona corrientes de aire en algunas zonas con velocidades de 0,28 m/s. Este nivel de ventilación generaría "disconfort" aunque su temperatura fuera inferior. Por tanto, podemos confirmar que la ventilación natural permanente será exclusiva de los días en los que la temperatura exterior oscile entre los 20-27 °C aproximadamente y necesita de un control de velocidad del aire exterior y áreas de apertura de entrada y salida para que la velocidad del aire no supere los 0,24 m/s.

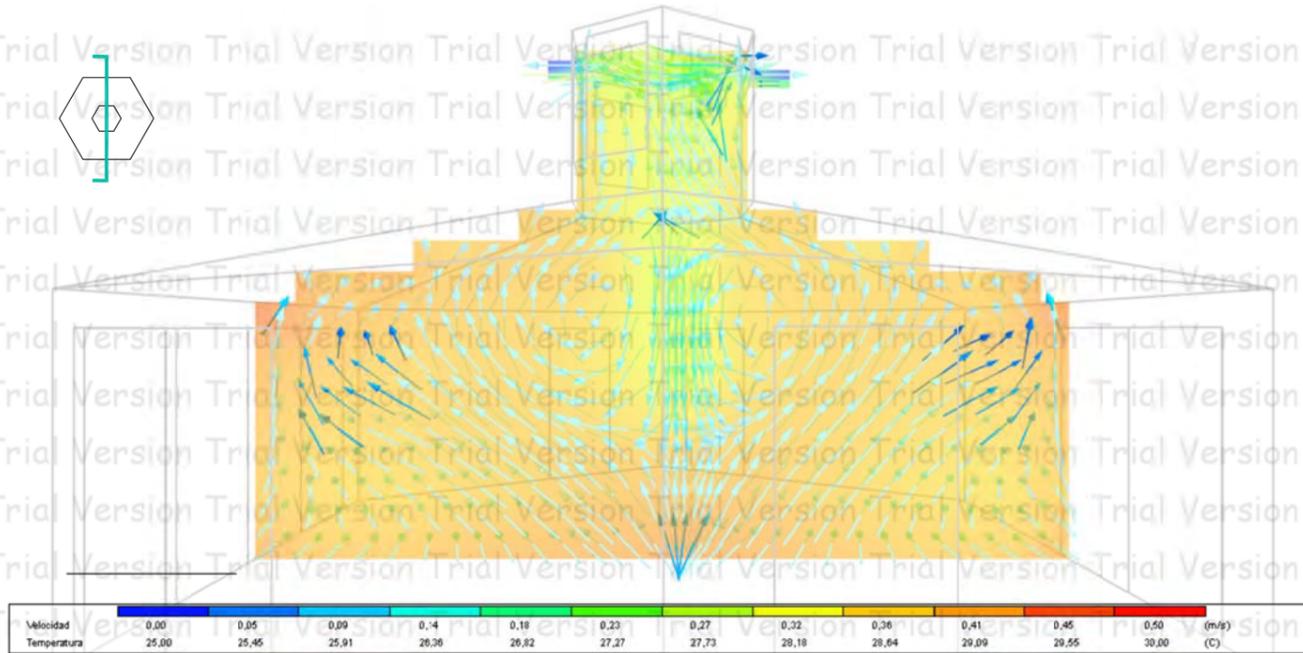
Dentro del *climograma de Givoni* el 21 de julio sería uno de los puntos verdes fuera del área de ampliación del bienestar con el área 5. Ventilación natural permanente.

En la simulación diurna del 21 de julio a las 00:00 h. con ventanas abiertas podemos observar que la temperatura media en el interior de la vivienda es de 24,55 °C y una velocidad media de 0,07 m/s y máximas de 0,17 m/s en punto de entrada del aire.

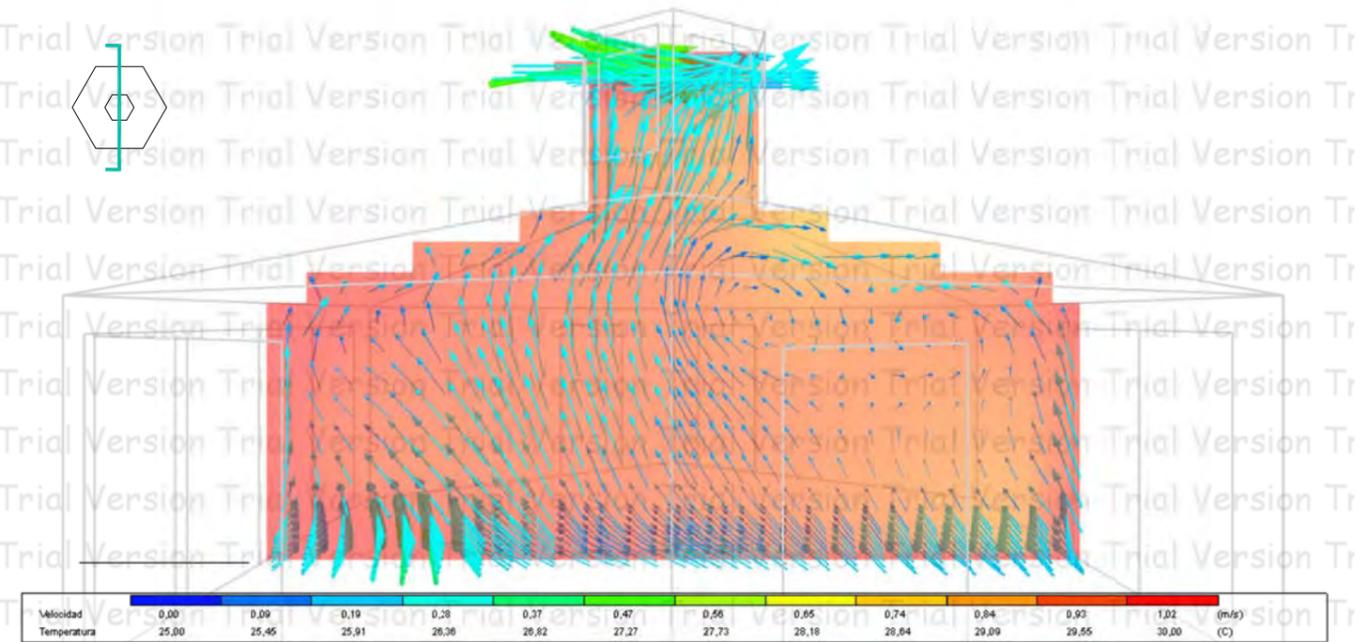
Si acudimos al *Climograma de Givoni* reparamos en que la mayoría de las noches de verano en Madrid la estrategia de ventilación natural nocturna es adecuada ya que recoge la mayoría de los puntos que representan los días de verano.



### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.



Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Ventanas cerradas.



Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Ventanas abiertas 10%.

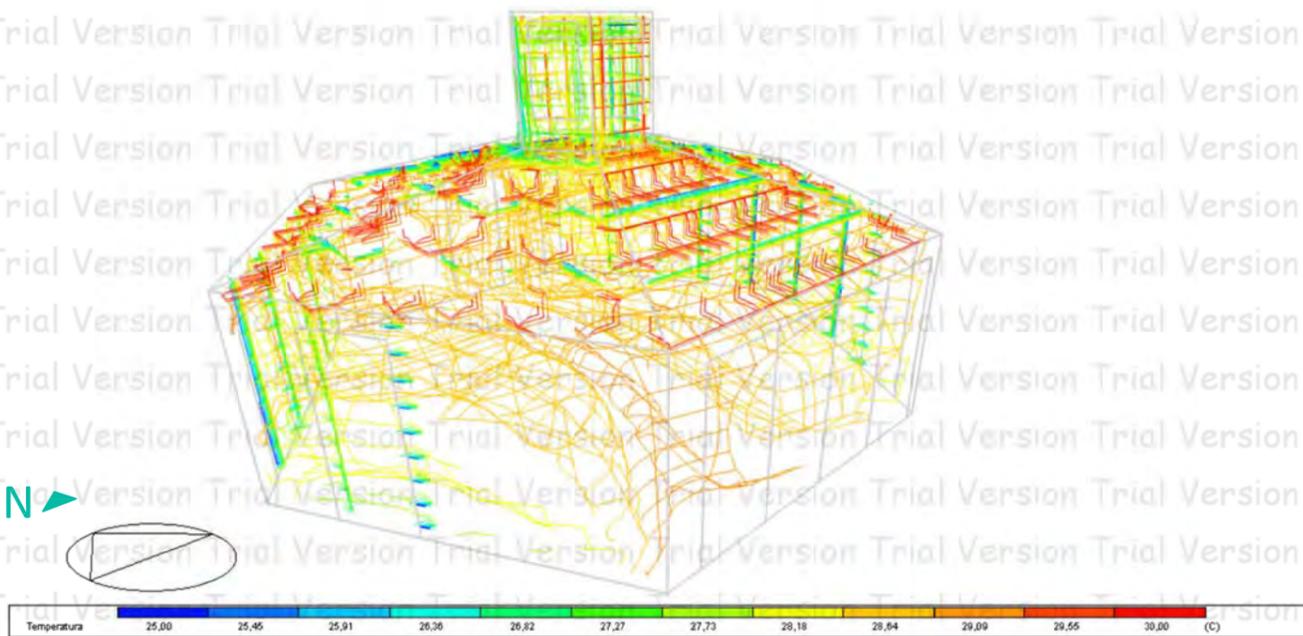


Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Ventanas cerradas.

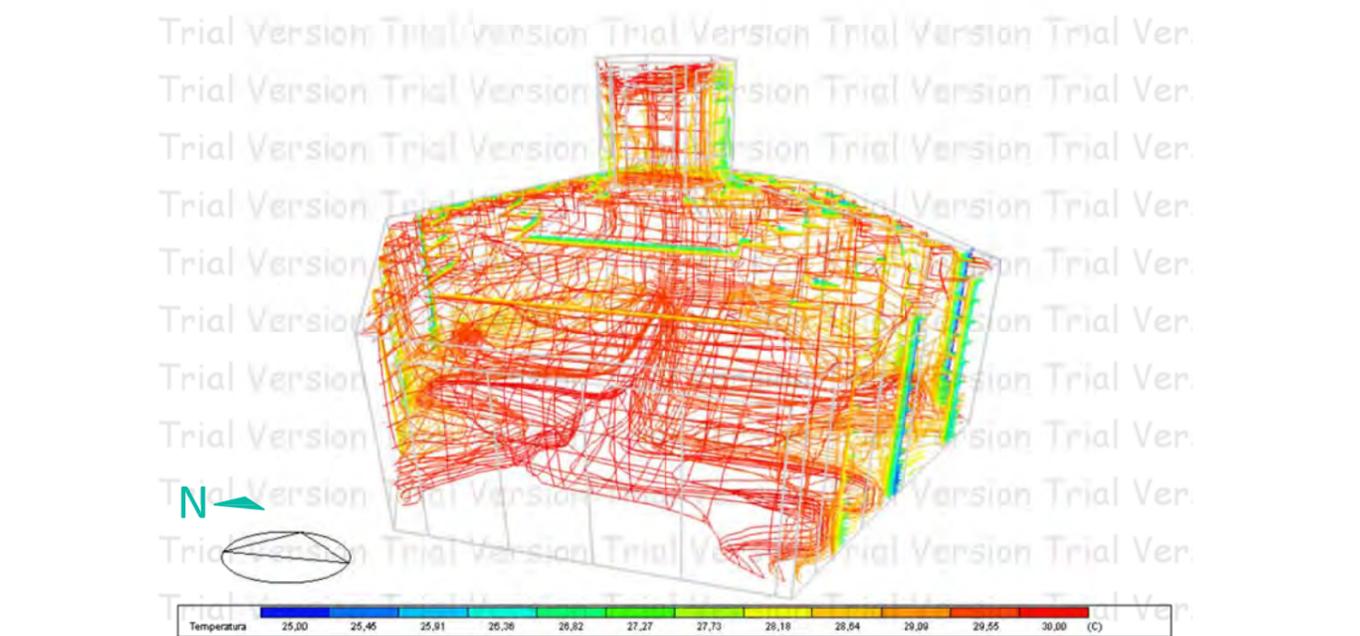
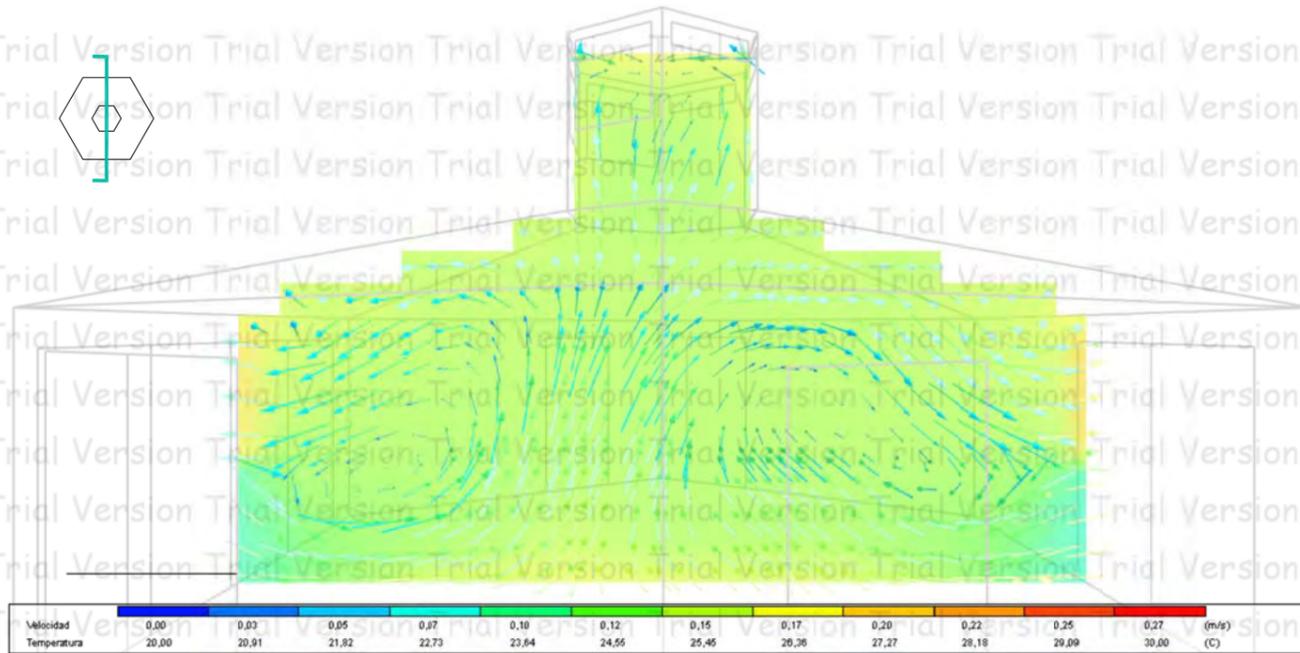
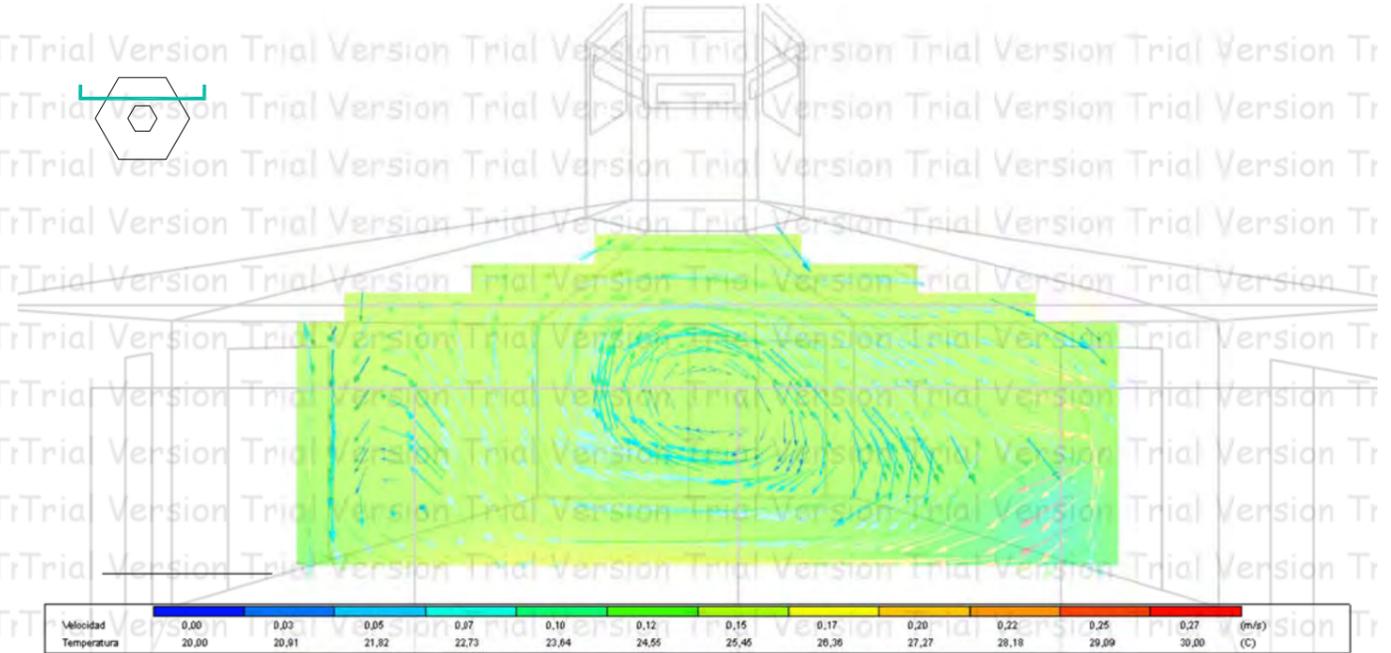


Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Ventanas abiertas 10%.

### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.



Simulación CFD. 21 Julio. 00:00h. Madrid. Sección N-S.



Simulación CFD. 21 Julio. 00:00h. Madrid. Sección E-O.

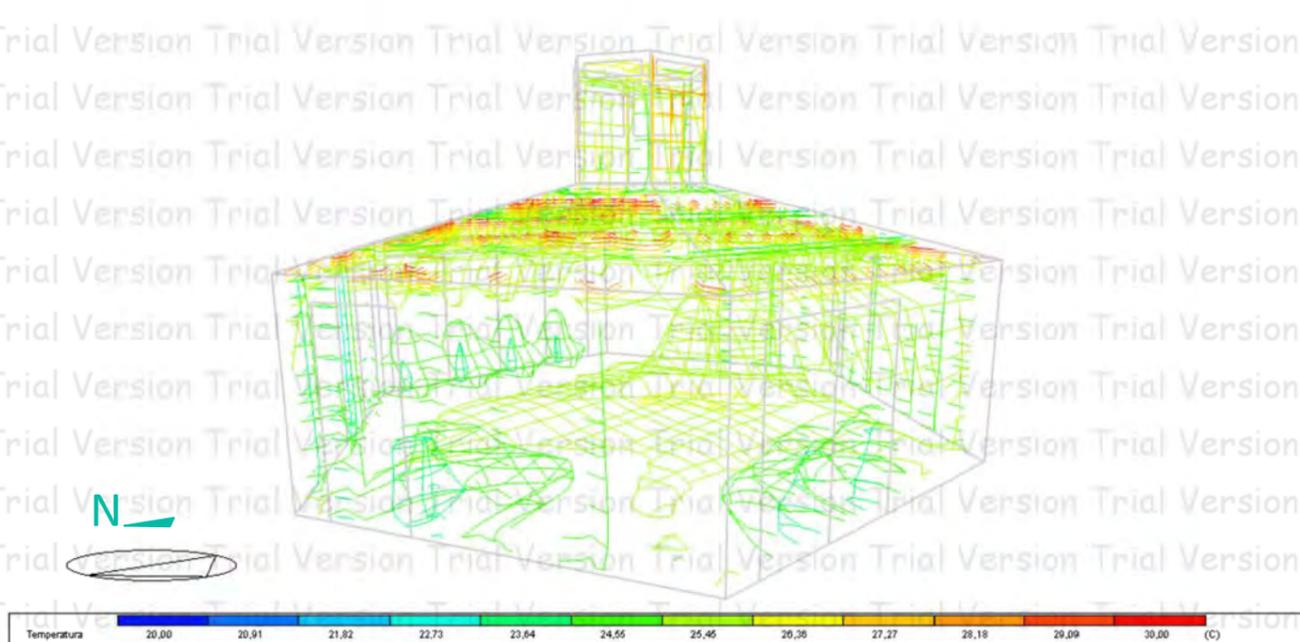


Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 00:00h. Madrid.

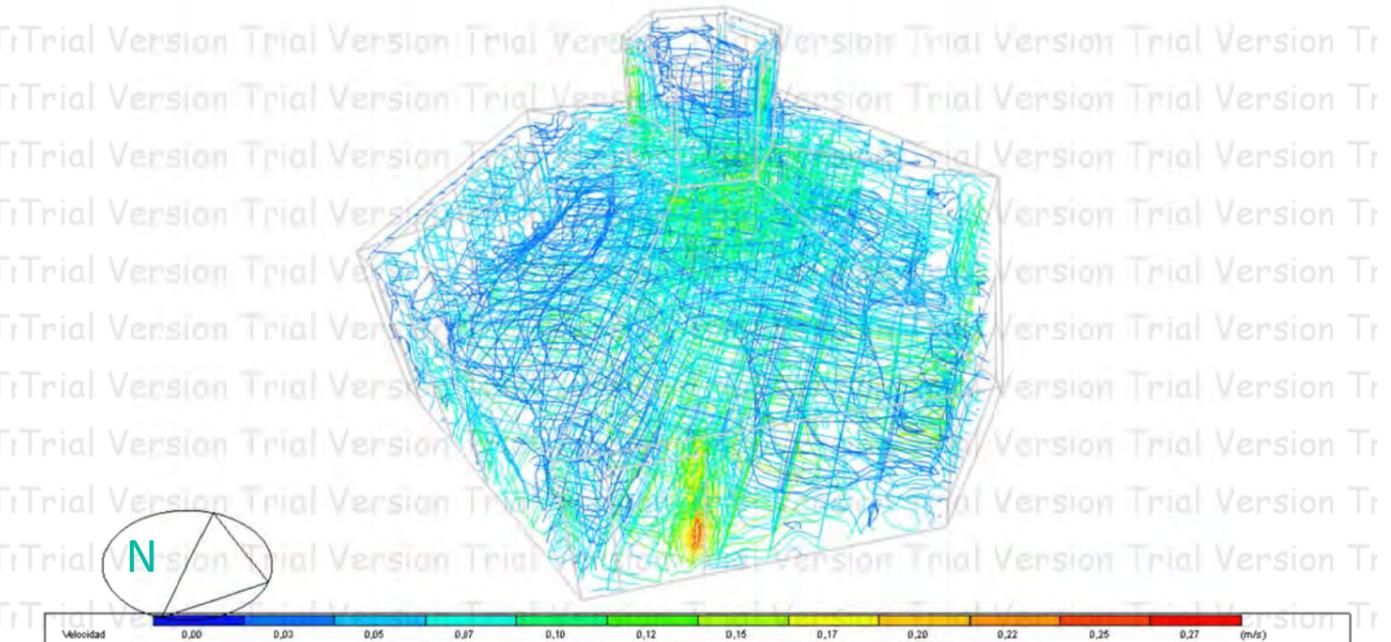


Diagrama de velocidades. 21 Julio. 00:00h. Madrid.



### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.

Como sistema alternativo de ventilación se ha recurrido al diseño de una chimenea solar. Este tipo de ventilación forzada natural resulta muy adecuada en los días en los que no se puede recurrir a la ventilación natural permanente. La función de las chimeneas solares es la de eliminar el aire caliente estancado en los techos de cualquier habitáculo. Para acelerar la extracción de este aire caliente se expone al exterior un tramo de la chimenea solar.

En el caso del presente proyecto se ha diseñado una chimenea colocada en el centro geométrico de la vivienda que permite su influencia en cualquiera de las estancias. Interiormente la chimenea tiene un altura de 2,00 m. y una sección hexagonal con círculo inscrito de 2,00 m. Para facilitar y potenciar la extracción de aire caliente se ha colocado un vidrio sencillo de 6 mm. en tres de sus lados (S, SE y SO) y se ha cambiado la composición constructiva respecto al resto de cerramientos de la vivienda. Los cerramientos de la chimenea solar disponen tanto al interior como al exterior de un acabado cerámico sobre un panel autoportante de madera microlaminada y lana de roca de 13 cm. de espesor. Estas actuaciones permitirán un recalentamiento mayor del aire de la chimenea y produce un efecto de succión que agilizará la extracción del aire caliente del espacio inferior. Esta bolsa de aire caliente no supondrá ningún problema ya que se ha generado en la parte superior de la zona habitable, entre los 3,50m. y 5,50m. de altura. La sección simétrica de la vivienda y sus cubiertas inclinadas ascendentes hacia el centro de la misma resulta un parámetro geométrico que ayuda a la eliminación del aire caliente.

Para el diseño de la chimenea se han realizado un estudio mediante simulaciones y cálculos CFD (Computational Fluid Dynamic) con el programa informático *Design Builder* de diferentes diseños con el objeto de optar por el diseño óptimo, que permita el mayor aporte para alcanzar el confort en verano y que reste lo menos posible al bienestar en invierno.

Las simulaciones y cálculos que se muestran a continuación se han realizado para el 21 de julio a las 12:00 h. Con las condiciones climáticas de Madrid. Geométricamente se ha realizado una simplificación del espacio, considerando un único espacio debido a que todas las estancias de la vivienda están comunicadas directamente a la chimenea, bien por la puerta o por el panel practicable que se ha colocado en la parte superior de todas las puertas.

Se han estudiado las siguientes opciones de diseño:

A. Chimenea de 1,70 m. de altura exterior, 2,00 m. al interior con vidrios de 1,00 m. de altura y sin rejillas superiores. Este modelo no se ha considerado como opción de diseño, únicamente se han realizado las simulaciones para comprobar la efectividad de la chimenea.

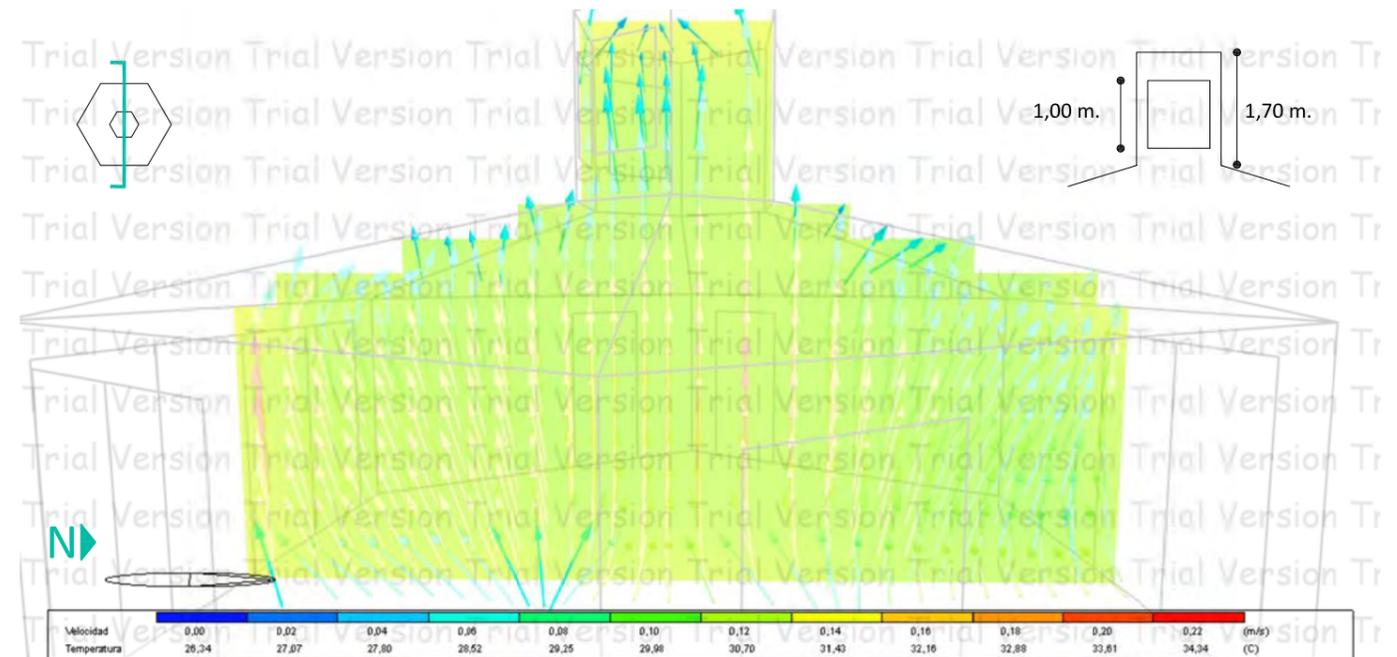
B. Chimenea de 1,70 m. de altura exterior, 2,00 m. al interior con vidrios de 1,00 m. de altura. Este modelo es el que inicialmente se diseñó para el proyecto. Geometría que ha sido modificada después de realizar el presente estudio.

C. Chimenea de 1,70 m. de altura exterior, 2,00 m. al interior con vidrios de 1,00 m. de altura y rejillas en el suelo. Modelo que busca confirmar si el aire que proviene de debajo del forjado (zona en sombra) aporta velocidad a la succión del aire desde la chimenea.

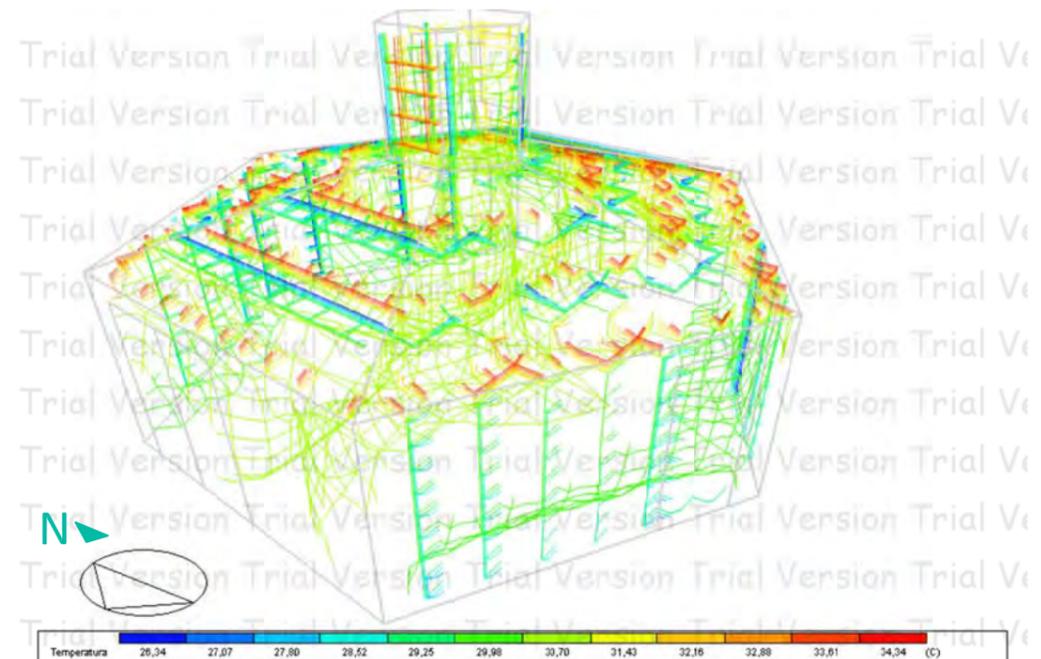
D. Chimenea de 2,50 m. de altura exterior, 2,80 m. al interior con vidrios de 1,00 m. de altura. Modelo realizado para observar la influencia que la altura tiene en la efectividad de la chimenea.

E. Chimenea de 2,30 m. de altura máxima, biselada en sentido descendente N-S. Vidrios de 0,65 m. de altura. Modelo diseñado para mejorar la captación solar a Sur y observar la influencia que tiene en las condiciones interiores de la vivienda.

F. Chimenea de 1,70 m. de altura exterior, 2,00 m. al interior con vidrios de 0,65 m. de altura. Modelo que se ha optado como óptimo tras realizar las comparativas con los anteriores diseños.



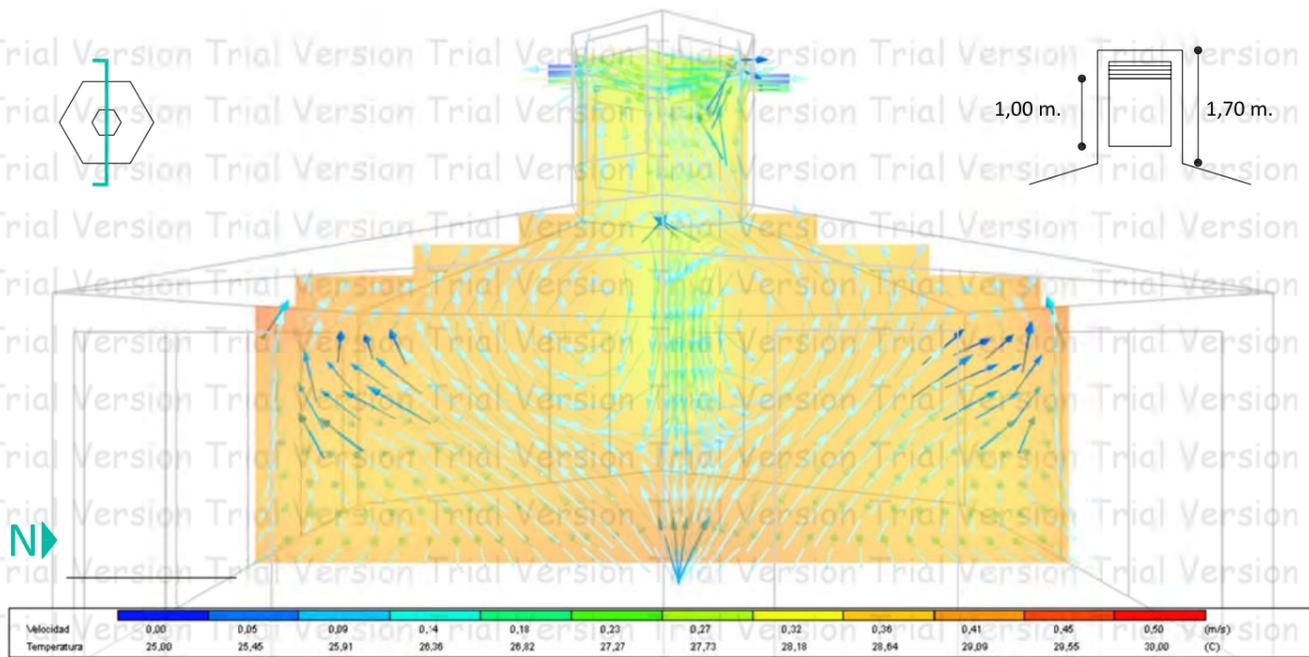
A. Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Chimenea sin rejillas.



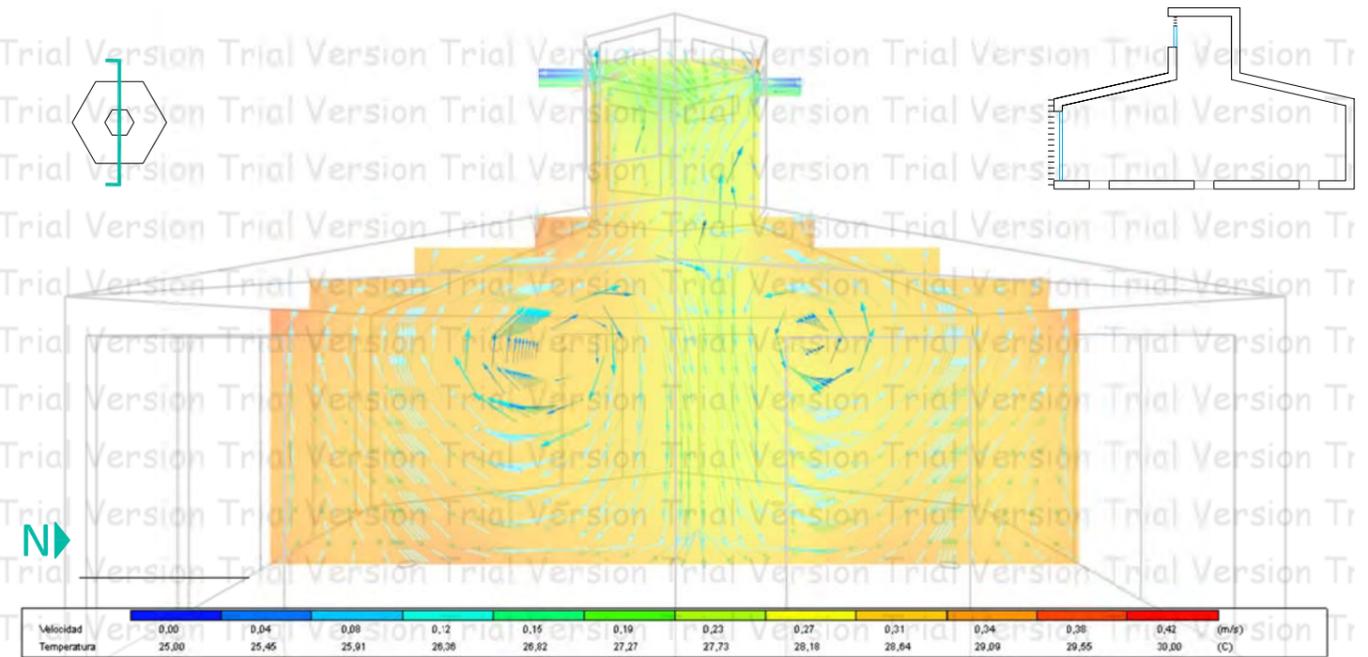
A. Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea sin rejillas.



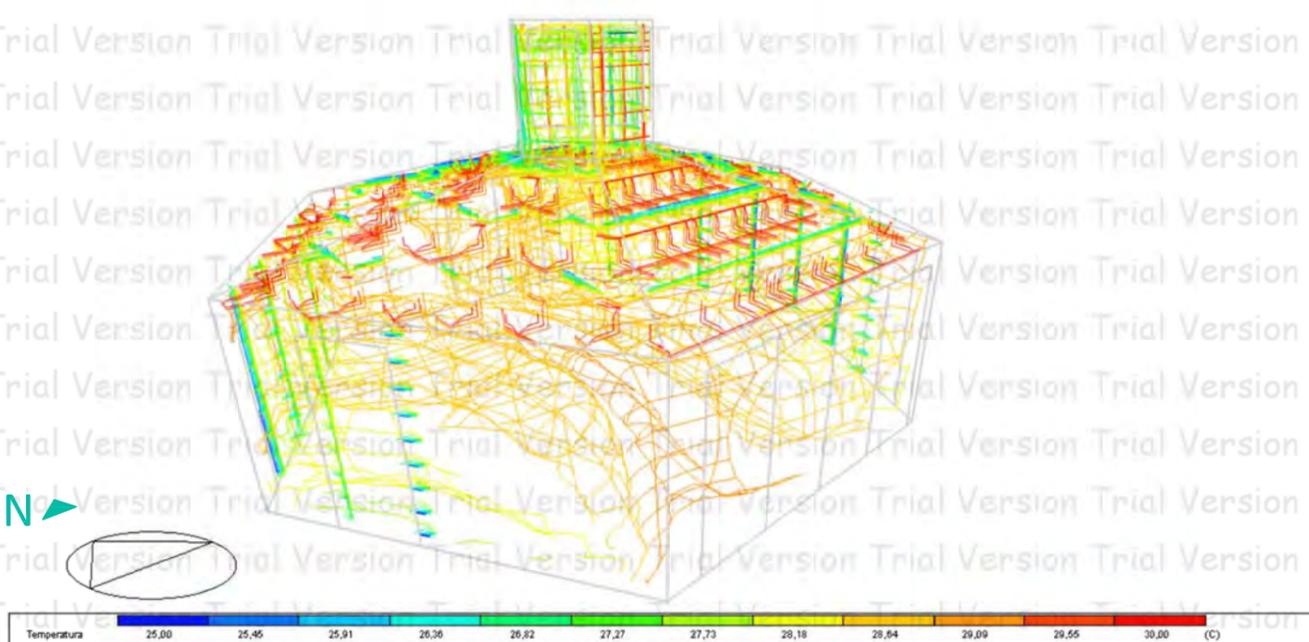
### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.



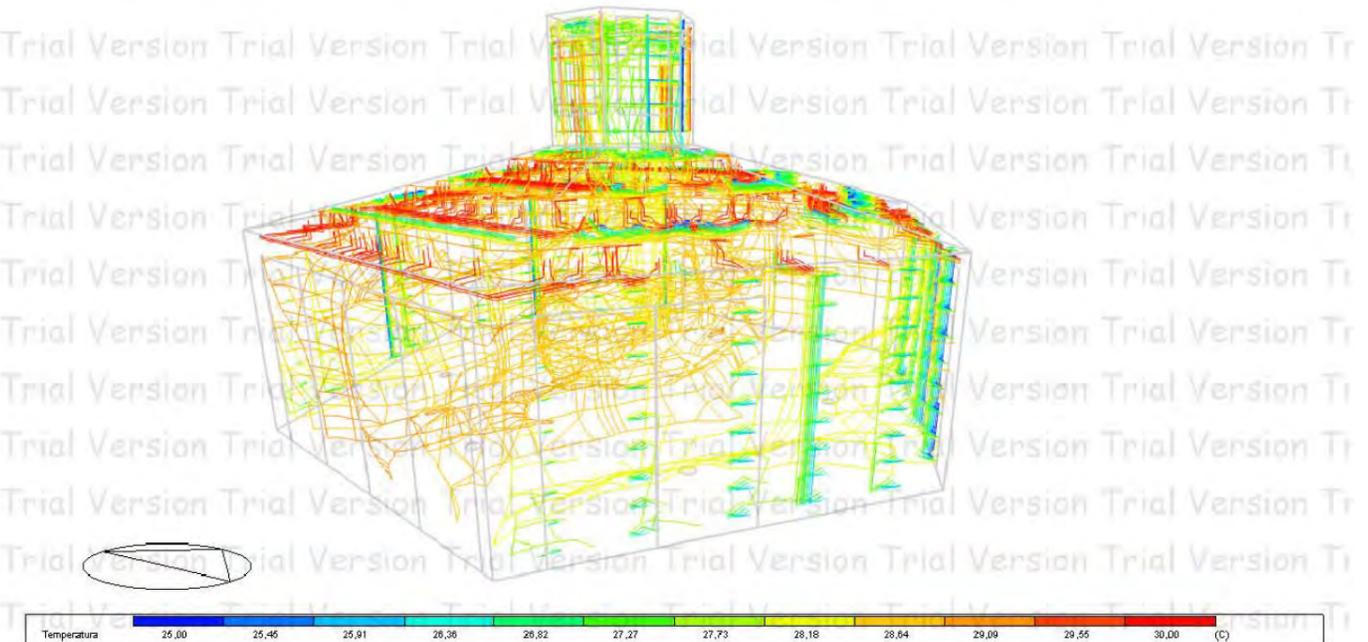
B. Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Chimenea altura exterior 1,70m.



C. Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Chimenea altura exterior 1,70m. con rejillas en el suelo.

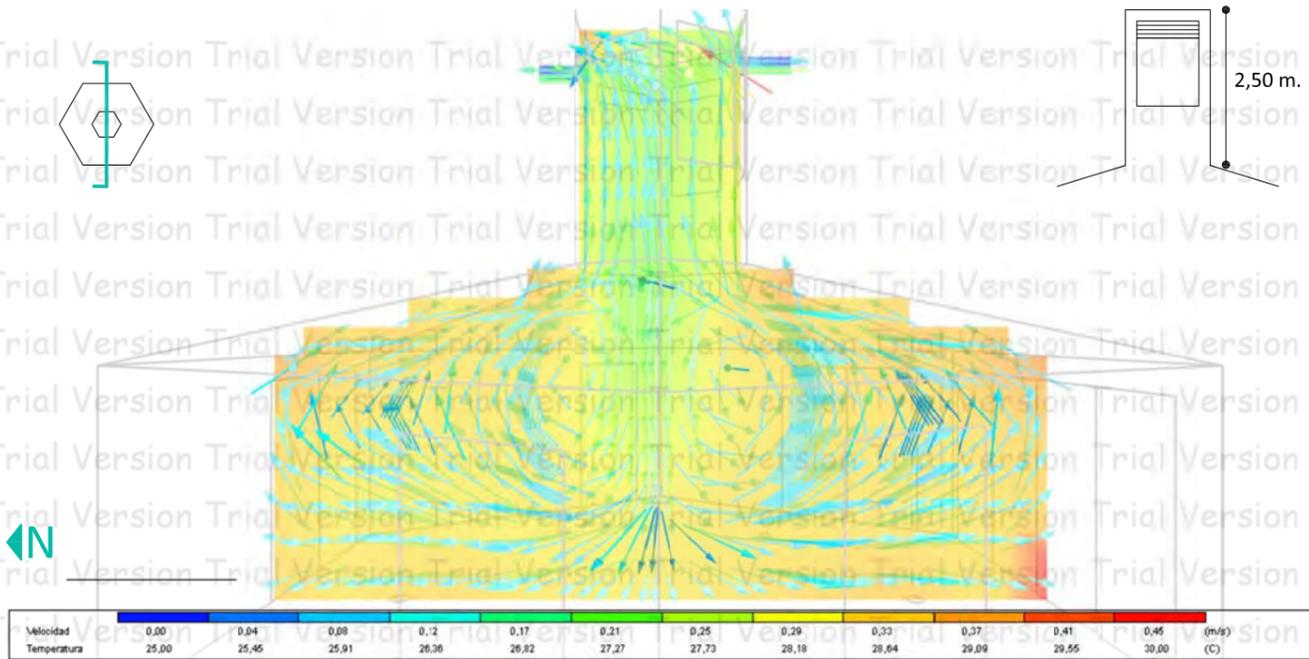


B. Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea altura exterior 1,70m.

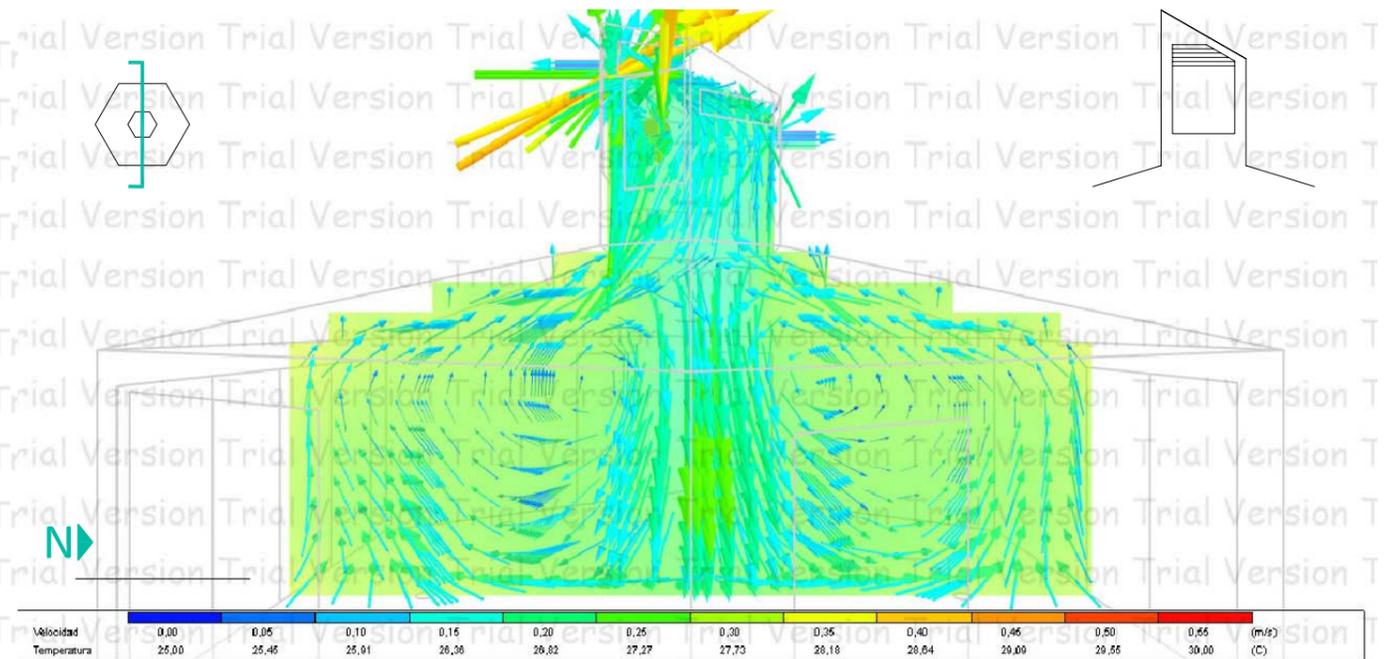


C. Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea altura exterior 1,70m. con rejillas en el suelo.

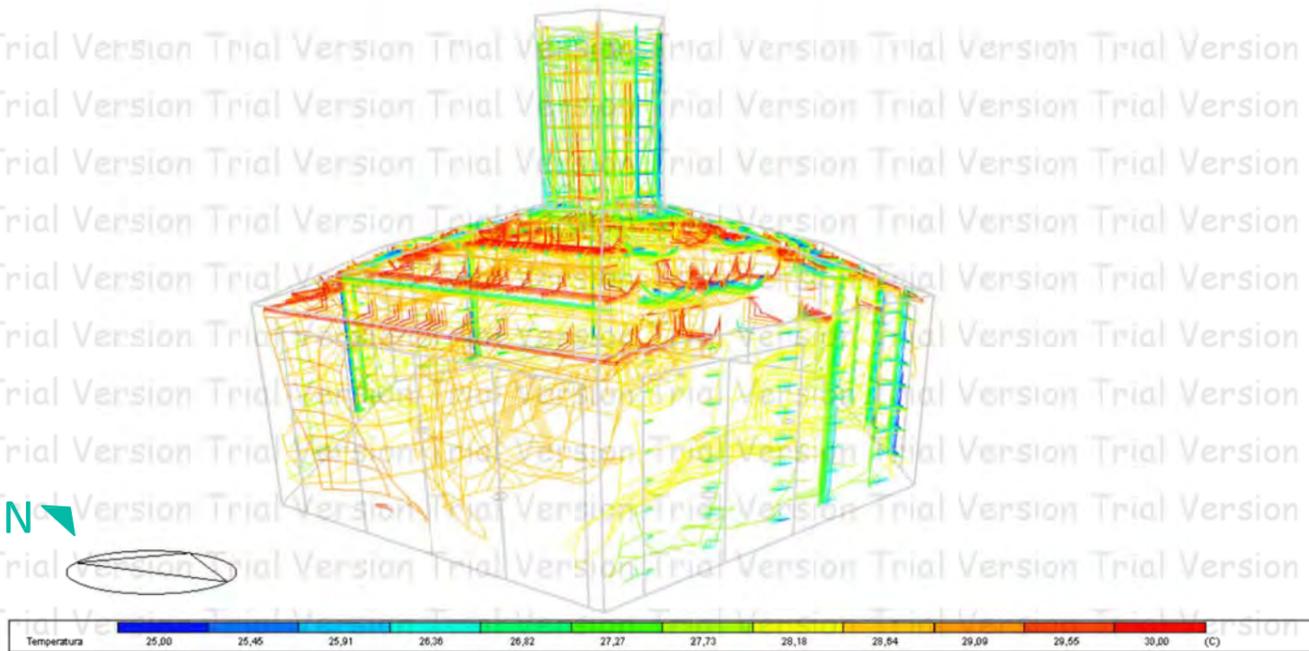
### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.



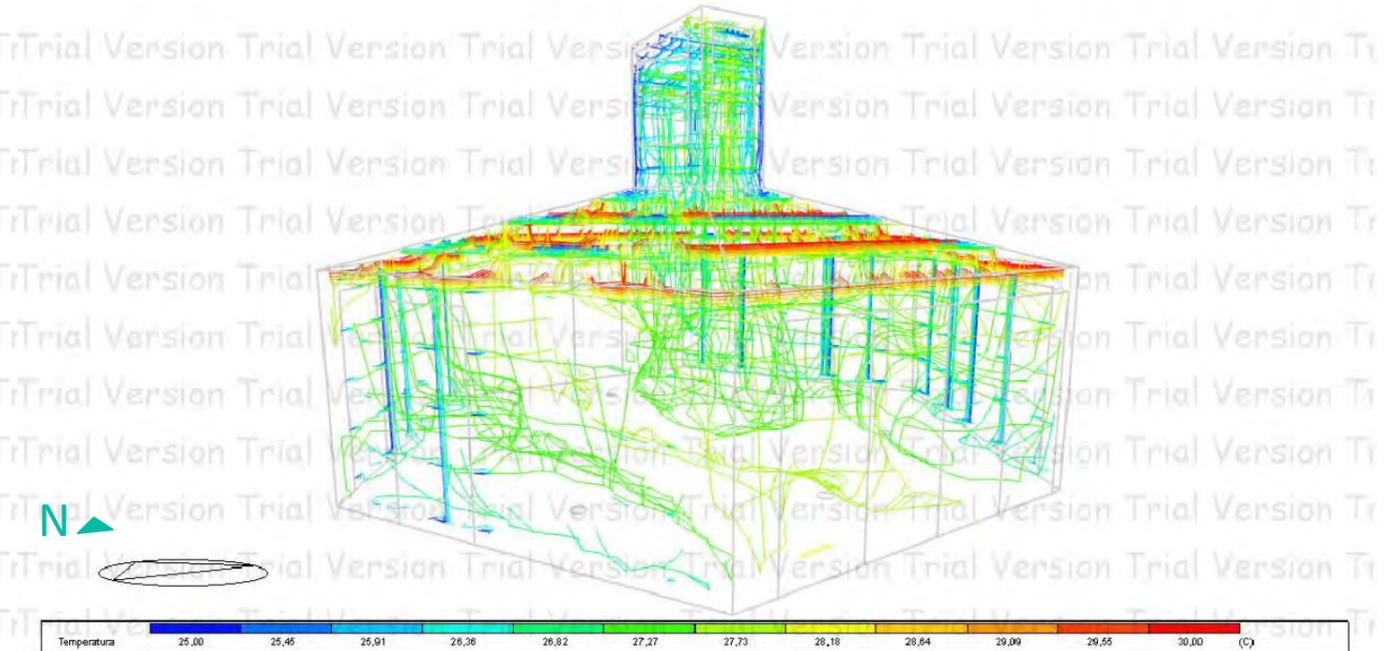
D. Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Chimenea altura exterior 2,50m.



E. Simulación CFD 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Chimenea biselada.

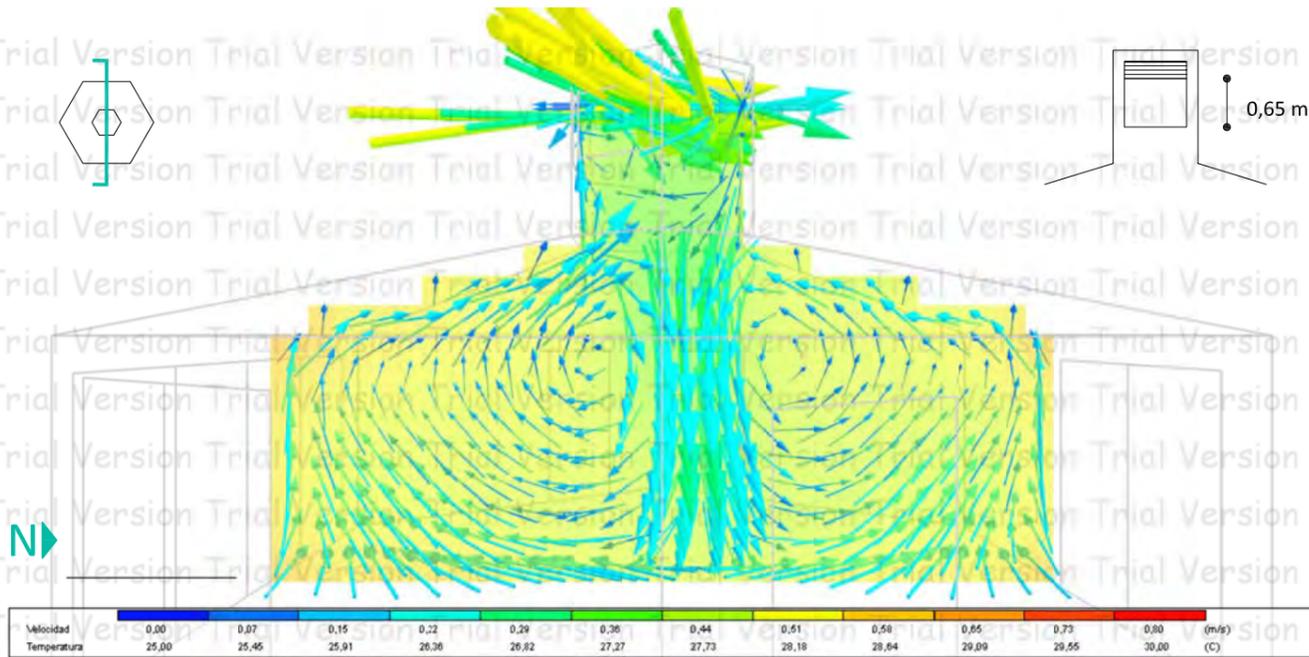


D. Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea altura exterior 2,50m.

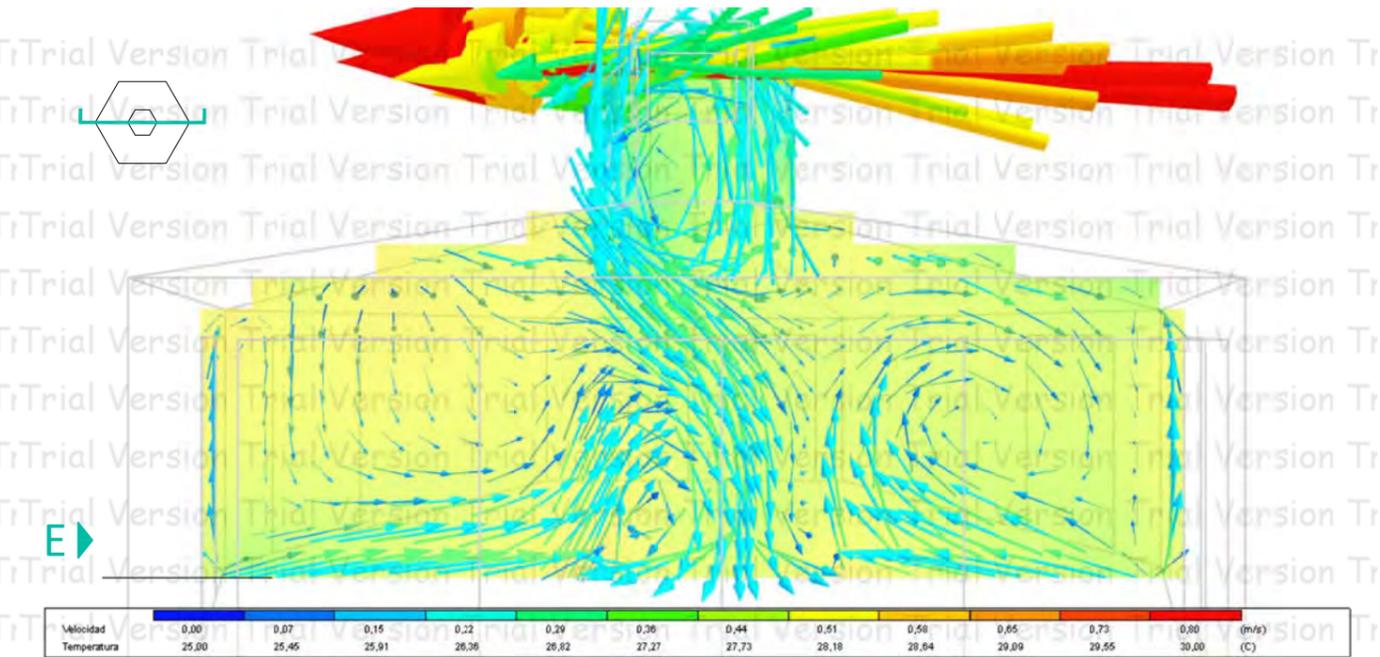


E. Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea biselada.

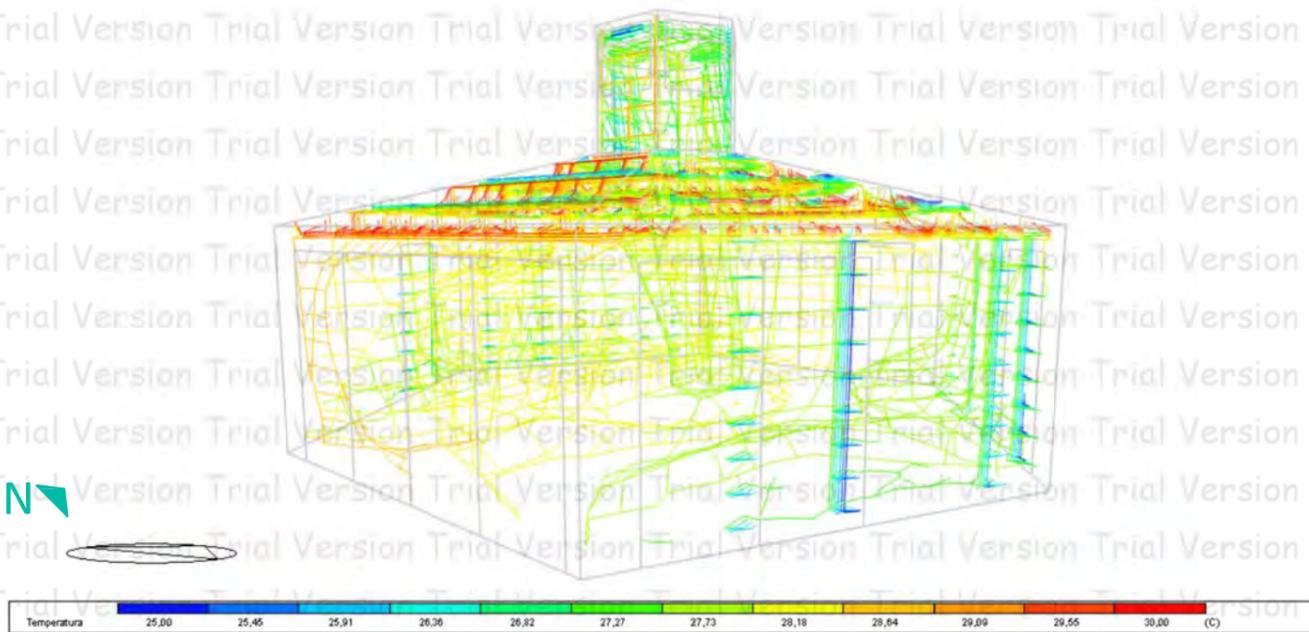
### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.



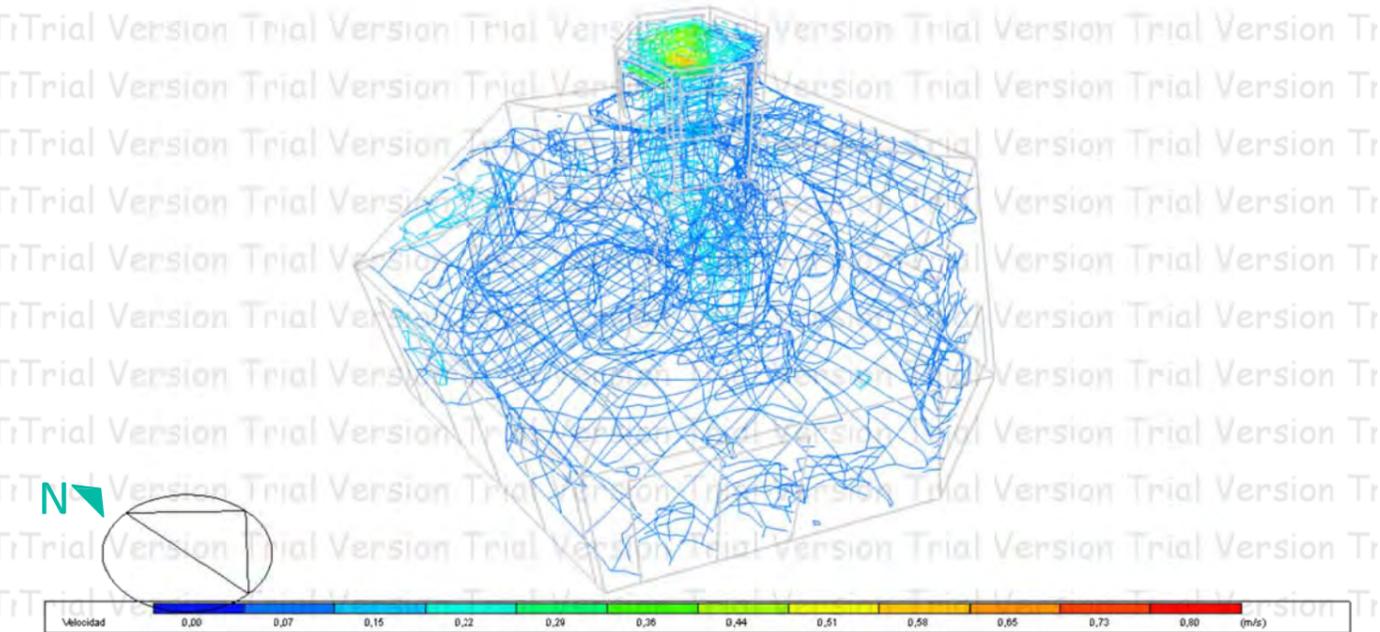
F. Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Chimenea de proyecto.



F. Simulación CFD 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección E-O. Chimenea de proyecto.



F. Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea de proyecto.



F. Diagrama de velocidades. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Chimenea de proyecto.

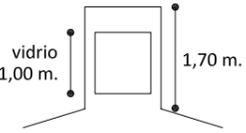
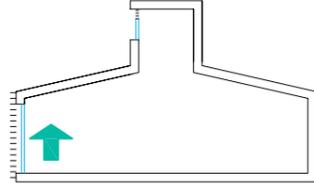
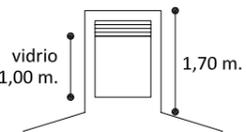
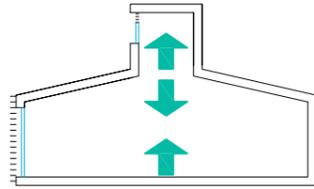
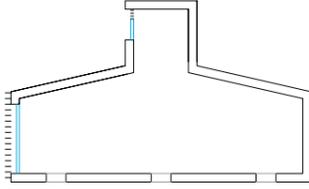
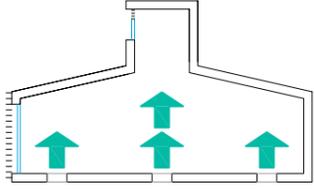
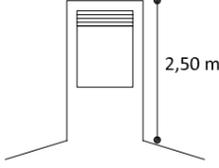
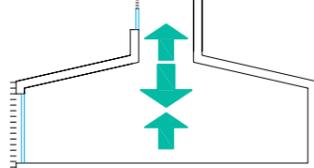
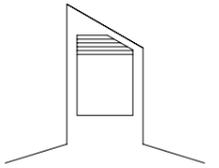
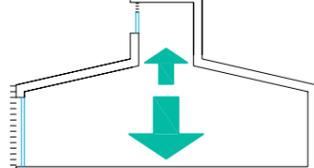
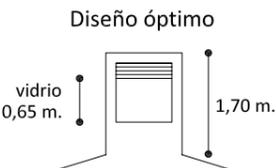
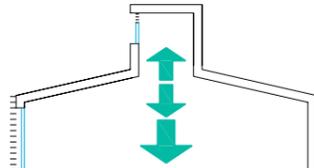


### 4.3.2. ESTRATEGIAS DE VERANO. ACTUACIONES PARA ELIMINAR EL SOBRECALENTAMIENTO.

De las simulaciones y cálculos expuestos, mediante comparativa podemos sacar las siguientes conclusiones atendiendo siempre a las condiciones de bienestar higrotérmico expuestas anteriormente :

- Comparativa diseño A-B: la diferencia de temperatura interior casi alcanza los 2° C. Las velocidades medias y máximas del aire son similares pero las velocidades máximas en el modelo A se dan el aire en contacto con los vidrios orientados a Sur y en la opción B se dan en el tiro de la chimenea. La apertura de la rejillas de las chimenea no afecta en la velocidad del aire pero sí en la temperatura. Se observa claramente la eliminación del aire caliente de la vivienda.
- Comparativa diseño B-C: La introducción de rejillas en el suelo como posible recurso para mejorar la succión es cuestionable. La temperatura de la vivienda es muy similar respecto al mismo modelo sin rejillas pero se generan zonas a mayor temperatura en zonas cercanas a las rejillas. La velocidad media del aire es menor y se generan turbulencias bajo la chimenea a ambos lados de la misma. Podemos pronunciar que no resulta un aporte beneficioso al mecanismo.
- Comparativa diseño B -D: Se desplaza el foco de inicio del movimiento de aire hacia arriba y se genera mayor velocidad en la chimenea, la velocidad media desciende y la temperatura media desciende 0,3° C. A mayor altura de la chimenea, mejor funcionamiento del sistema.
- Comparativa diseño B -E: la temperatura media desciende 1,10° C, las velocidad media desciende en el espacio interior pero aumenta la velocidad máxima en el tiro de la chimenea. Diseño óptimo en verano.
- Comparativa diseño B -F: El modelo F se realiza debido a la observación de la entrada de sol directo a la vivienda desde los vidrios de la chimenea. Se reduce su altura de. 1,00m. a 0,65 m. provocando que la temperatura media descienda 0,60° C, aumente la velocidad media del aire e incremente positivamente la succión de la chimenea.

El diseño E resulta el más óptimo en verano pero conlleva mayores agravantes en invierno. Se realiza una simulación para el 21 de Enero a las 8:00h. y se observa como el modelo F es el que consigue mayores temperaturas en invierno, por tanto, atendiendo a un equilibrio energético prevalecerán las condiciones más extremas que para el clima propuesto son las de invierno, por tanto, se considera el modelo F como el óptimo de los estudiados.

	21 de Julio. 12:00 h.				21 de Enero. 8:00 h.
	Temperatura media	Velocidad media	Velocidad máxima	Zona de máximas velocidades	Temperatura media
<b>A</b> 	30,70 °C	0,14 m/s	0 ,22 m/s		14,20 °C
<b>B</b> 	28,60 °C	0,14 m/s	0 ,23 m/s		14,20 °C
<b>C</b> 	28,60 °C	0,12 m/s	0 ,23 m/s		-
<b>D</b> 	28,30 °C	0,12 m/s	0 ,25 m/s		14,00 °C
<b>E</b> 	Diseño óptimo 27,50 °C	0,12 m/s	0 ,30 m/s		14,20 °C
<b>F</b> Diseño óptimo 	28,00 °C	Diseño óptimo 0,16 m/s	Diseño óptimo 0 ,36 m/s		Diseño óptimo 15,82 °C

- Para la elección de velocidad máxima no se ha tenido en cuenta las velocidades en las rejillas de la linterna

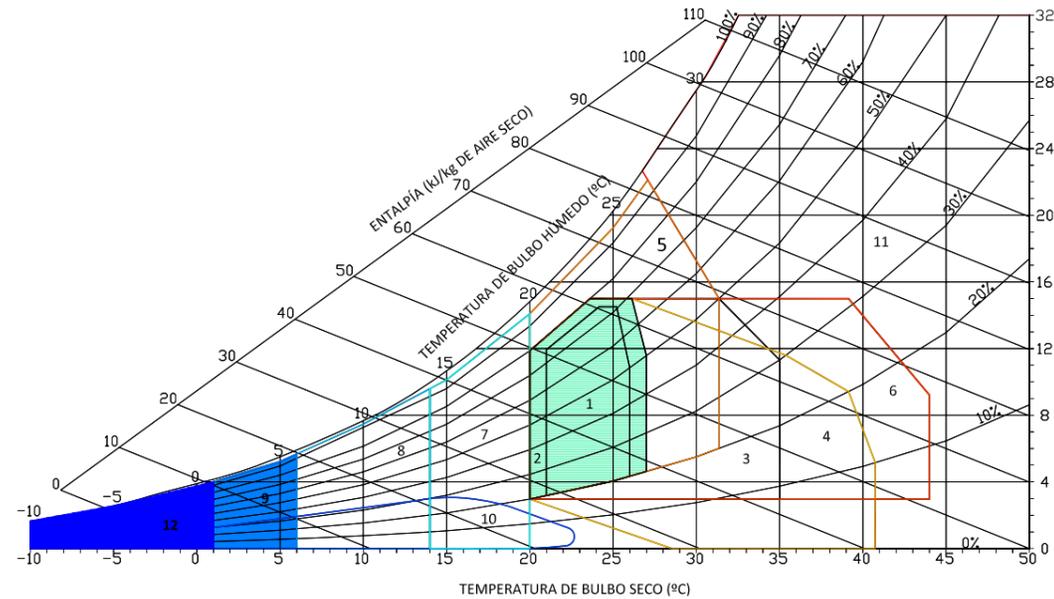




5. SISTEMAS ACTIVOS

## 4.1. CALEFACCIÓN Y ACS.

A pesar de que se ha conseguido sumar días de bienestar térmico en días de invierno, primavera y otoño con medidas pasivas el proyecto requiere el uso de sistemas solares activos y calefacción convencional como nos marca el *Climograma de Givoni*. En este apartado estudiaremos los sistemas necesarios para conseguir el confort en los días representados en las zonas 9 y 10.



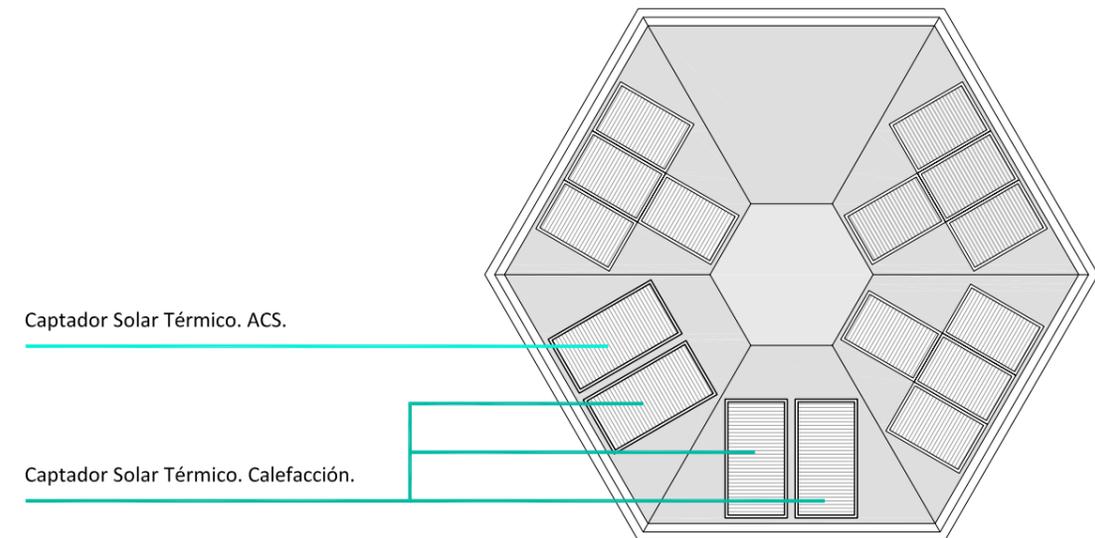
Climograma de Givoni. Zona 9: Sistemas solares activos y Zona 10: Calefacción.

En este estudio también se incluirá el sistema de ACS (Agua Caliente Sanitaria) ya que se recurrirá a sistemas solares activos para reducir la demandada energética que requiere la instalación.

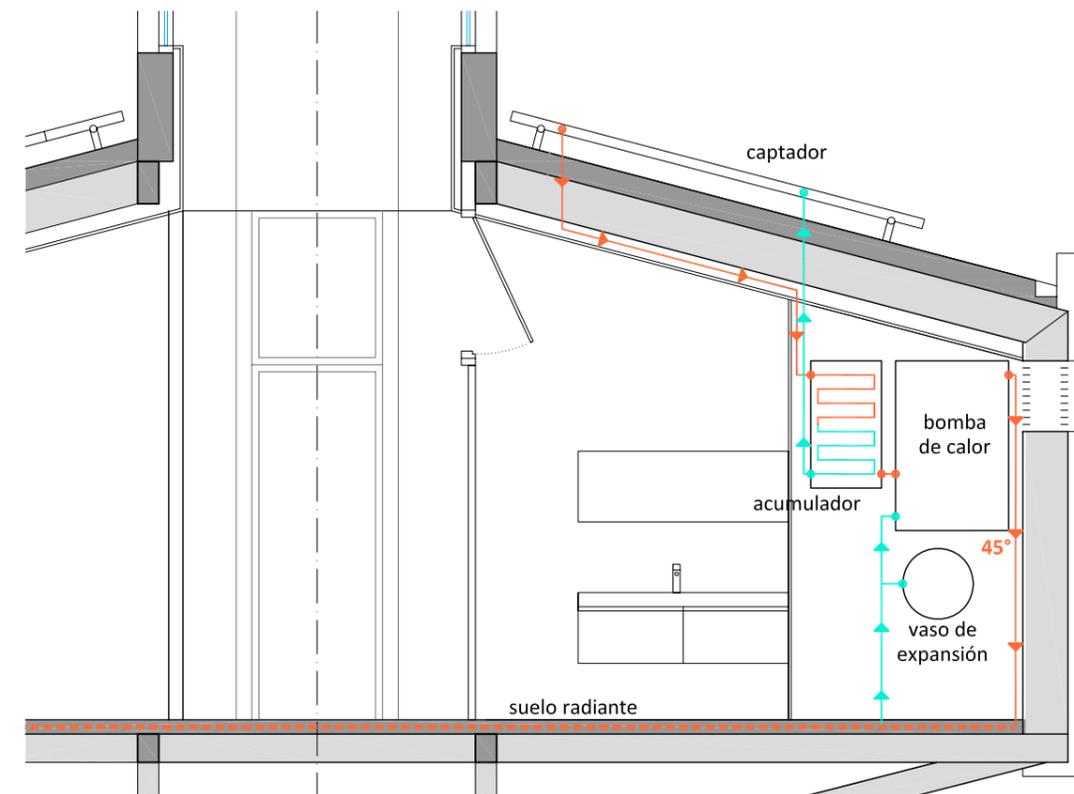
En la cubierta de la edificación se instalarán 4 captadores para solar térmica (*TopSon modelo F3-1*) de dimensiones 2.099x1.099x110 mm. todos ellos mantendrán una inclinación de 20° respecto a la horizontal y quedarán perfectamente integrados en el diseño debido a que esta es la inclinación de cubierta. (Ver *esquema de cubierta adjunto*). Uno de los paneles orientados a Suroeste está destinado a la producción de ACS y otro con esta misma orientación añadido a otros dos orientados a Sur resolverán parte de la demanda de calefacción.

Como sistema de calefacción se ha elegido un suelo radiante que aporta un alto grado de confort y tiene una baja demandada energética ya que requiere agua a 45°C. Se ha optado por un modelo prefabricado (*Giacomini modelo R979*) de placas preformadas que permiten una sencilla y modulada colocación. El sistema de calefacción está apoyado por la instalación térmica y por una bomba de calor aire-agua (*Daikin Altherma Monoblock*).

En el esquema adjunto se detalla la instalación conjunta de calefacción y la instalación de solar térmica de apoyo.



Distribución de captadores en cubierta. E: 1 / 125.



Esquema de sistema de calefacción mediante suelo radiante con apoyo de solar térmica.



## 4.1. CALEFACCIÓN Y ACS.

El estudio de cálculo de demandas y ahorros de los captadores se ha realizado mediante el *Método F-Chart*. Para el cálculo de los captadores tendremos que saber todos los datos climatológicos y geográficos del emplazamiento de la vivienda y la superficie a calefactar de la misma para extraer los datos de demanda. En nuestro caso se han introducido los datos correspondientes a Madrid, datos obtenidos del libro "Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas" del Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía). A continuación se introducen los datos de relativos a las necesidades energéticas y del colector elegido. En este caso se ha optado por un captador de TopSon (*Características técnicas adjuntas*).

DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS	
Provincia:	Madrid
Latitud de cálculo:	40,42
Latitud [º/min.]:	40,25
Altitud [m]:	667,00
Humedad relativa media [%]:	42,00
Velocidad media del viento [Km/h]:	10,00
Temperatura máxima en verano [ºC]:	34,00
Temperatura mínima en invierno [ºC]:	-3,00
Variación diurna:	15,00
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 2404€)	1260 (Periodo Noviembre/Marzo)
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 2404€)	1405 (Todo el año)

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Tª. media ambiente [ºC]	4,90	6,50	10,00	13,00	15,70	20,60	24,20	23,60	19,80	14,00	8,90	5,60	13,9
Tª. media agua red [ºC]:	10,0	11,2	12,4	13,6	14,8	16,0	17,2	16,0	14,8	13,6	12,4	11,2	13,6
Rad. horiz. [kJ/m <sup>2</sup> /día]:	6.362	9.798	14.150	19.552	21.184	23.530	25.874	22.986	16.118	10.762	7.326	6.263	15.325
Rad. inclin. [kJ/m <sup>2</sup> /día]:	9.098	12.821	16.671	20.806	20.987	22.590	25.147	23.724	18.168	12.283	10.261	9.475	16.836

ORIGEN DE LOS DATOS: Libro "Radiación Solar Sobre Superficies Inclinadas".  
 ORGANISMO: Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).

DATOS RELATIVOS A LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS	
Superficie a calefactar [m <sup>2</sup> ]:	60
Temperatura interior del local [ºC]:	20
Temperatura de utilización [ºC]:	45

DATOS RELATIVOS AL SISTEMA	
Curva de rendimiento del colector: $r = 0,77 - 3,91 * (t_e - t_a) / I_t$	
$t_e$ :	Temperatura de entrada del fluido al colector
$t_a$ :	Temperatura media ambiente
$I_t$ :	Radiación en [W/m <sup>2</sup> ]
Factor de eficiencia del colector:	0,77
Coefficiente global de pérdida [W/(m <sup>2</sup> ·ºC)]:	3,91
Volumen de acumulación [L/m <sup>2</sup> ]:	150
Caudal en circuito primario [(L/h)/m <sup>2</sup> ] - [(Kg/h)/m <sup>2</sup> ]:	40
Caudal en circuito secundario [(L/h)/m <sup>2</sup> ] - [(Kg/h)/m <sup>2</sup> ]:	36
Calor específico en circuito primario [Kcal/(Kg·ºC)]:	0,9
Calor específico en circuito secundario [Kcal/(Kg·ºC)]:	1
Eficiencia del intercambiador:	0,94

Por último se realiza el cálculo y se extraen los datos de demandas mensuales y ahorros debido al aporte del captador. Al porcentaje de ahorro se le ha reducido un 12% debido a la orientación del captador es Suroeste. Este cálculo de pérdida por orientación se ha realizado mediante una comparativa del mismo captador en orientación Sur y orientación Suroeste con las tablas *CS Soft 3.0 de Cablemat Solar*.

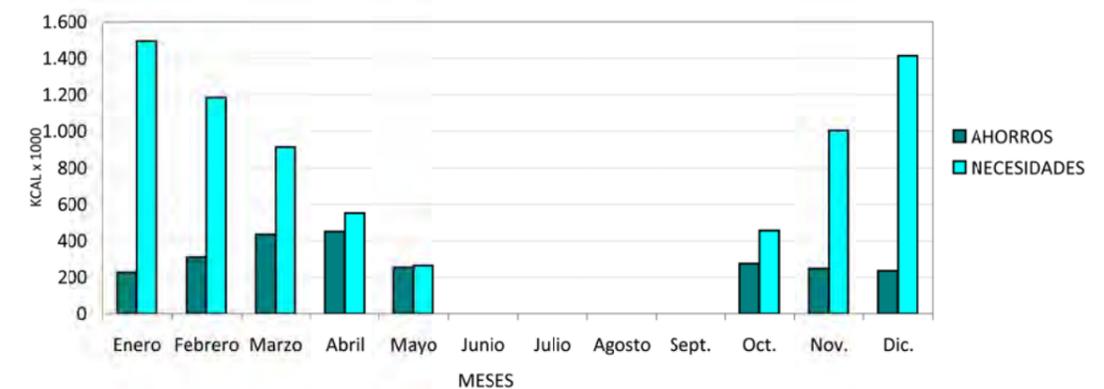
Como se observa en las tablas los tres captadores consiguen un ahorro total anual del 31%, variando entre el 15-60% dependiendo del mes.

CÁLCULO ENERGÉTICO													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	An
Grados-día [ºC]:	406,1	322,0	248,0	150,0	71,3	0,0	0,0	0,0	0,0	124,0	273,0	384,4	1978,8
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	1.494	1.185	913	552	262	0	0	0	0	456	1.005	1.415	7.282

DATOS DE SALIDA	
Número de colectores:	3
Area colectores [m <sup>2</sup> ]:	6,90
Inclinación [º]:	20
Volumen de acumulación [L]:	552

DEMANDAS Y AHORROS													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. (Kcal·1000):	1.494	1.185	913	552	262	0	0	0	0	456	1.005	1.415	7.282
Ahorro por colector (Kcal·1000):	78	107	151	157	87	0	0	0	0	95	86	81	843
Ahorro 2 colectores Sur(Kcal·1000):	157	214	302	313	175	0	0	0	0	191	172	163	8.125
Ahorro colector SO (Kcal·1000):	69	94	133	138	77	0	0	0	0	84	76	72	742
Ahorro total (Kcal·1000):	226	309	435	451	252	0	0	0	0	275	248	235	2.429
Ahorro (%) :	15	26	48	82	96	0	0	0	0	60	25	17	31

DEMANDAS Y AHORROS



## 4.1. CALEFACCIÓN Y ACS.

CÁLCULO DE DEMANDA Y AHORRO DE ACS MEDIANTE CAPTADORES SOLARES.

DATOS RELATIVOS A LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS	
Número de ocupantes:	2
Consumo por ocupante [L/día]:	40
Consumo de agua a máxima ocupación [L/día]:	80
Temperatura de utilización [°C]:	45

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

DATOS DE SALIDA	
Número de colectores:	1
Area colectores [m <sup>2</sup> ]:	2,30
Inclinación [°]:	20
Volumen de acumulación [L]:	80

CÁLCULO ENERGÉTICO													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Consumo de agua [m <sup>3</sup> ]:	2,5	2,2	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	2,5	2,4	2,5	2,4	2,5	29,2
Incremento T <sup>a</sup> . [°C]:	35,0	33,8	32,6	31,4	30,2	29,0	27,8	29,0	30,2	31,4	32,6	33,8	
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	87	76	81	75	75	70	69	72	72	78	78	84	916

DEMANDAS Y AHORROS													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	87	76	81	75	75	70	69	72	72	78	78	84	916
Ahorros [Kcal·1000]:	50	61	71	66	66	61	61	63	64	65	53	51	732
Ahorros [%]:	69,3	92,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,1	80,1	72,6	92,5
Reducción de ahorro por orientación (12%)	57	81	88	88	88	88	88	88	88	83	68	61	80
Demandas finales	37	15	10	9	9	8	8	9	9	13	25	33	184



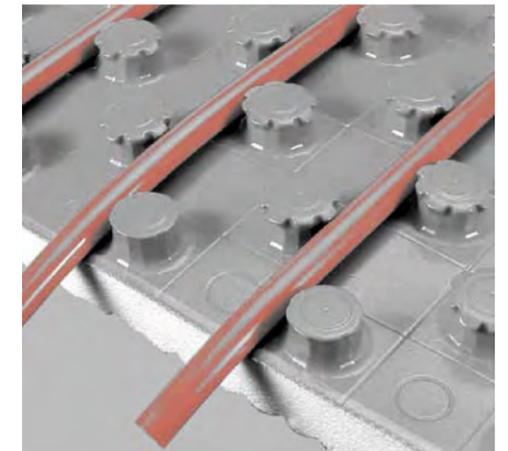
De igual manera se procede para el cálculo del aporte de ACS por parte de los colectores mediante el *Método f-Chart*. Se introducirán los datos del captador y los datos necesarios para el cálculo de las necesidades energéticas. Tras el cálculo se realizan los datos de demanda y ahorro. Se ha reducido el % de ahorro en 12% debido a la orientación Suroeste del captador, siendo esta más desfavorable que la orientación a Sur.

El cálculo de pérdida por orientación se ha realizado mediante una comparativa del mismo captador en orientación Sur y orientación Suroeste con las tablas *CS Soft 3.0 de Cablemat Solar*.

Como podemos observar en los resultados en el caso de ACS resulta muy eficiente energéticamente el aporte energético de un captador solar. No llega a la autosuficiencia completa en todos sus meses pero se aproxima, siendo el mes más desfavorable el de enero en el que se consigue cubrir el 70% de la demandada.

Captador solar TopSon		F3-1
Largo x Ancho x Profundo [A x B x C]	mm	2099 x 1099 x 110
Distancia entre conexiones	D mm	1900
Conexiones (en la pieza de conexión)	G	3/4"
Ángulo de inclinación		15° - 90°
Absorción de energía**	%	80,4
Coefficiente de transmisión de calor k1 **	W/(m <sup>2</sup> K)	3,235
Coefficiente de transmisión de calor k2 **	W/(m <sup>2</sup> K)	0,0117
Temperatura de parada máx. (en seco)	°C	194
Eficacia visual (factor de conversión) K50° **	%	94
Capacidad térmica efectiva C **	kJ/(m <sup>2</sup> K)	5,85
Presión de régimen admisible	bar	10
Superficie del captador / Superficie útil	m <sup>2</sup>	2,3 / 2
Capacidad	Ltr.	1,7
Peso (vacío)	kg	40
Caudal admisible	Ltr./h	45 -90
Fluido calorportante		ANRO
Certificado Solar-Keymark		011-75260F
Certificado homologación		NPS-7708

\*\* Valores según EN 12975. \* Reservado el derecho de modificaciones técnicas



Placa preformada para suelo radiante. *Giacomini R 979*.

Características de captador solar *Topson F3-1*.

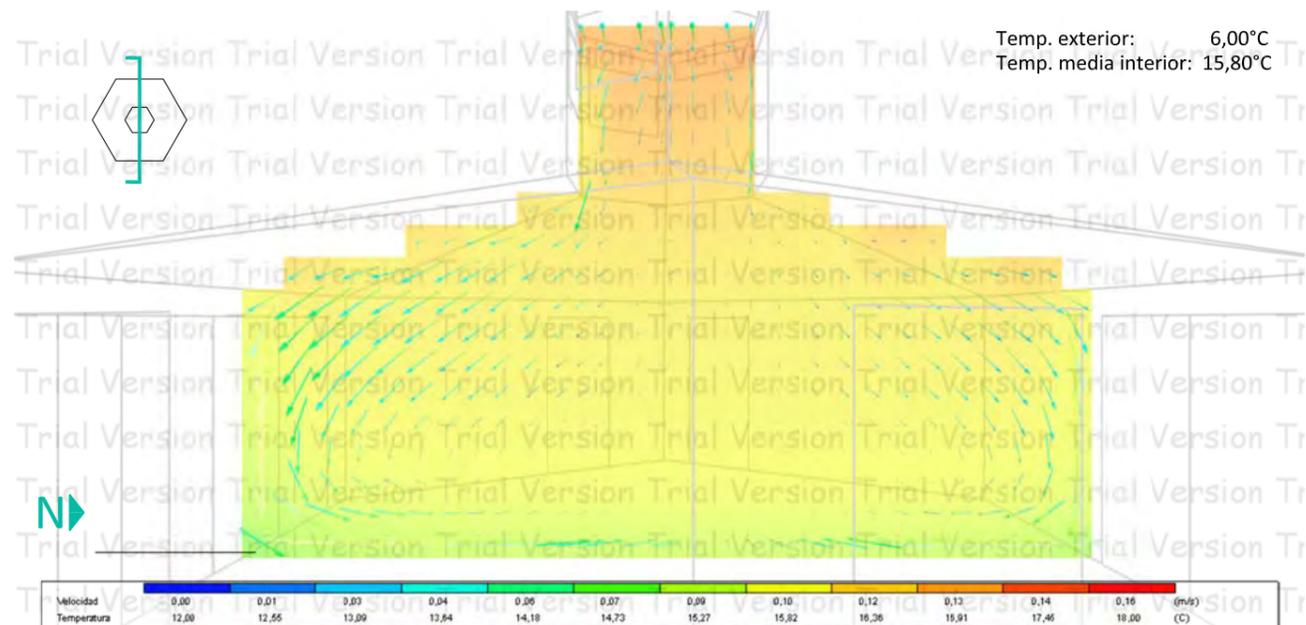
DAIKIN ALTHERMA MONOBLOC				EBHQ011BB6V3	
Temperatura ambiente	impulsión				
Refrigeración	35	7	Capacidad Nominal/Consumo kW	10,0 / 3,60	
			EER	2,78	
	35	18	Capacidad Nominal/Consumo kW	12,85 / 3,78	
Calefacción			EER	3,39	
	7	45	Capacidad Nominal/Consumo kW	10,87 / 3,22	
			COP	3,37	
	7	35	Capacidad Nominal/Consumo kW	11,20 / 2,47	
			COP	4,54	
Refrigerante				R-410A	
Dimensiones	Al x A x F	mm	1418 x 1435 x 382		
Peso		Kg	180,0		
Compresor			SCROLL		
Potencia sonora	Refrig. / Calef.	dB(A)	64		
Presión sonora	Refrig. / Calef.	dB(A)	50 / 51		
Alimentación			1 / 220 V (monofásico)		
Conexión agua			1-1/4"		

Características de bomba de calor aire-agua *Daikin modelo Altherma Monobloc*



## 4.1. CALEFACCIÓN Y ACS.

Para la comprobación del estado de confort térmico en invierno se ha realizado simulaciones en el programa informático Design Builder. Se han realizado diferentes simulaciones a diferentes horas y con diferentes temperaturas del suelo radiante, la temperatura del suelo radiante se ha considerado de 24 °C para observar el pequeño aporte energético que se debe realizar para conseguir la temperatura de confort al interior. Se presentan las simulaciones correspondientes al día 21 de enero a las 8:00h y 12:00h.



Simulación CFD. 21 Enero. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Modelo sin suelo radiante.

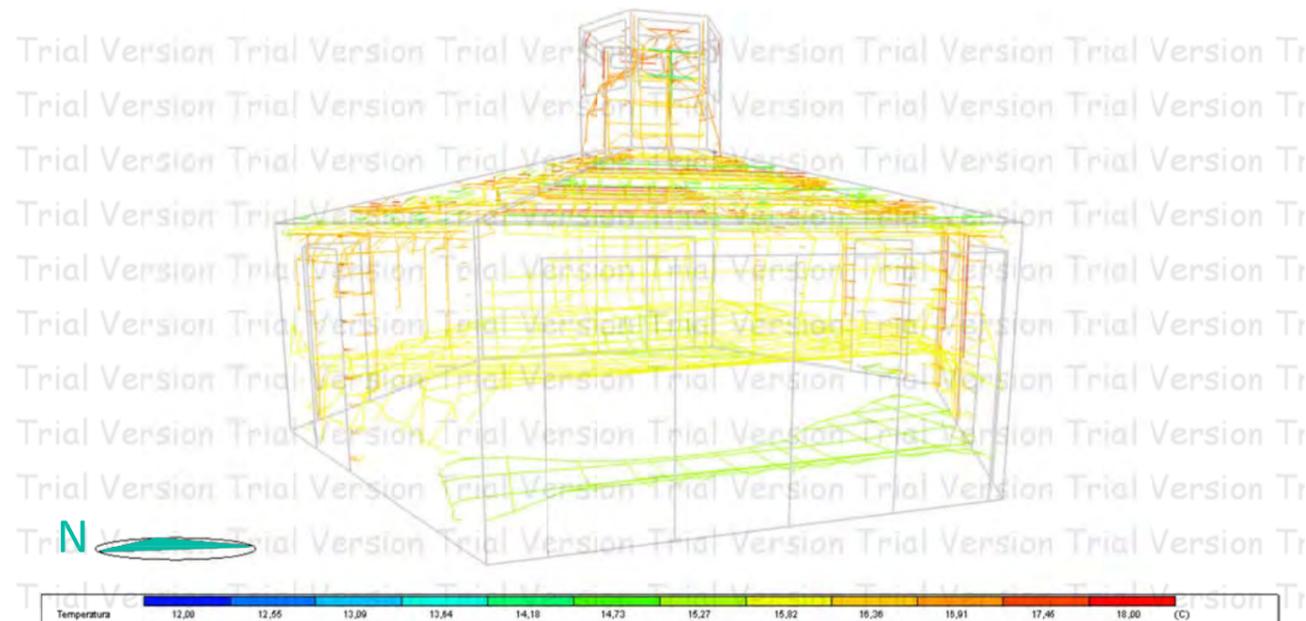
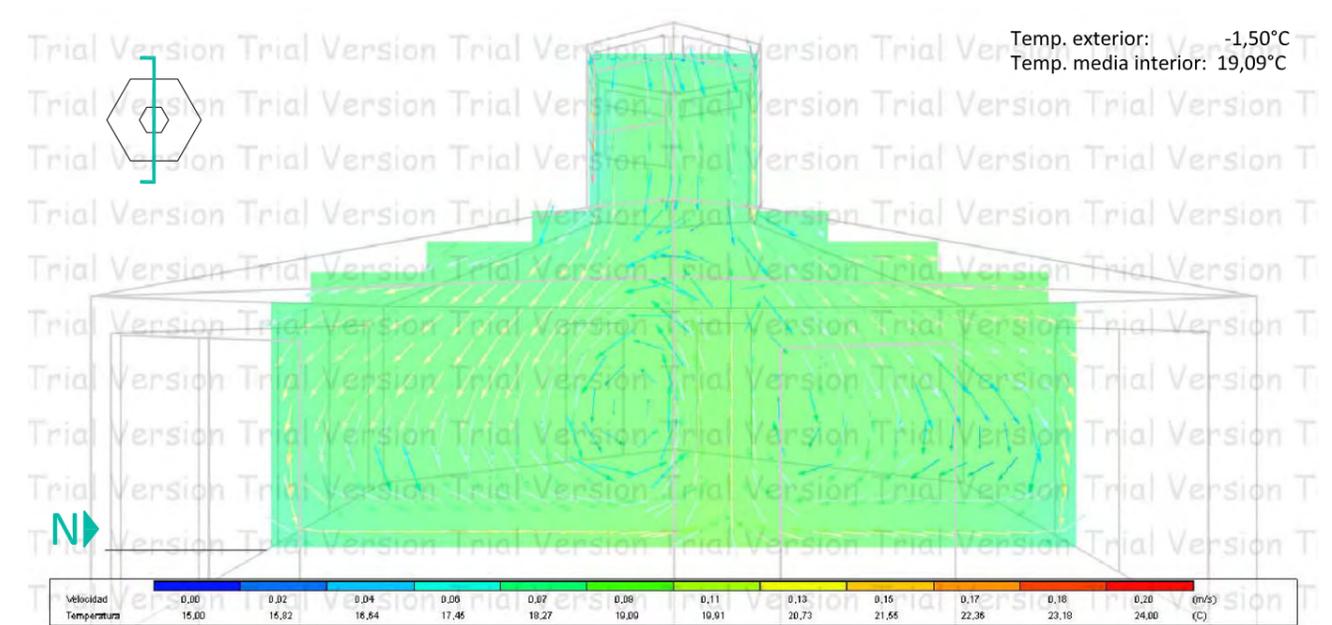


Diagrama de temperaturas. 21 Enero. 12:00h. Madrid. Modelo sin suelo radiante.

La temperatura de bulbo seco exterior en las diferentes simulaciones es de 0°C -5°C respectivamente. Se consiguen alcanzar saltos de temperatura exterior-interior de entre los 15°C - 18°C, llegando a rozar los 20 °C al interior a las 8:00 h. Con estas simulaciones se pretende demostrar que la temperatura del agua de salida desde la bomba de calor podría disminuir de los 45 °C y se podría llegar a optimizar la instalación de solar térmica para calefacción y descender el consumo de la bomba de calor.



Simulación CFD. 21 Enero. 8:00h. Madrid. Sección N-S. Modelo con suelo radiante 24 °C.

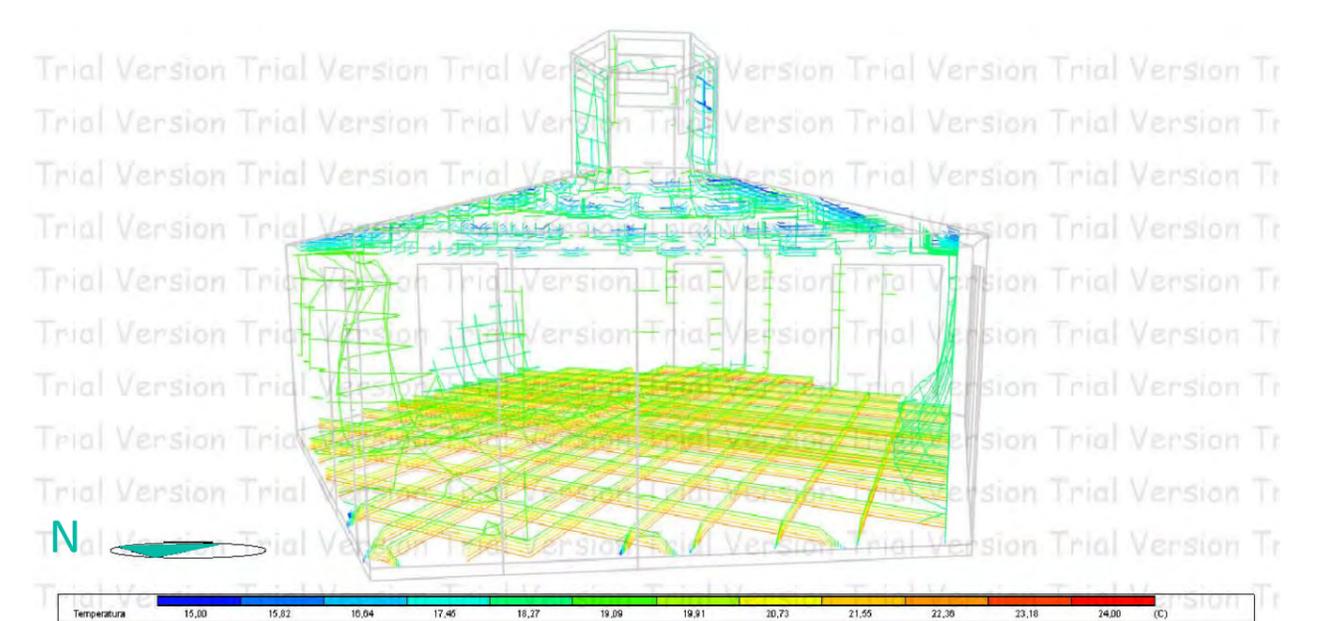
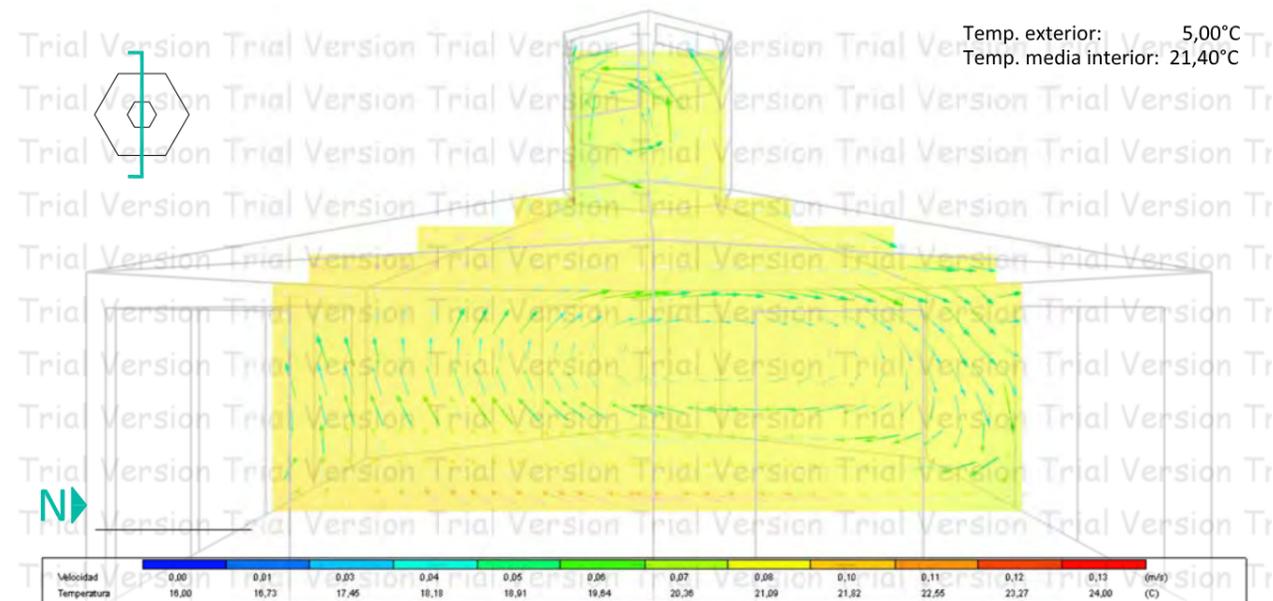


Diagrama de temperaturas. 21 Enero. 8:00h. Madrid. Modelo con suelo radiante 24 °C.

## 4.1. CALEFACCIÓN Y ACS.

Para finalizar el estudio de calefacción se muestran las simulaciones que se han obtenido para el modelo real que se ha proyectado. Podemos concluir que nos encontramos dentro del bienestar térmico debido a que alcanzamos una media de 21,40 °C en el interior de la vivienda, dentro del margen definido como bienestar en invierno (20-23 °C). Se ha incluido un diagrama de velocidades en el que obtenemos una media de 0,07 m/s. Estando este dato por debajo del bienestar higrotérmico que para invierno oscila entre los 0,15-0,20 m/s.



Simulación CFD. 21 Enero. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Modelo con suelo radiante 24 °C.

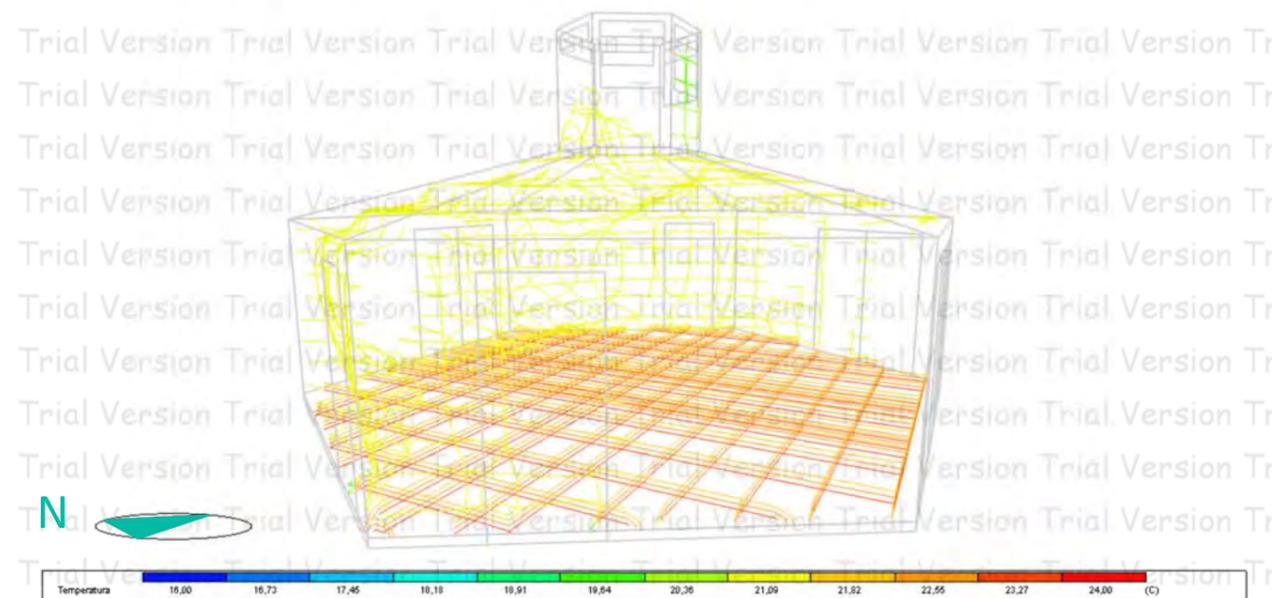
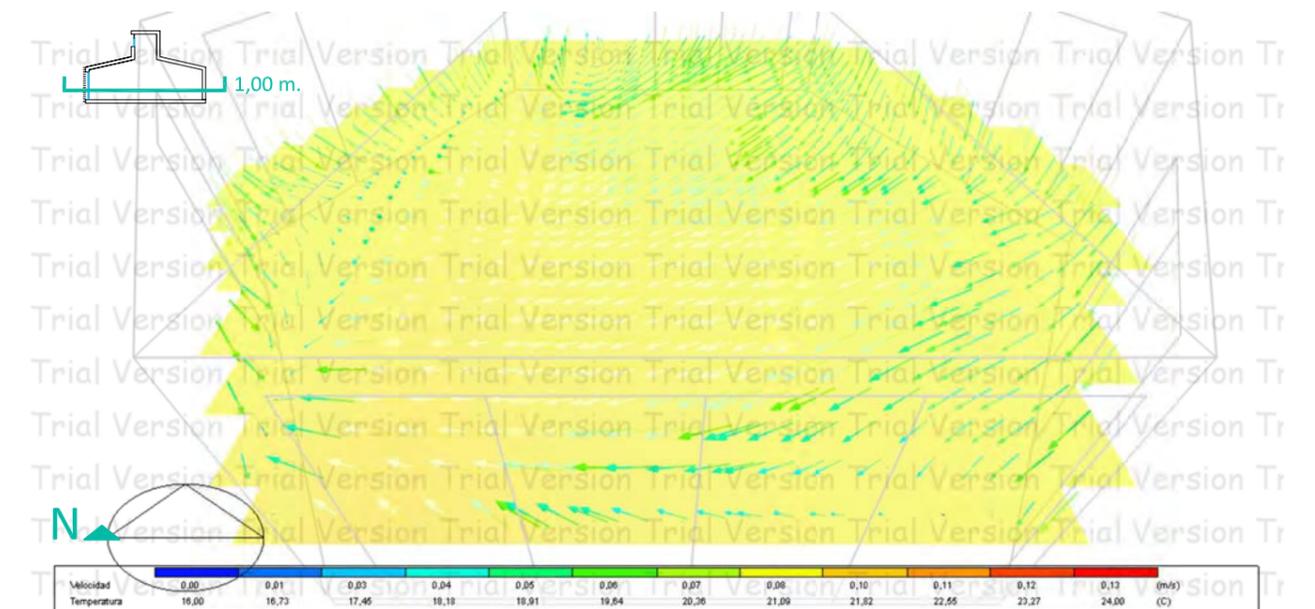


Diagrama de temperaturas. 21 Enero. 12:00h. Madrid. Modelo con suelo radiante 24 °C.

Se plantea la posibilidad de optimizar el modelo presentado incluyendo un ventilador en la parte superior de la chimenea de manera que aportará el calor que se acumula en esta parte superior de la vivienda y a su vez introducirá una mayor velocidad al aire.



Simulación CFD. 21 Enero. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Modelo con suelo radiante 24 °C.

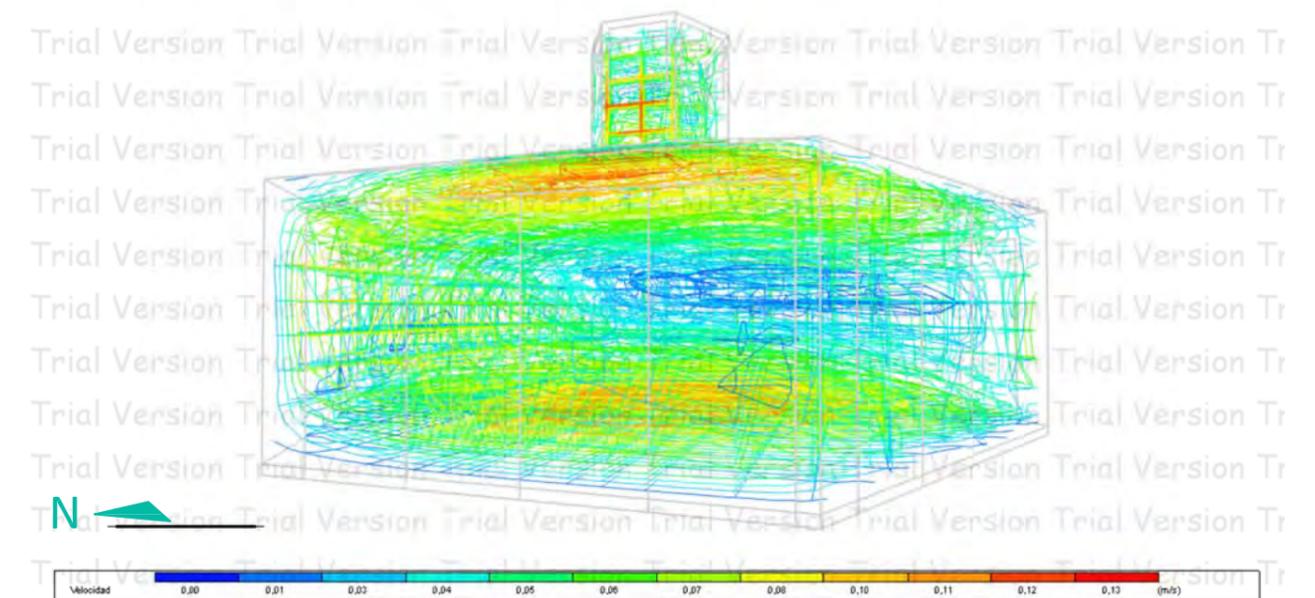
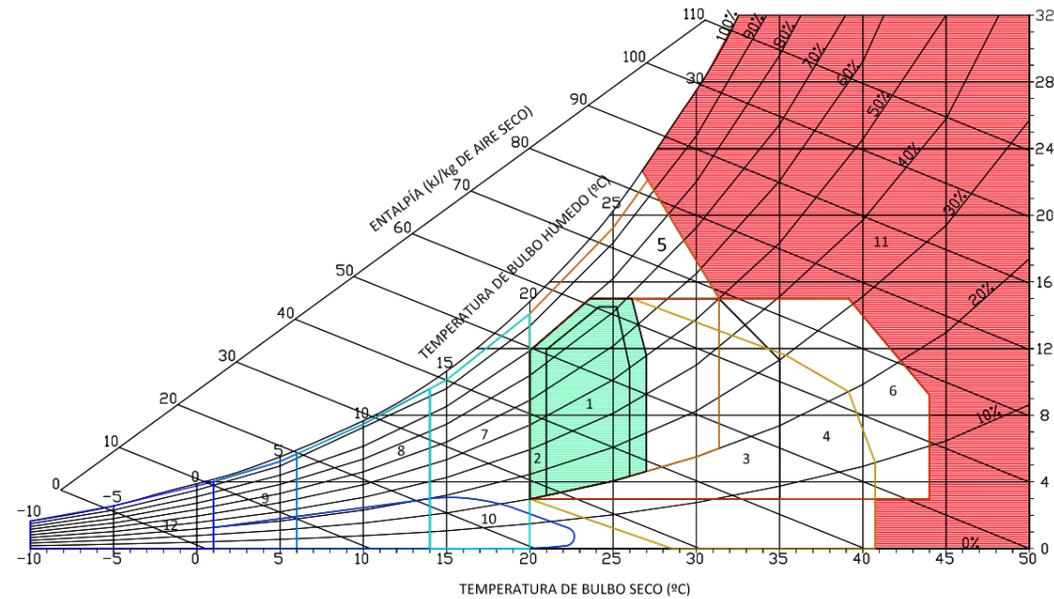


Diagrama de velocidades. 21 Enero. 12:00h. Madrid. Modelo con suelo radiante 24 °C.



## 4.2. REFRIGERACIÓN.

A pesar de haber introducido sistemas pasivos para evitar el sobrecalentamiento y la eliminación del sobrecalentamiento, hay algunos días y horas del verano que no alcanzamos el bienestar higrotérmico. (Ver *Climograma de Givoni*).



Climograma de *Givoni*. Zona 11: Refrigeración.

Para combatir ese sobrecalentamiento y alcanzar el confort se propone una instalación de refrigeración de la vivienda mediante suelo refrescante. Se ha optado por este tipo de medio de refrigeración por varios motivos:

- Optimización de las instalaciones: para calefactar la vivienda en invierno se ha instalado un suelo radiante que puede ser utilizado con el objetivo contrario si se hace circular agua fría por el circuito.
- Confort: proporciona temperatura uniforme, eliminamos la impulsión directa de aire frío y proporciona temperatura uniforme.
- Eficiencia energética: reduce un aproximadamente un 20 % de consumo energético respecto a otros sistemas tradicionales.

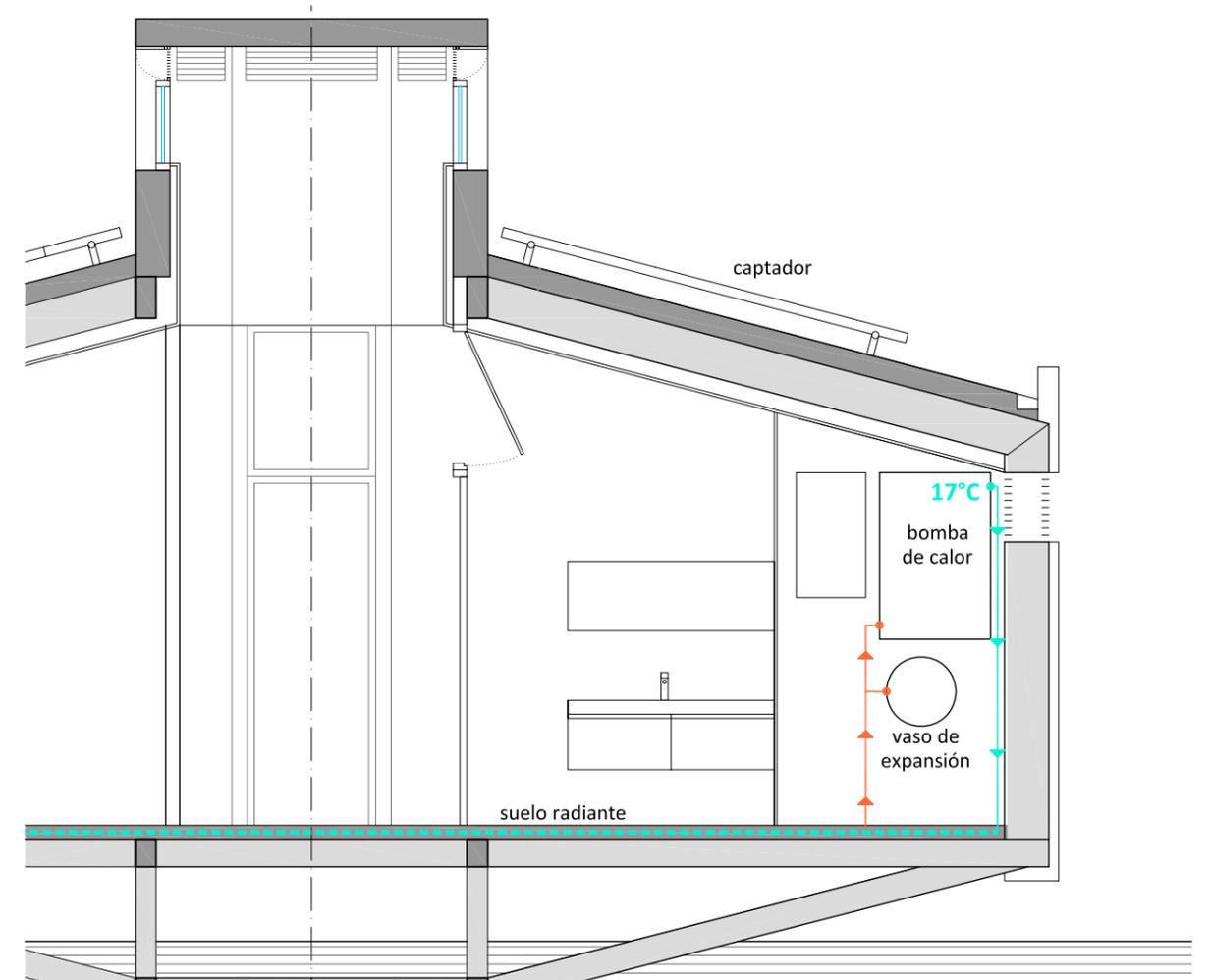
El suelo refrescante será el descrito en páginas anteriores (*Giacomini modelo R979*).

El sistema de refrigeración estará alimentado por una bomba de calor aire-agua (*Daikin Altherma Monoblock*) con un elevado EER que permitirá aumentar el 20% de ahorro energético que ya proporciona el suelo refrescante.

El suelo refrescante se instalará por habitaciones para permitirnos controlar la temperatura del agua en cada estancia, evitando así la refrigeración de zonas que en un momento dado del día no necesiten refrigeración y por tanto, evitando un consumo energético innecesario.

Las demandas de refrigeración son las que se muestran a continuación. Datos Obtenidos en el programa informático *Cerma*:

- Julio: 189 kWh/mes
- Agosto: 146 kWh/mes

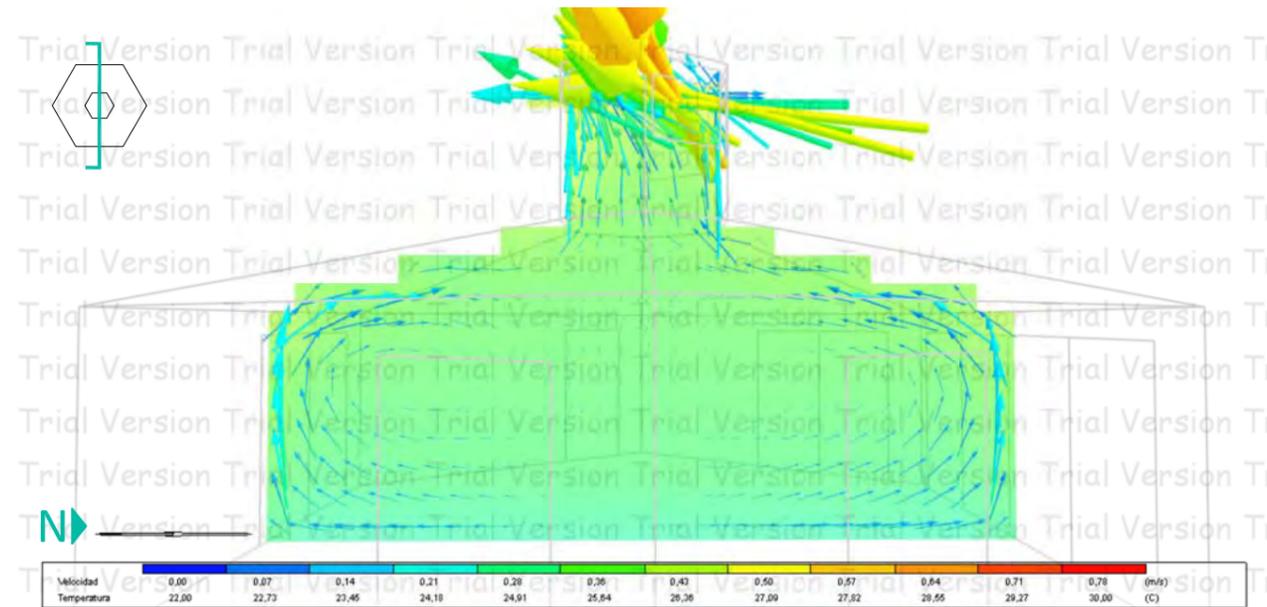


Esquema de sistema de refrigeración mediante suelo refrescante con bomba de calor aire-agua.



## 4.2. REFRIGERACIÓN.

Para la comprobación del estado de confort térmico en verano se ha realizado simulaciones en el programa informático Design Builder. Se ha modelizado la vivienda con un suelo radiante de temperatura constante de 23 °C. Como se puede observar con esta temperatura conseguimos alcanzar confort térmico en el interior de la vivienda (temperatura media de 25 °C) .



Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Modelo con suelo radiante 23 °C.

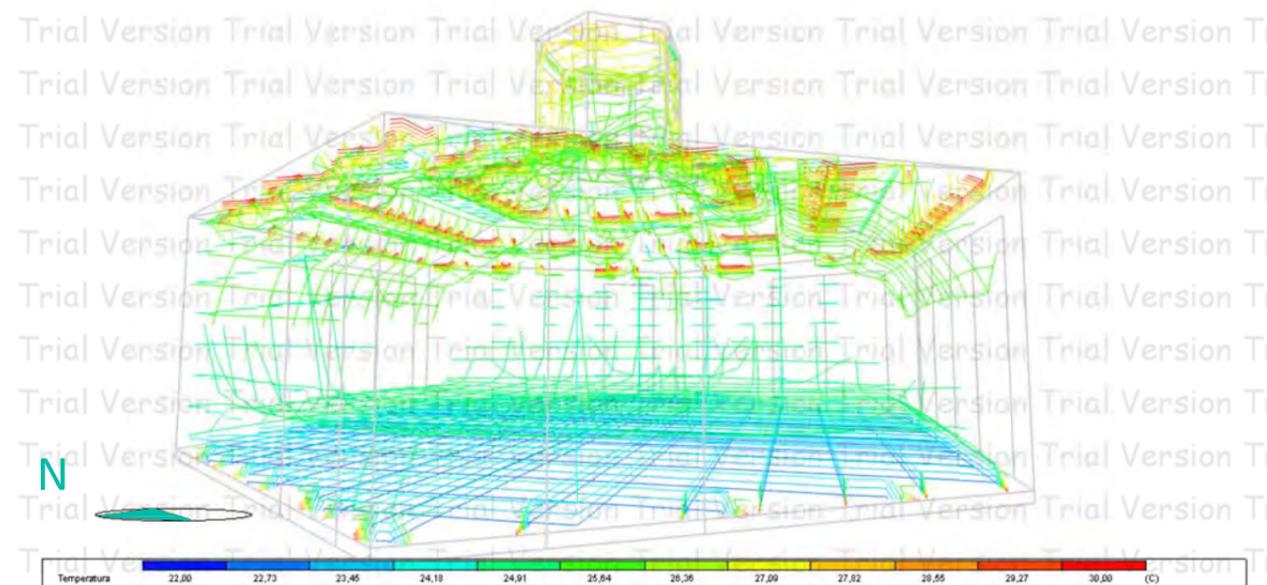
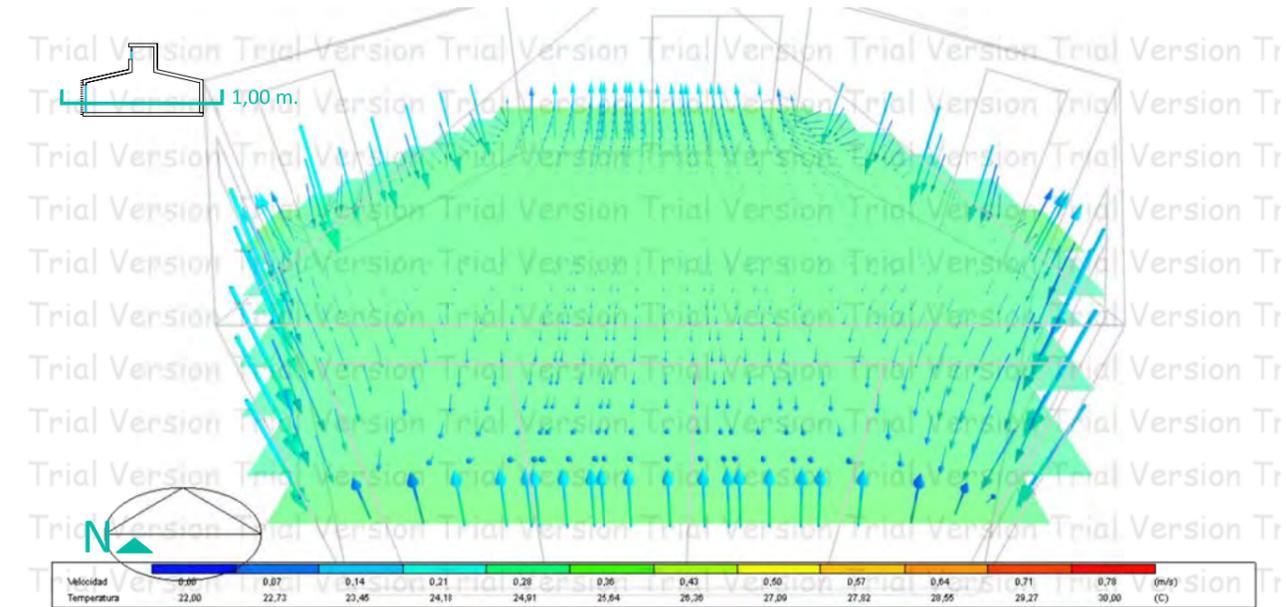


Diagrama de temperaturas. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Modelo con suelo radiante 23 °C.

Con esta simulación podemos afirmar que la temperatura de salida del agua a 17 °C podría optimizarse y con un aumento de grados de la temperatura del agua de salida conseguiríamos un mayor ahorro energético.

Se muestra el diagrama de velocidades en el que podemos observar que la velocidad del aire se reduce en el interior, se hace más homogéneo en toda la vivienda eliminando turbulencias y provoca un mayor tiro de la chimenea solar obteniéndose los mayores valores de velocidad del aire de todas las simulaciones realizadas.



Simulación CFD. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Sección N-S. Modelo con suelo radiante 23 °C.

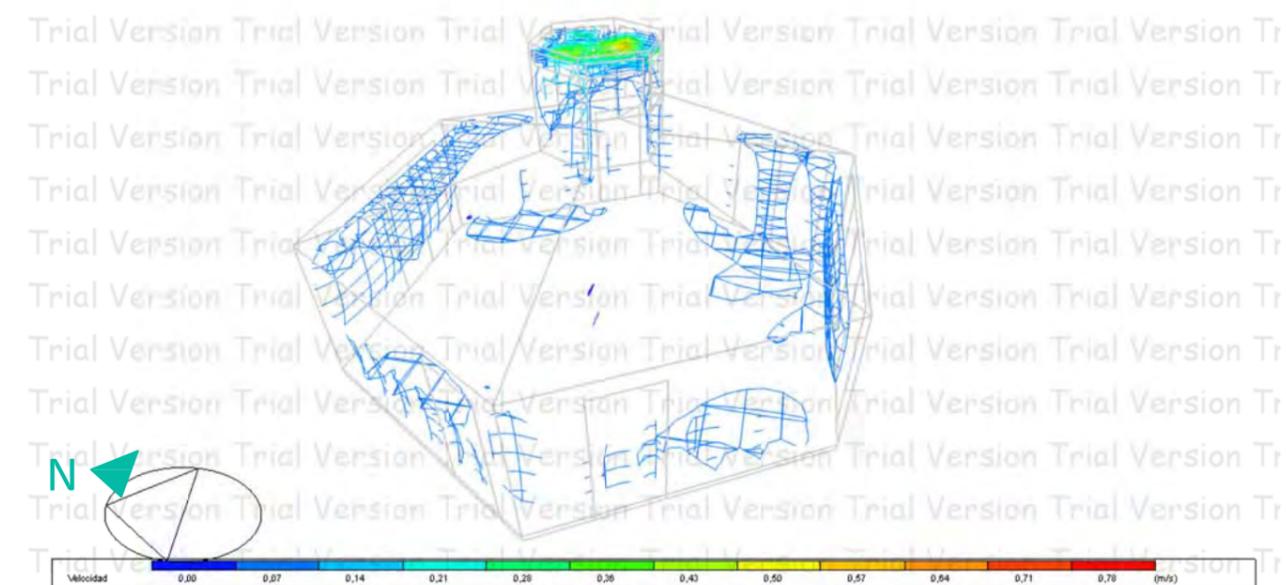


Diagrama de velocidades. 21 Julio. 12:00h. Madrid. Modelo con suelo radiante 23 °C.



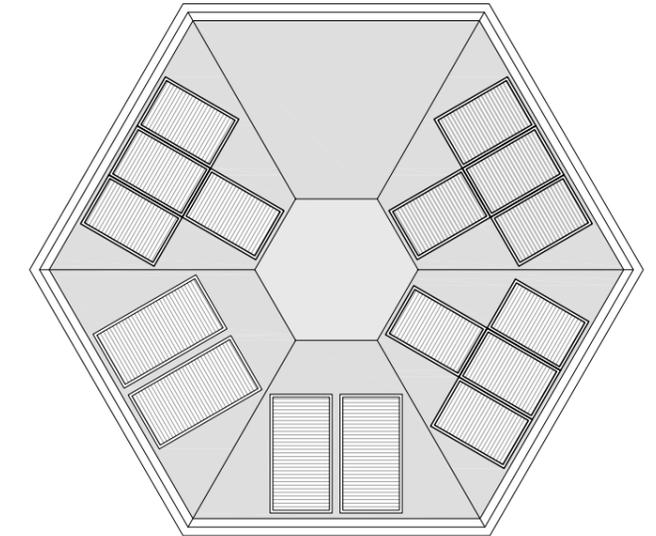
## 4.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

El objetivo principal del proyecto es conseguir una autosuficiencia energética. Se han optado por diversos sistemas pasivos y activos para conseguir un máximo de ahorro energético, no obstante el consumo eléctrico es inevitable. A continuación se presenta diferentes tablas de datos para realizar el cálculo de demanda eléctrica de la vivienda teniendo en cuenta sus características geométricas y la ocupación de dos personas.

En primer lugar se obtienen los datos de demanda de los electrodomésticos, iluminación, climatización y ACS. Para el cálculo de demanda de electrodomésticos de iluminación se han elegido elementos de bajo consumo y alta eficiencia. Posteriormente se ha calculado la energía suministrada con los paneles elegidos que depende del modelo, en este caso se ha optado por un panel de alto rendimiento de *SunPower modelo E20*, según su orientación, inclinación y número. Se ha proyectado un total de 12 paneles de geometría agrupados de cuatro en cuatro dispuestos en los paños de cubierta orientados a Sureste, Noreste y Noroeste. El Sur y el Suroeste se ha destinado para los paneles de solar térmica para optimizar la eficiencia de éstos. Todos los paneles fotovoltaicos se han colocados sobre la cubierta inclinada, por tanto, con una inclinación de 20°. Los datos de suministro se han obtenido en el programa informático PVGIS.

Por último se realiza una comparativa por meses y año de la energía demandada y la energía suministrada por los paneles para estudiar la autosuficiencia del sistema.

DATOS ELÉCTRICOS			
Medidos en condiciones de prueba estándar (STC): Irradiancia 1000 W/m <sup>2</sup> , AM 1,5 y temperatura de célula 25 °C			
Potencia nominal (+5/-0%)	P <sub>nom</sub>	333 W	327 W
Eficiencia de célula	η	22,9%	22,5%
Eficiencia de panel	η	20,4%	20,1%
Voltaje en el punto de máxima potencia	V <sub>mpp</sub>	54,7 V	54,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia	I <sub>mpp</sub>	6,09 A	5,98 A
Voltaje de circuito abierto	V <sub>oc</sub>	65,3 V	64,9 V
Corriente de cortocircuito	I <sub>sc</sub>	6,46 A	6,46 A
Voltaje máximo del sistema	IEC	1000 V	
Coeficientes de temperatura	Potencia (P)	- 0,38% / K	
	Voltage (V <sub>oc</sub> )	- 176,6 mV / K	
	Corriente (I <sub>sc</sub> )	3,5 mA / K	
NOCT	45 °C +/- 2 °C		
Corriente nominal de fusibles en serie	20 A		
Límite de corriente inversa (3 strings)	I <sub>k</sub>	16,2 A	
Puesta a tierra	Puesta a tierra positiva no necesaria		



Distribución de paneles FV en cubierta. E: 1/ 125.

Características técnicas de panel FV *SunPower E20*.

DEMANDA ELÉCTRICA DE ELECTRODOMÉSTICOS						
Habitación	Aparato	Potencia (w)	nº unidades	Horas/día	Días/mes	Demanda Eléc. Mensual (KWh)
Salón-comedor	DVD	100	1	2	10	2,0
	TV	90	1	3	30	8,1
	Otros	100	-	0,4	30	1,2
Cocina	Campana extract.	300	1	1	20	6,0
	Frigorífico	160	1	24	30	115,2
	Lavadora *	2200	1	2	8	-
	Microondas	800	1	0,2	30	4,8
	Vitro/Horno *	3000	1	1	30	36,8
	Varios	50	-	0,5	30	-
Habitación	PC	70	1	2	30	4,2
	Otros	50	-	0,5	30	0,8
Baño	Varios	1000	1	0,5	30	15,0
Domótica	-	50	1	1	30	1,5
Bomba agua	-	250	1	1	30	7,5
<b>TOTAL DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL (kWh)</b>						<b>203,1</b>

\* Se aplicará un factor de simultaneidad con otro electrodoméstico.

Tabla resumen mensual de demanda eléctrica para electrodomésticos de la vivienda.

DEMANDA ELÉCTRICA DE ILUMINACIÓN							
Habitación	und.	Potencia (w)	Horas/Día		Días/mes	Demanda Elec. Mensual (KWh)	
			Verano	Invierno		Verano	Invierno
Salón-comedor	6	11	2,5	6	30	5,0	11,9
Cocina	2	11	0,5	2	30	0,3	1,3
	3	20	0,5	2	30	0,9	3,6
Habitación	2	11	0,5	1	30	0,3	0,7
	2	20	0,5	1	30	0,6	1,2
Baño	3	11	0,5	1	30	0,5	1,0
Paso	1	9	0,1	1	30	0,0	0,3
Exterior	2	11	1	0,2	30	0,7	0,1
<b>TOTAL DEMANDA ELÉCTRICA MENSUAL (kWh)</b>						<b>8,3</b>	<b>20,1</b>

Tabla resumen mensual de demanda eléctrica para iluminación de la vivienda.



### 4.3. ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

De la tabla comparativa de demanda y energía suministrada por los paneles podemos concluir destacando la no autosuficiencia del sistema. A pesar de que durante 8 meses la vivienda podría funcionar únicamente con energía fotovoltaica, los otros 4 meses necesitaría un apoyo que varía entre el 39-23 %. Para optimizar el sistema se pueden instalar baterías que almacenen la energía sobrante en los meses de verano. Esta opción también garantizaría el suministro de energía eléctrica después de días con nubosidad.

Una opción para mejorar el rendimiento de las placas solares sería el de aumentar la inclinación y colocarlos más perpendiculares. Es una opción viable que sólo repercutiría a la integración arquitectónica de las placas, no obstante no ha sido considerado inicialmente precisamente por realizar un ejercicio con un equilibrio energético y arquitectónico. No obstante, se debería ampliar el estudio observando el aumento de % suministro de los paneles con un incremento de 5-10° y ensayar la viabilidad de un cambio de la inclinación de las cubiertas.

DEMANDA CLIMATIZACIÓN y ACS						
	Demanda térmica mensual (KWh)			Rendimiento Bomba de calor		Dem. Eléctrica Mes (kWh)
	Refrigeración *	Calefacción*	ACS**	EER (Refrig.)	COP (Calef.)	
Enero	0	397	37	3,39	4,54	87,44
Febrero	0	192	15	3,39	4,54	42,29
Marzo	0	56	10	3,39	4,54	12,33
Abril	0	0	9	3,39	4,54	0,00
Mayo	0	0	9	3,39	4,54	0,00
Junio	0	0	8	3,39	4,54	0,00
Julio	189	0	8	3,39	4,54	55,75
Agosto	146	0	9	3,39	4,54	43,07
Septiembre	0	0	9	3,39	4,54	0,00
Octubre	0	0	13	3,39	4,54	0,00
Noviembre	0	148	25	3,39	4,54	32,60
Diciembre	0	408	33	3,39	4,54	89,87
<b>TOTAL DEMANDA ELÉCTRICA ANUAL (kWh)</b>						<b>363,4</b>

DEMANDA ELÉCTRICA TOTAL				
	Climatización (kWh/mes)	Electrodom. (kWh/mes)	Iluminación (kWh/mes)	Demanda Total (kWh/mes)
Enero	87,44	203,1	20,1	<b>310,55</b>
Febrero	42,29	203,1	20,1	<b>265,39</b>
Marzo	12,33	203,1	20,1	<b>235,44</b>
Abril	0,00	203,1	20,1	<b>223,10</b>
Mayo	0,00	203,1	8,3	<b>211,34</b>
Junio	0,00	203,1	8,3	<b>211,34</b>
Julio	55,75	203,1	8,3	<b>267,09</b>
Agosto	43,07	203,1	8,3	<b>254,41</b>
Septiembre	0,00	203,1	8,3	<b>211,34</b>
Octubre	0,00	203,1	8,3	<b>211,34</b>
Noviembre	32,60	203,1	20,1	<b>255,70</b>
Diciembre	89,87	203,1	20,1	<b>312,97</b>
<b>TOTAL</b>	<b>363,4</b>	<b>2.436,6</b>	<b>170,1</b>	<b>2.970,0 kWh anual</b>

(\*) Datos obtenidos del programa informático CERMA.  
(\*\*) Datos obtenidos de tabla de cálculo método F-Chart

Tabla resumen de consumo mensual eléctrico para la climatización y ACS de la vivienda.

Tabla resumen de demanda eléctrica total mensual y anual de la vivienda.

MES	Suministro Energía fotovoltaica (KWh)									TOTALES
	Orientación SE			Orientación NE			Orientación NO			
	Por panel	Und.	Total	Por panel	Und.	Total	Por panel	Und.	Total	
Enero	19,4	4	77,6	11,6	4	46,4	8,3	4	33,2	<b>157,2</b>
Febrero	22,5	4	90	15,8	4	63,2	12,7	4	50,8	<b>204</b>
Marzo	38,8	4	155,2	30,2	4	120,8	26,1	4	104,4	<b>380,4</b>
Abril	40,1	4	160,4	35,6	4	142,4	33,4	4	133,6	<b>436,4</b>
Mayo	50,3	4	201,2	47,5	4	190	46,1	4	184,4	<b>575,6</b>
Junio	52,2	4	208,8	50,6	4	202,4	49,7	4	198,8	<b>610</b>
Julio	54,6	4	218,4	52,1	4	208,4	50,8	4	203,2	<b>630</b>
Agosto	49,6	4	198,4	44,5	4	178	42	4	168	<b>544,4</b>
Septiembre	39,7	4	158,8	32,3	4	129,2	28,7	4	114,8	<b>402,8</b>
Octubre	29,7	4	118,8	21,5	4	86	17,6	4	70,4	<b>275,2</b>
Noviembre	19,7	4	78,8	12,5	4	50	9,3	4	37,2	<b>166</b>
Diciembre	15,8	4	63,2	9,4	4	37,6	6,9	4	27,6	<b>128,4</b>
<b>TOTALES ANUALES</b>	<b>432,4</b>		<b>1729,6</b>	<b>363,6</b>		<b>1454,4</b>		<b>1326,4</b>		<b>451</b>

(\*) Datos de Radiación obtenidos de Programa PVGIS

Tabla resumen de suministro mensual y anual de energía fotovoltaica de paneles según orientación y número.

MES	Autosuficiencia Energética			
	Suministro (KWh)	Demanda (KWh)	% de demanda cubierto	Autosuficiencia
Enero	157,2	310,55	51%	NO
Febrero	204	265,39	77%	NO
Marzo	380,4	235,44	162%	SÍ
Abril	436,4	223,10	196%	SÍ
Mayo	575,6	211,34	272%	SÍ
Junio	610	211,34	289%	SÍ
Julio	630	267,09	236%	SÍ
Agosto	544,4	254,41	214%	SÍ
Septiembre	402,8	211,34	191%	SÍ
Octubre	275,2	211,34	130%	SÍ
Noviembre	166	255,70	65%	NO
Diciembre	128,4	312,97	41%	NO
<b>TOTALES</b>	<b>4510,4</b>	<b>2970,01</b>	<b>152%</b>	<b>SÍ/NO</b>

Tabla comparativa de suministro y demanda para la comprobación de la autosuficiencia.





## 6. PREFABRICACIÓN, INDUSTRIALIZACIÓN Y MATERIALES.

La prefabricación consiste en un proceso en el que los elementos que componen un determinado producto se realizan en un lugar distinto al que finalmente se utilizan. La prefabricación afecta sólo al proceso de construcción y no al producto terminado. La prefabricación va asociada a la industrialización. Al proceso de fabricación en serie para mejorar el rendimiento temporal, de uniformidad y económico de la producción.

Los posibles beneficios que la prefabricación e industrialización otorgan a la sostenibilidad son los siguientes:

- Mejora de la gestión de residuos. En los procesos de fabricación industrial de los elementos constructivos se optimizan los procesos de reciclado y aumenta el control del residuo generado.
- Menor presencia de agentes químicos y un mayor control de los mismos
- Reducción del consumo de agua y vertido de la misma.
- Optimización del material empleado.
- Reutilización de los medios productivos
- Reducción del consumo energético en el proceso de producción.
- Reducción del consumo energético en el transporte en casos de modularidad y si se realiza estudio de compactación y optimización.
- Incremento de la calidad del producto.
- Aumenta la vida útil de los edificios.
- Reutilización de la construcción mediante desmontaje y montaje en nueva ubicación.
- Disminución de plazos de ejecución.
- Reducir y eliminar las malas prácticas constructivas.
- Mejora de las condiciones de trabajo.

Atendiendo a todos estos motivos se ha optado por realizar una construcción industrializada en la mayoría de sus componentes y prefabricada.

Debido a la geometría pura del volumen se ha conseguido generar un sistema modular en todos sus elementos, de manera que siempre tendremos paquetes de una unidad o de seis unidades.

A continuación se muestra el proceso constructivo de montaje de la vivienda y una tabla resumen con los elementos constructivos.



## 6. PREFABRICACIÓN, INDUSTRIALIZACIÓN Y MATERIALES.

### CIMENTACIÓN

1. Base hexagonal de hormigón armado.

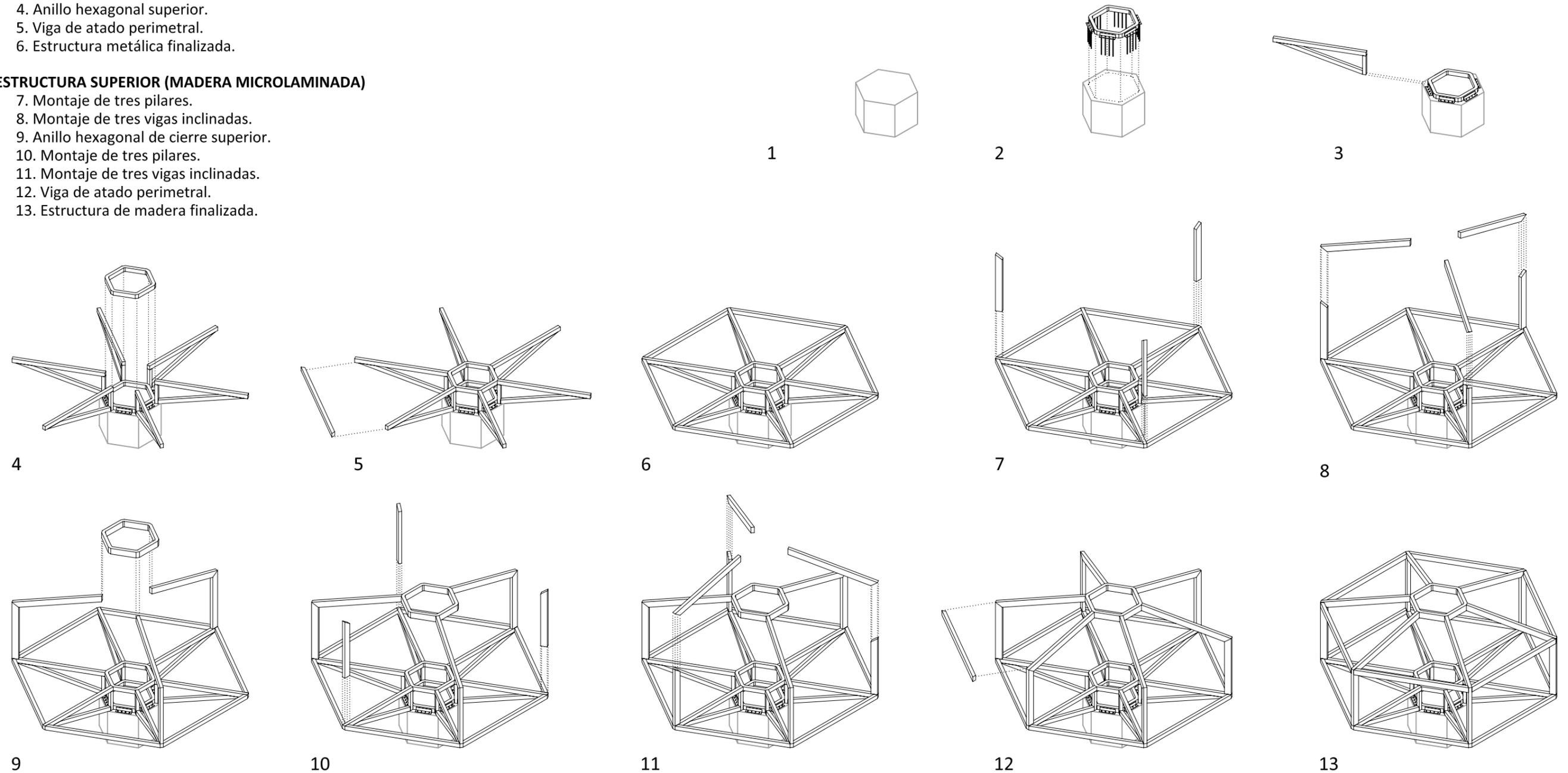
### ESTRUCTURA INFERIOR (ACERO LAMINADO)

2. Anillo hexagonal inferior con varillas de anclaje.
3. Viga triangular.
4. Anillo hexagonal superior.
5. Viga de atado perimetral.
6. Estructura metálica finalizada.

### ESTRUCTURA SUPERIOR (MADERA MICROLAMINADA)

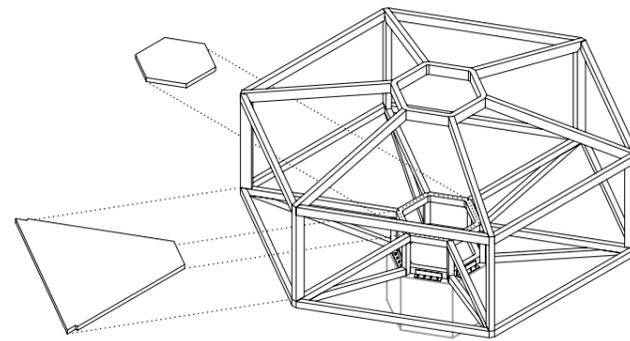
7. Montaje de tres pilares.
8. Montaje de tres vigas inclinadas.
9. Anillo hexagonal de cierre superior.
10. Montaje de tres pilares.
11. Montaje de tres vigas inclinadas.
12. Viga de atado perimetral.
13. Estructura de madera finalizada.

### PROCESO CONSTRUCTIVO

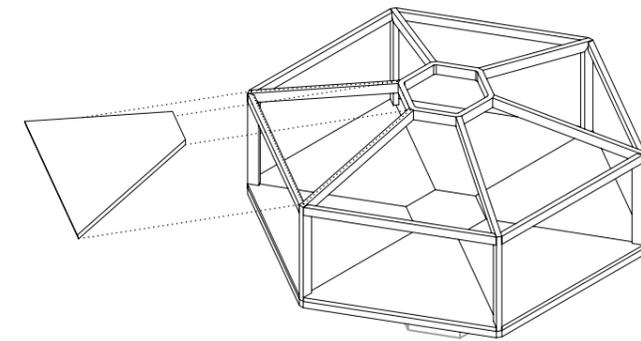


### CERRAMIENTOS y CHIMENEA SOLAR

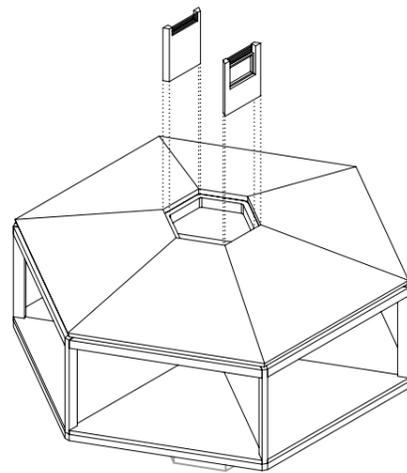
- 14. Elementos de formación de forjado.
- 15. Elementos de formación de cubierta.
- 16. Paneles autoportantes de chimenea solar (2 tipos).
- 17. Cubierta hexagonal de chimenea solar.
- 18. Paneles autoportantes de cerramiento (3 tipos).
- 19. Paneles de acabado de fachada y protecciones solares.
- 20. Chapa de remate de fachada.
- 21. Módulo prefabricado terminado.



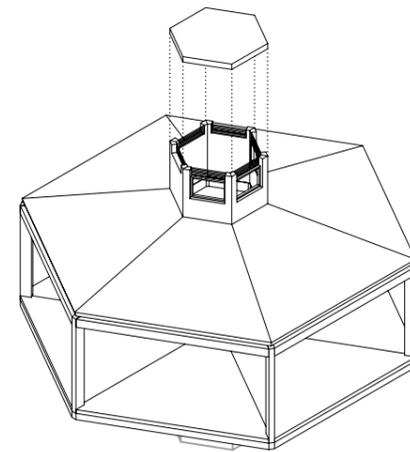
14



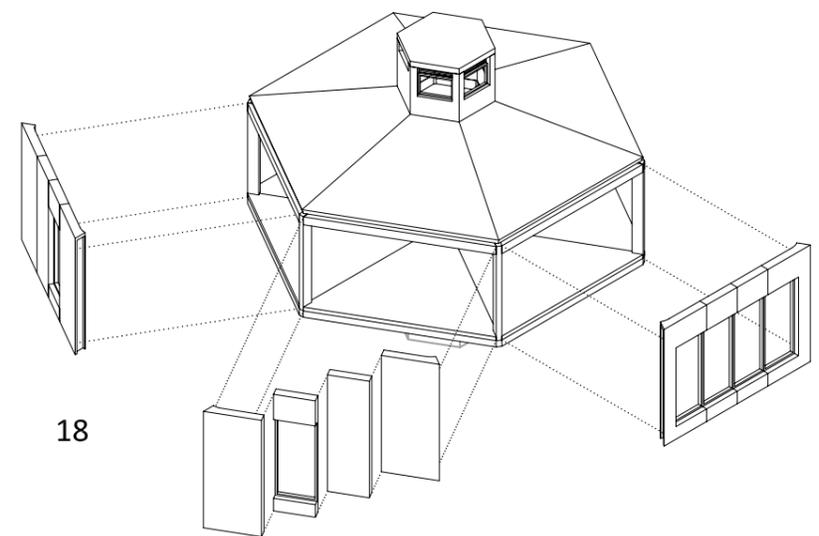
15



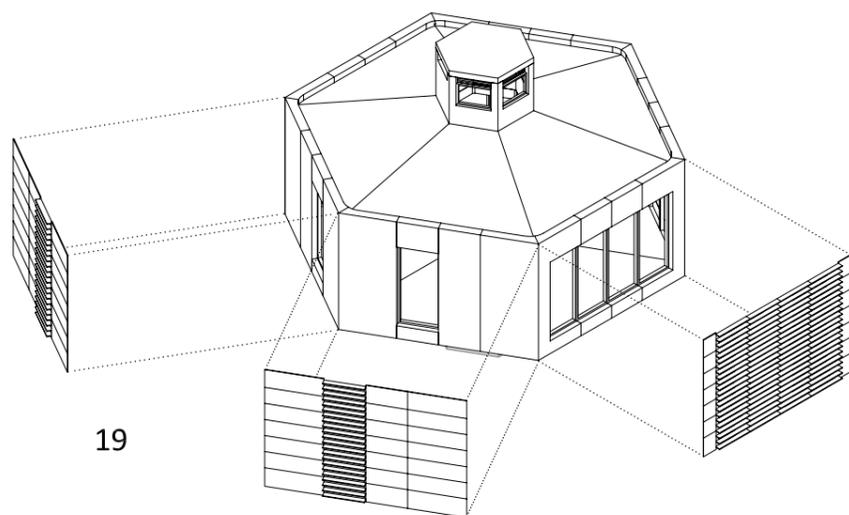
16



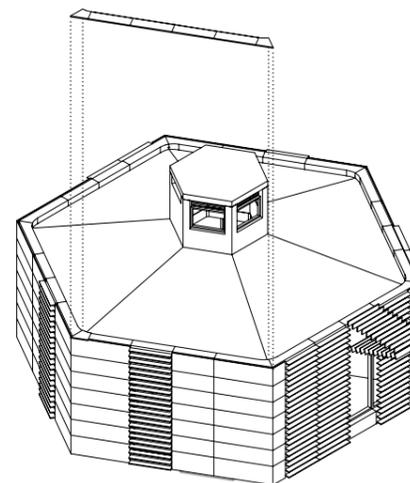
17



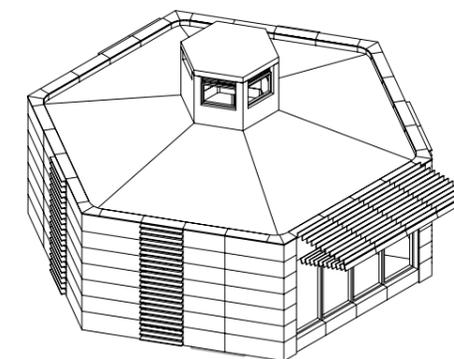
18



19



20



21



## 6. PREFABRICACIÓN, INDUSTRIALIZACIÓN Y MATERIALES.

### Elementos constructivos

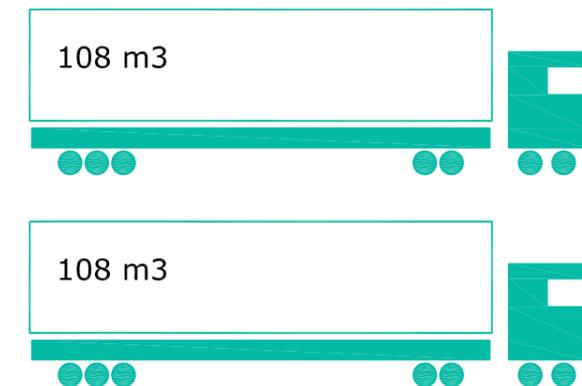
NUM. PIEZA	PIEZA	CANTIDAD	Dimen. X*	Dimen. Y*	Dimen. Z*	VOLUMEN POR UNIDAD (m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)
01	Base hexagonal de hormigón armado.	1				8.59	8.59
02	Anillo hexagonal inferior de acero con varillas de anclaje.	1	2.36	2.32	0.20	1.10	1.10
03	Viga triangular de acero.	6	4.19	0.15	1.20	0.75	4.53
04	Anillo hexagonal superior de acero.	1	2.24	2.02	0.20	0.90	0.90
05	Viga de atado perimetral de acero.	6				0.15	0.90
06	Pilares de madera microlaminada.	6				0.13	0.78
07	Vigas de madera microlaminada.	6				0.18	1.08
08	Anillo hexagonal de cierre superior de madera microlaminada.	1	2.54	2.28	0.30	1.74	1.74
09	Viga de atado perimetral de madera microlaminada.	6				0.19	1.14
10	Elementos de formación de forjado. Trapecio.	6				1.45	8.70
11	Elementos de formación de forjado. Hexágono central.	1	1.87	2.15	0.12	0.48	0.48
12	Elementos de formación de cubierta.	6				1.76	10.56
13	Paneles autoportantes de chimenea solar. Ciego.	3	0.15	1.31	1.67	0.33	0.98
14	Paneles autoportantes de chimenea solar. Hueco.	3	0.15	1.31	1.67	0.33	0.98
15	Cubierta hexagonal de chimenea solar.	1	2.28	2.63	0.17	1.02	1.02
16	Paneles autoportantes de cerramiento. Hueco.	6	1.13	0.25	3.70	1.05	6.27
17	Paneles autoportantes de cerramiento. Hueco en esquina.	4	1.56	0.32	3.70	1.85	7.39
18	Paneles autoportantes de cerramiento. Ciego.	5				1.05	5.25
19	Paneles autoportantes de cerramiento. Esquina izquierda.	3	1.56	0.32	3.70	1.85	5.54
20	Paneles autoportantes de cerramiento. Esquina derecha.	5	1.56	0.32	3.70	1.85	9.24
21	Paneles de acabado de fachada. Interior.	6				0.08	0.48
22	Paneles de acabado de fachada. Esquina.	8				0.12	0.96
23	Paneles de acabado de fachada. Esquina estrecho.	4				0.03	0.12
24	Módulo de protección solar.	10				0.08	0.80
25	Chapa de remate de fachada.	24				0.01	0.24
26	Chapa de remate de fachada. Esquina izquierda.	6	0.47	0.32	0.03	0.0045	0.03
27	Chapa de remate de fachada. Esquina derecha.	6	0.47	0.32	0.03	0.0045	0.03
28	Aislamiento térmico interior. Lana de roca.	1	30.32	0.06	2.70		4.90
29	Tabiquería interior. Yeso laminado aislamiento y puertas.	1	14.00	0.1	3.00		4.20
30	Suelo radiante y pavimento.	1	65.00	-	0.12		13.00
31	Módulo 1 de baño. Inodoro+tratamiento aguas grises.	1	2.80	2.40	2.6		17.47
32	Módulo 2 de baño. Lavabo+almacenamiento+bomba de calor	1	0.50	2.00	2.60		3.38
33	Módulo de cocina	1	0.60	3.70	2.60		5.77
	<b>VOLUMEN TOTAL</b> (solo de elementos transportables)**						<b>119.95</b>

Dimen. X\*:

para estos elementos se han considerado las dimensiones y el volumen del sólido capaz de la pieza.

(elementos transportables)\*\*:

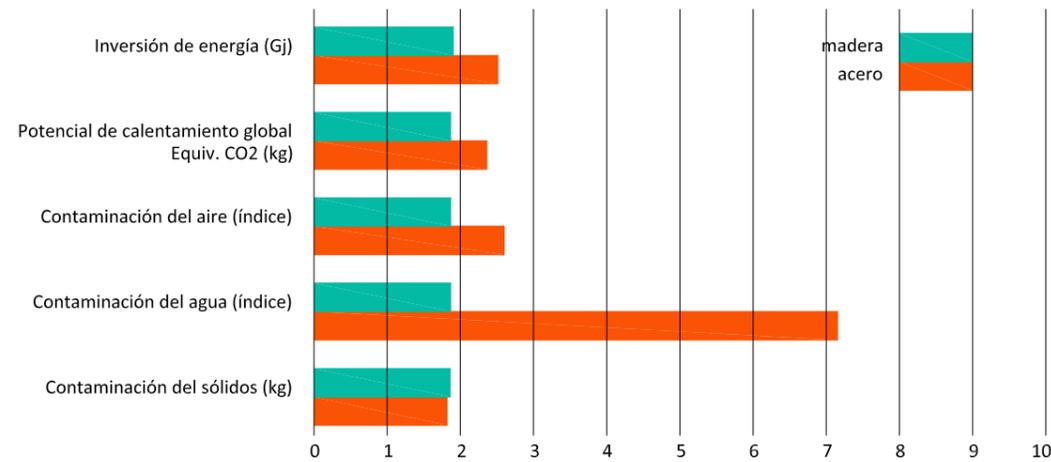
todos los elementos son transportables excepto la base hexagonal de hormigón armado.



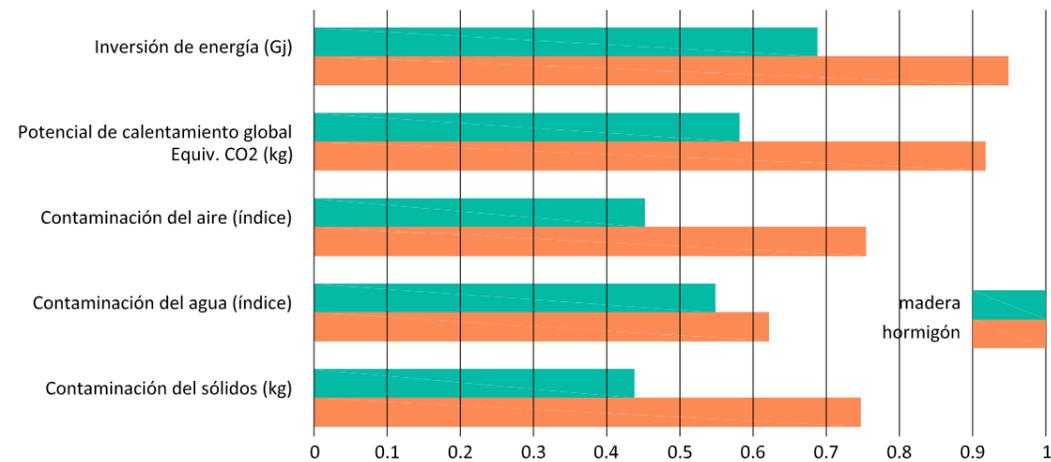
## 6. PREFABRICACIÓN, INDUSTRIALIZACIÓN Y MATERIALES.

La materialidad del proyecto es consecuencia de la transportabilidad del mismo y del uso de materiales lo más sostenibles posible. Por estos motivos, la mayor parte de la construcción está realizada en madera. Estructura, cerramientos, fachada exterior, forjados, carpintería... Se ha optado por la madera por ser un material altamente reutilizable, con bajas emisiones de CO<sub>2</sub> en su ciclo de vida y bajo consumo energético en su producción. A continuación se presentan diferentes gráficas comparativas de la madera respecto a otros materiales y de elementos constructivos fabricados en madera respecto a los mismos elementos constructivos fabricados en hormigón, acero, aluminio, etc... Los datos expuestos se han extraído del CEI-Bois. (Confederación Europea de industrias de la madera).

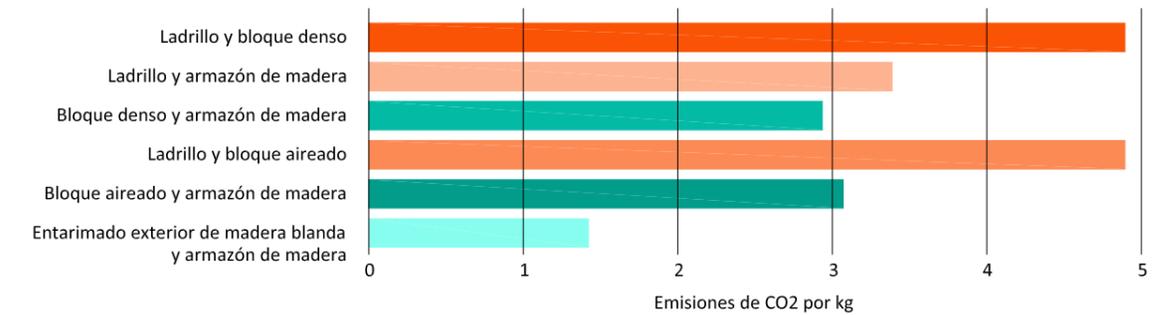
Impactos medioambientales de una casa de madera frente a una de acero



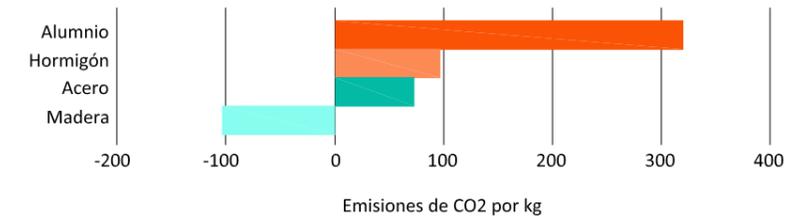
Impactos medioambientales de una casa de madera frente a una de hormigón



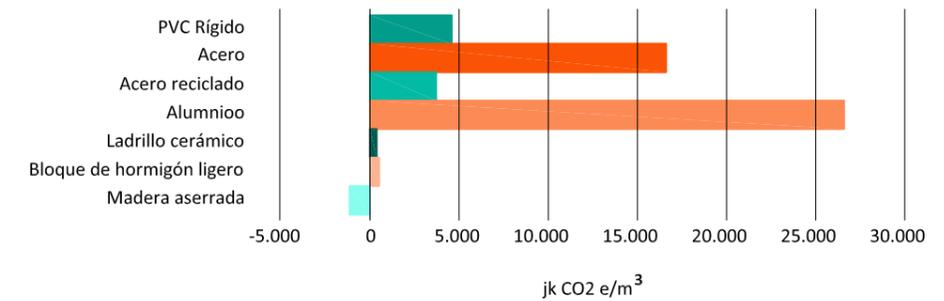
Emisiones de CO<sub>2</sub> de las distintas construcciones de pared



Vigas: producción de CO<sub>2</sub>



Emisiones netas de CO<sub>2</sub>, incluyendo el efecto sumidero de carbono



Fuente: CEI-Bois. Confederación Europea de industrias de la madera



## 6. PREFABRICACIÓN, INDUSTRIALIZACIÓN Y MATERIALES.

Como medida general para la elección de materiales del proyecto se han buscado materiales reutilizables, de bajo consumo energético en su mantenimiento y con ecoetiquetados y certificados que garanticen el cumplimiento de la legislación vigente.

La Declaraciones Ambientales de Producto, EPD (Environmental Product Declarations) está definida en la ISO 14025 (siguiendo las directrices del borrador de norma europea), como los datos cuantificados para un producto con las categorías y parámetros especificados en la serie de normas ISO 14040, pero sin excluir la información medioambiental adicional. Las Declaraciones Ambientales de Producto aportan información objetiva del impacto ambiental de los productos y son un instrumento útil para garantizar el respeto al medio de los productos de construcción de una manera legislada.

La Certificación DAPc® es un sistema de ecoetiquetado de EPD de la construcción pionero en España reglado igualmente por la ISO 14.025. Las Declaraciones Ambientales de Producto aportan información objetiva del impacto ambiental de los productos y son un instrumento útil para el cumplimiento de la legislación vigente y para la mejora ambiental del sector de la construcción.

Actualmente es complicado realizar la construcción de un edificio con productos ecoetiquetados en su totalidad. Pero a pesar de no tener actualmente un gran número de este tipo de productos siempre se pueden pedir informaciones de certificados de emisiones que nos indiquen el grado de sostenibilidad del producto en su extracción, producción y vida útil.

La estructura del edificio que no está en contacto con el terreno se realiza con madera microlaminada de "Finnferest Kerto" (Ver Certificado de emisiones), así como los cerramientos autoportantes y los forjados.

La piel exterior de fachada se ejecuta con madera framiré. Este tipo de madera se encuentra en África, no resulta un aporte muy sostenible, pero su elección se ha realizado atendiendo a medidas de mantenimiento, ya que no requiere ningún tipo de cuidado a pesar de estar al exterior.

Los pavimentos y acabado interior del baño se realizan con gres y azulejo respectivamente ecoetiquetados con su DAPc correspondiente. De igual manera el aislamiento del alma de los forjados, cerramientos y tabiquería interior se realizará con Confortpan 208 Roxul de Rockwool por ser un material con DAPc.

Variable under assessment	Plain particle boards (per m <sup>2</sup> )		Melamine-coated particle boards (per m <sup>2</sup> )	
	Unit	Total	Unit	Total
Emission of Greenhouse Gases	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	-910	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	-14,40
Potential depletion of the ozone layer (PDO)	kg R11 eq/m <sup>2</sup>	2,9E-5	kg R11 eq/m <sup>2</sup>	4,9E-7
Potential acidification (PA)	kg SO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	5,44	kg SO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	9,02E-2
Potential eutrophication (PE)	kg phosphate eq/m <sup>2</sup>	0,86	kg phosphate eq/m <sup>2</sup>	1,49E-2
Potential formation of photochemical oxidants (PFPO)	kg ethylene eq/m <sup>2</sup>	0,43	kg ethylene eq/m <sup>2</sup>	7,49E-3
Primary energy, non renewable	MJ/m <sup>2</sup>	6,877	MJ/m <sup>2</sup>	136,64
Primary energy, renewable	MJ/m <sup>2</sup>	1,800	MJ/m <sup>2</sup>	35,53
Electricity	kWh/m <sup>2</sup>	183	kWh/m <sup>2</sup>	3,27

Resultados obtenidos que se incluyen en el EPD en tableros de "Finsa" (Environmental Product Declarations)

**DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO**  
**DAPc.002.005**

**PRODUCTO**  
**Azulejo blanco**

**EMPRESA**  
**COLORKER**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**  
El producto Azulejo blanco incluye diferentes familias de producto.

**RCP DE REFERENCIA**  
RCP002 - Productos de revestimiento cerámico - V.1 (2010)

**PLANTA PRODUCCIÓN**  
COLORKER S.A.  
Ptda. Els Plans, s/n  
Chilches, 12592. Castellón

**VALIDEZ**  
Desde: 14.01.2011  
Hasta: 14.01.2016

La validez de DAPc 002.005 está sujeta a las condiciones del reglamento DAPc. La edición vigente de esta DAPc es la que figura en el registro que mantiene CAATEEB; a título informativo, se incorpora en la página web del Sistema <http://es.csostenible.net/dapc>

**DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO**  
**DAPc.002.001**

**PRODUCTO**  
**Gres porcelánico medio**

**EMPRESA**  
**VIVES**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**  
Gres Porcelánico medio incluye diferentes series de Gres Porcelánico.

**RCP DE REFERENCIA**  
RCP002 - Productos de revestimiento cerámico - V.1 (2010)

**PLANTA PRODUCCIÓN**  
VIVES AZULEJOS Y GRES, S.A.  
Ctra. Castellón km. 23  
Alcora, 12110. Castellón

**VALIDEZ**  
Desde: 28.10.2010  
Hasta: 28.10.2015

La validez de DAPc 002.001 está sujeta a las condiciones del reglamento DAPc. La edición vigente de esta DAPc es la que figura en el registro que mantiene CAATEEB; a título informativo, se incorpora en la página web del Sistema <http://es.csostenible.net/dapc>

Etiquetado DAPc de EPD para azulejo y gres respectivamente proyectados en la vivienda.

**DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO**  
**DAPc.001.003**

**PRODUCTO**  
**Confortpan 208 Roxul**

**EMPRESA**  
**ROCKWOOL**

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**  
El producto Confortpan 208 Roxul es un panel flexible y ligero de lana de roca volcánica, levemente impregnado con resina fenólica, sin ningún tipo de revestimiento, de 50 mm de espesor, 1350 mm de largo, 600 mm de ancho y 30 kg/m<sup>3</sup> de densidad.

**RCP DE REFERENCIA**  
RCP001 - Productos aislantes térmicos - V.1 (2010)

**PLANTA PRODUCCIÓN**  
Rockwool Peninsular, S.A.  
Ctra. Zaragoza, km. 53,5  
Caparroso, 31380. Navarra

**VALIDEZ**  
Desde: 28.10.2010  
Hasta: 28.10.2015

La validez de DAPc 001.003 está sujeta a las condiciones del reglamento DAPc. La edición vigente de esta DAPc es la que figura en el registro que mantiene CAATEEB; a título informativo, se incorpora en la página web del Sistema <http://es.csostenible.net/dapc>

Etiquetado DAPc de EPD de aislamiento de lana de roca.

**REPUBLIQUE FRANCAISE**  
FACULTE D'ENOLOGIE (Laboratoire de chimie analytique)  
351 cours de la Libération 33405 TALENCE-CEDEX (FRANCE)

**BULLETIN D'ANALYSE**  
RECHERCHE ET DOSAGE DES POLYCHLOROPHENOLS ET DES POLYCHLOROANISOLS

	Placages épicea Kerto S V00/362	Placages épicea Kerto Q V00/363
Trichloroisole	0	0
Trichlorophénol	0	0
Tétrachloroisole	4	4
Tétrachlorophénol	0	0
Pentachloroisole	55	48
Pentachlorophénol	0	0

Résultats en ng/L      Résultats en ng/g

Nous certifions que ces bois ne sont pas traités au Pentachlorophénol.  
Absence totale de Polychlorophénols. Présence de traces infimes de Tétrachloroisole et Pentachloroisole non susceptibles de contaminer le vin.

Echantillon déposé par: FINNFOREST C.E. 215 92637 GENNEVILLIERS Cedex  
Appellation: Bois  
N° d'enregistrement: V00/362 - 363

Talence, le 25 octobre 2000  
A. BERTRAND  
Professeur à l'Université Victor Segalen Bordeaux 2

Certificado de medidas de emisiones de compuestos orgánicos: volátiles (COV), amoníaco, formaldehído de madera microlaminada de "Finnferest Kerto".



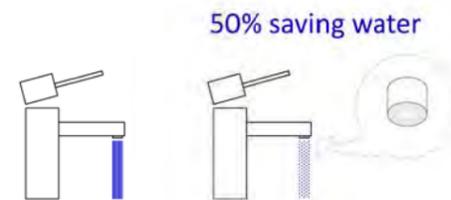
## 7. GESTIÓN DEL AGUA.

La gestión del agua que se propone tiene los siguientes objetivos:

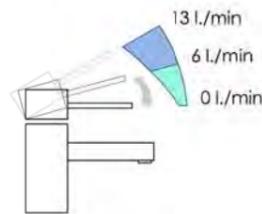
- Reducción de la demanda de agua.
- Reutilización de aguas grises.
- Utilización de agua de lluvia.
- Reducción de aporte de aguas negras a la red general.

El primer objetivo es el de reducción de la demanda del recurso, para ello se opta por los siguientes mecanismos de ahorro:

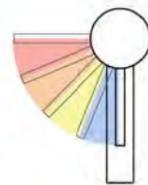
- Aireadores en los grifos de ducha, lavabo y fregadero. El dispositivo colocado en la salida del agua reduce su consumo en un 50%.



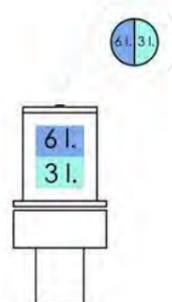
- Grifería para lavabo, ducha y fregadero en fases. El dispositivo de apertura en fases dispone de topes intermedios en el recorrido de apertura de la palanca. Para aumentar la presión se debe realizar una ligera presión ascendente, evitando así la posible regulación de caudal según el uso.



- Grifería para lavabo, ducha y fregadero con apertura en frío. Los grifos proporcionan agua fría cuando la palanca está en posición central, reduciendo el consumo al 50%.



- Cisternas con máximo de 6 l. y dispositivo de doble descarga. Posibilitar la doble descarga de 3l. y 6 l. Puede reducir la demanda del inodoro un 40 %.



- Electrodomésticos de eficiencia de lavado A. Un electrodoméstico de clase A requiere de entre el 55 y el 42 % del consumo de uno de tipo medio.

Para la concienciación social de la importancia del ahorro del recurso natural se colocará un contador individual en el baño a la vista de los usuarios.

La colocación de estos dispositivos consigue la reducción de la demanda total respecto a una vivienda convencional en un 33%. (Ver tabla adjunta: Tabla comparativa Consumo de vivienda convencional-Consumo Houxe)

CONSUMO CONVENCIONAL - CONSUMO HOUXE				
	Consumo medio convencional (litros/pers/día)	Consumo medio HOUXE (litros/pers/día)	Capacidad (personas)	Consumo total HOUXE (litros/día)
Cocina (fregadero)	10	10	2,00	20
Lavadora	30	13		26
Ducha	65	50		100
Lavabo	10	7		14
Inodoro	50	30		60
<b>TOTAL</b>	<b>165</b>	<b>110</b>		<b>220</b>

Tabla comparativa Consumo de vivienda convencional-Consumo Houxe

Como segundo objetivo se plantea la reutilización de aguas grises. En la siguiente tabla (Ver tabla adjunta: Tabla comparativa consumo de aguas grises en vivienda convencional- Houxe) se muestra la demanda de los aparatos que podrían admitir agua tras un tratamiento de reciclaje. Como observamos en las tablas este volumen de agua supone un 40,50 % del total de la demanda, por tanto se considera que esta estrategia es adecuada para reducir la demanda del recurso natural.

CONSUMO AGUAS GRISES			
	Consumo medio convencional (litros/pers/día)	Consumo medio aguas grises HOUXE (litros/pers/día)	Capacidad HOUXE (personas)
Lavadora	30	13	2
Inodoro	50	30	
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>	<b>43</b>	<b>86</b>

Tabla comparativa consumo de aguas grises en vivienda convencional - consumo de aguas grises Houxe



## 7. GESTIÓN DEL AGUA.

El reciclaje de aguas grises provenientes de ducha y lavabo se realizará mediante un sistema de tres depósitos:

- Depósito 1. Fitrado de partículas de mayor tamaño.
- Depósito 2. Tratamiento con bio-agentes.
- Depósito 3: Esterilización con lámpara ultravioleta

Cuando el agua gris pasa por los tres depósitos es adecuada para usar en el inodoro, lavadora, limpieza de la casa y riego. En la siguiente tabla se resume el aporte de este sistema y se compara con una vivienda convencional.

APORTE A CIRCUITO DE REUTILIZACIÓN				
	Consumo medio convencional (litros/pers/día)	Aporte de aguas grises a circuito de reutilización (litros/pers/día)	Capacidad HOUXE (personas)	Aporte total de aguas grises para reutilización (litros/día)
Ducha	65	50	2	100
Lavabo	10	7	2	14
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>57</b>		<b>114</b>

Tabla de aporte de aguas al circuito de reutilización.

La utilización de agua de lluvias es un sistema de reducción de consumo de agua de la red general que requiere un estudio previo de la viabilidad de la actuación. Se han recogido los datos pluviométricos de Madrid, indicativo 3195 (Fuente: AEMET. Agencia Estatal de Meteorología) y se ha realizado una estimación de la cantidad de agua de lluvia recogida mensualmente en los 60 m<sup>2</sup> de cubierta. A continuación se realiza una comparativa mensual de la demanda de la vivienda y del agua recogida. Como podemos observar en la tabla adjunta (Tabla comparativa de recogida de agua de lluvia - consumo total Houxe), sólo cuatro meses tendríamos la demanda cubierta. Teniendo en cuenta que la utilización de agua de lluvia requiere de depósitos y de tratamientos y mantenimiento continuo se desestima la adopción de esta estrategia como sistema separativo y se propone incorporar la recogida de agua de lluvia en el sistema de reciclaje de aguas grises. De esta manera podrá aprovecharse el agua de lluvia en los meses en los que sea más abundante pero de manera limitada, proporcional al depósito inicial de reciclaje de aguas grises y sin necesidad de realizar diferentes tratamientos. Se ha optado por esta opción con el objetivo de simplificar los sistemas y evitar un mayor número de instalaciones y depósitos.

La sostenibilidad en el tema de la gestión del agua también recae en la reducción de aguas negras volcadas a la red general. Cuanto menos volumen de agua evacuemus por la red, menor dimensión necesitará la red y menor vertido de aguas se realizará al medio, por tanto convertiremos el sistema de gestión de agua de nuestra vivienda más sostenible. Para conseguir este objetivo se ha proyectado un tratamiento de aguas negras mediante una estación depuradora biológica de aguas residuales. El tanque para 4 personas es de 1,40 m. de diámetro y 1,80 m. de alto y permanece enterrado 1,60 m. de altura, dejando la parte superior accesible para las tareas de mantenimiento. La estación genera 0,25 m<sup>3</sup> de fangos sobrantes al año. ( Ver esquema de funcionamiento de Estación de depuración biológica)

COMPARATIVA AGUA DE LLUVIA RECOGIDA - CONSUMO TOTAL					
Mes	Prec.total (l/m <sup>2</sup> )	Recogida cubierta 60 m <sup>2</sup> (litros)	Consumo total HOUXE (litros)	% consumo cubierto por agua de lluvia	Autosuficiencia
Enero	40,7	2442	2666	91,60%	NO
Febrero	30,4	1824	2494	73,14%	NO
Marzo	50,3	3018	2666	113,20%	SÍ
Abril	57,7	3462	2580	134,19%	SÍ
Mayo	61,4	3684	2666	138,18%	SÍ
Junio	29,1	1746	2580	67,67%	NO
Julio	0	0	2666	0,00%	NO
Agosto	10,1	606	2666	22,73%	NO
Septiembre	0,4	24	2580	0,93%	NO
Octubre	29,6	1776	2666	66,62%	NO
Noviembre	65,3	3918	2580	151,86%	SÍ
Diciembre	5,4	324	2666	12,15%	NO
<b>TOTAL AÑO</b>	<b>380,4</b>	<b>22824</b>	<b>31476</b>	<b>72,51%</b>	<b>NO</b>

Tabla comparativa de recogida de agua de lluvia - consumo total Houxe.

ANÁLISIS APORTE-DEMANDA DEL CIRCUITO DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS Y AGUA DE LLUVIA								
Mes	agua de lluvia	agua gris de lavabo y ducha	total APORTE	wc+lavadora	riego	total DEMANDA	% consumo AG cubierto por agua de lluvia + AG	Excedente agua gris tratada
Enero	2.442	3.534	5.976	2.046	0	2.046	100	3.930
Febrero	1.824	3.306	5.130	1.914	0	1.914	100	3.216
Marzo	3.018	3.534	6.552	2.046	300	2.346	100	4.206
Abril	3.462	3.420	6.882	1.980	400	2.380	100	4.502
Mayo	3.684	3.534	7.218	2.046	600	2.646	100	4.572
Junio	1.746	3.420	5.166	1.980	1.000	2.980	100	2.186
Julio	0	3.534	3.534	2.046	1.500	3.546	99,66	-
Agosto	606	3.534	4.140	2.046	1.300	3.346	100	794
Septiembre	24	3.420	3.444	1.980	1.200	3.180	100	264
Octubre	1.776	3.534	5.310	2.046	900	2.946	100	2.364
Noviembre	3.918	3.420	7.338	1.980	500	2.480	100	4.858
Diciembre	324	3.534	3.858	2.046	200	2.246	100	1.612
<b>TOTAL</b>	<b>22.824</b>	<b>41.724</b>	<b>64.548</b>	<b>24.156</b>	<b>7.900</b>	<b>32.056</b>	<b>100</b>	<b>32.504</b>

Tabla resumen de aportes de agua de lluvia y reutilizada frente al consumo total de agua de Houxe.

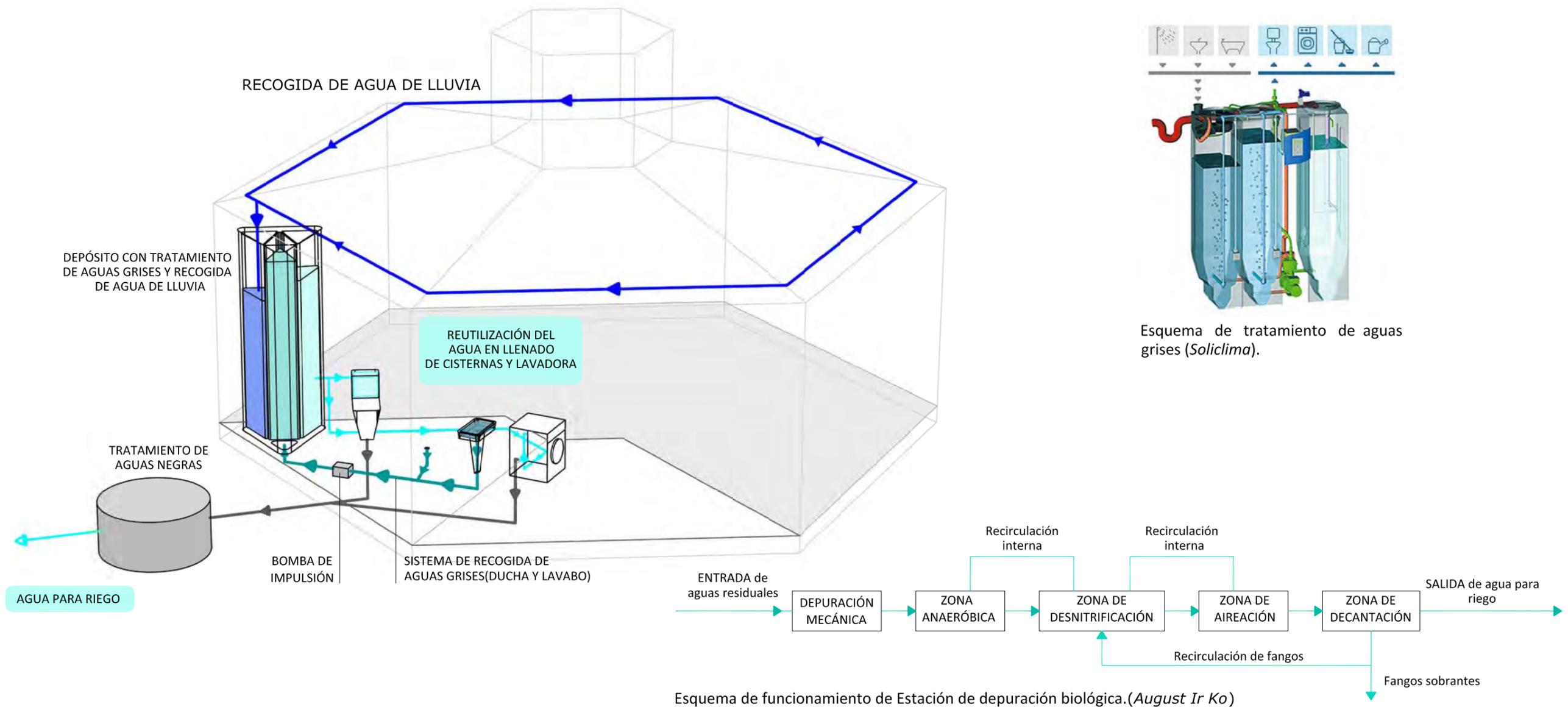


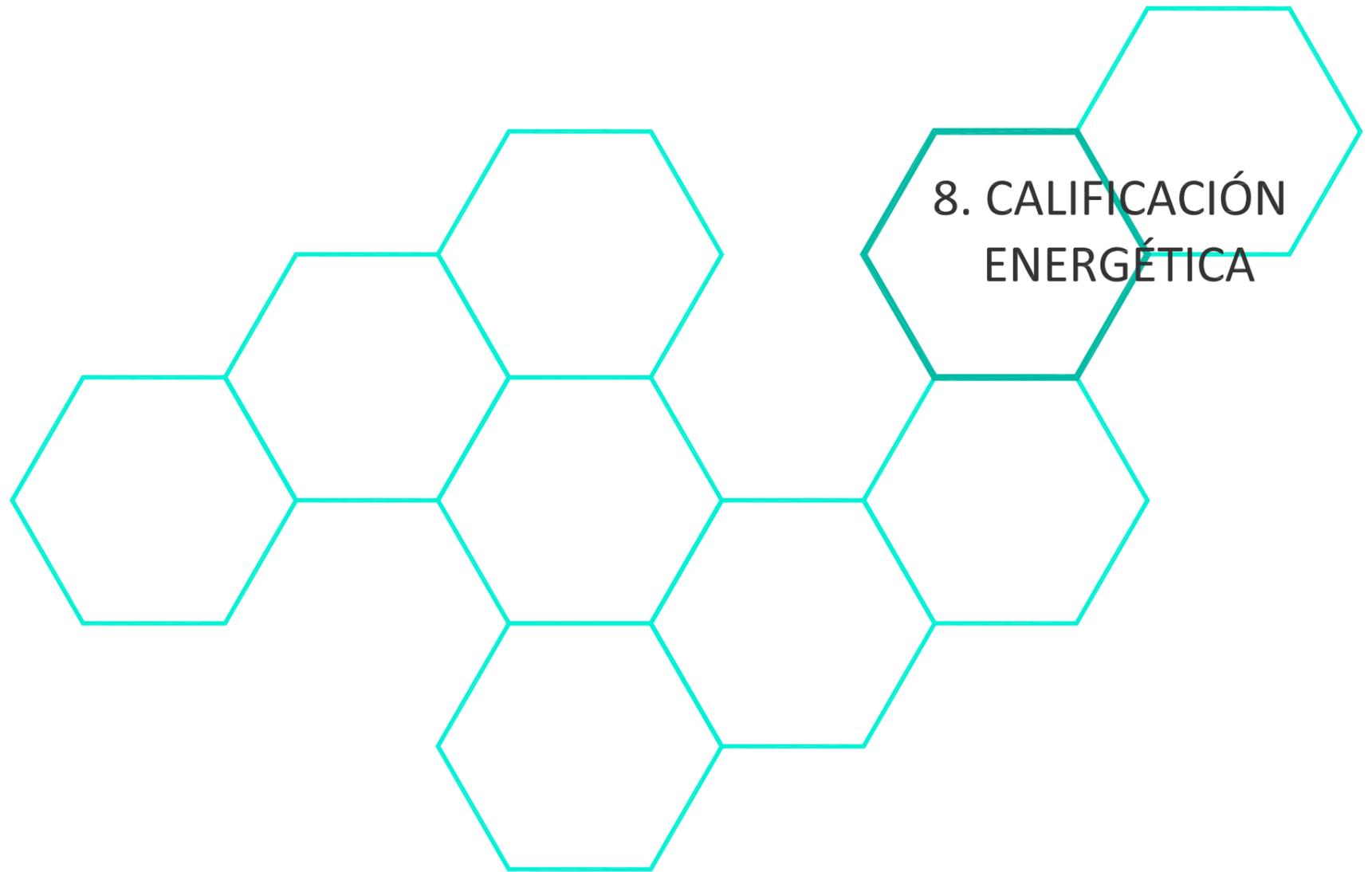
## 7. GESTIÓN DEL AGUA.

Para finalizar, resumiremos diciendo que la vivienda puede alcanzar un ahorro de agua potable de red 59,2 %, no aporta aguas negras a la red y genera 73 m<sup>3</sup> que pueden ser utilizados para riego, todo ello gracias a dispositivos de ahorro en los puntos de consumo, reutilización de aguas grises, aprovechamiento del agua de lluvia y depuración de aguas negras. (Ver tabla: Comparativa general de gestión del agua en vivienda convencional-Houxe)

	HOUXE				VIV. CONVENCIONAL	
Consumo final de agua de red :	134 l/día	(365 días)	48.910 l./año	49 m <sup>3</sup>	120 m <sup>3</sup>	
Aporte de agua reciclada para riego, baldeo, WC y lavadora:			32.504 l./año	33 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	
Aporte de aguas negras a la red:			0 l./año	0 m <sup>3</sup>	108 m <sup>3</sup>	
Aporte de agua de riego:	200 l/día	(365 días)	73.000 l./año	73 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	

Tabla comparativa general de gestión del agua en vivienda convencional-Houxe.





## 8.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. CERMA.

A continuación se representan la calificación energética obtenida mediante el programa informático "Cerma 2.2 Junio 2011". Cerma (Calificación Energética Residencial Método Abreviado) es un documento reconocido para la certificación de la eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 de Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

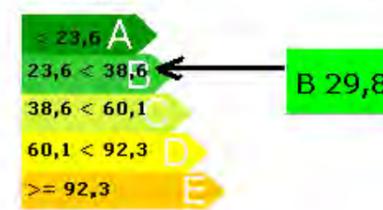
Se representan los datos de demanda de calefacción, refrigeración y ACS (kWh/m<sup>2</sup>) y calificación resultante según estos datos, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>) de los consumos que corresponden a las demandas anteriores y su consecuente calificación respondiendo a estas cifras. La localización de la vivienda se ha considerado en Madrid. (Para consultar cualquier otro dato introducido en el programa para el cálculo de la calificación energética consultar Anexo.)

### Residencial

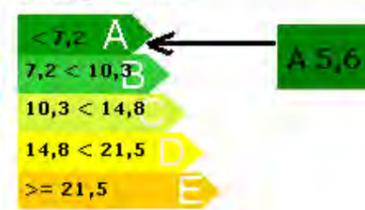
### Calificación Energética

#### Demanda sensible (kWh/m<sup>2</sup>)

##### Calefacción



##### Refrigeración



##### Bruta ACS

22,6

#### Calificación energética más probable Emisiones Totales CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)

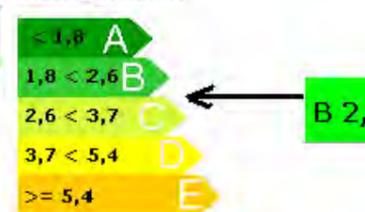


#### Emisiones CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)

##### Calefacción



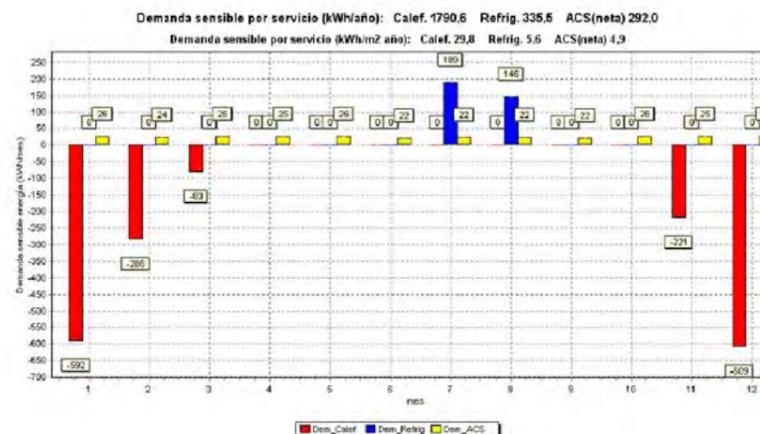
##### Refrigeración



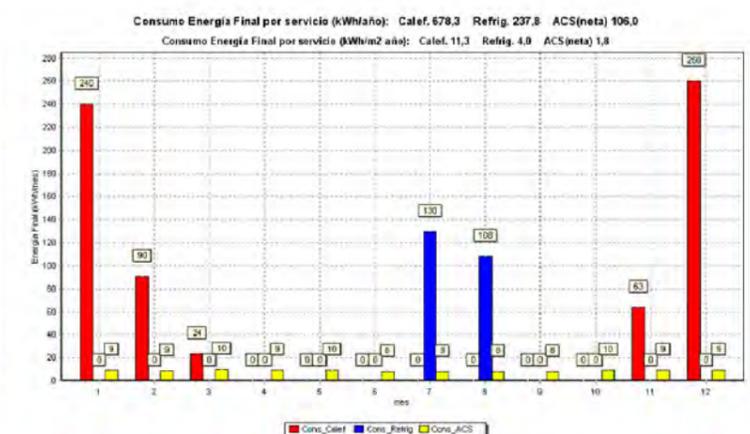
##### ACS



Calificación energética de la vivienda "Houxe" con Cerma.



Demanda de la vivienda "Houxe" con la evaluación de Cerma.



Consumo de la vivienda "Houxe" con la evaluación de Cerma.

## 8.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. ECÓMETRO X6.

Para evaluar la vivienda objeto del Trabajo Final de Máster desde otra perspectiva, se estudiará la calificación obtenida en el ecómetro desarrollado por la alumna en la a signatura "Introducción a la arquitectura sostenible".

Un ecómetro es una herramienta para medir cuantitativa y cualitativamente el grado de sostenibilidad de un edificio. El ecómetro que se presenta evalúa edificios de viviendas desde 6 categorías diferentes y busca principalmente el equilibrio de todas ellas para afirmar la sostenibilidad de la edificación.

Con este objetivo se plantea una herramienta sencilla, de rápida lectura y con un fin prioritario, potenciar determinados parámetros para asegurar el cumplimiento de las bases de la sostenibilidad en sus diferentes aspectos.

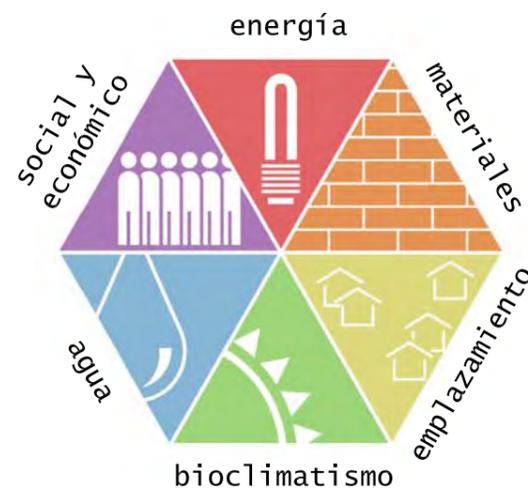
Se proponen cuatro niveles de sostenibilidad, básico, bueno, muy bueno y excelente. Coincidentes todos ellos con la geometría pura de un hexágono de mayor o menor dimensión. Cuanto mayor es la geometría que se alcanza, mayor es el nivel de sostenibilidad del edificio.

El sistema de evaluación es directo, cumple o no cumple el parámetro. La ponderación, es decir, la importancia del cumplimiento viene dada por su distancia al centro del hexágono. Cuanto más centrado, más importante y más peso representa el parámetro.

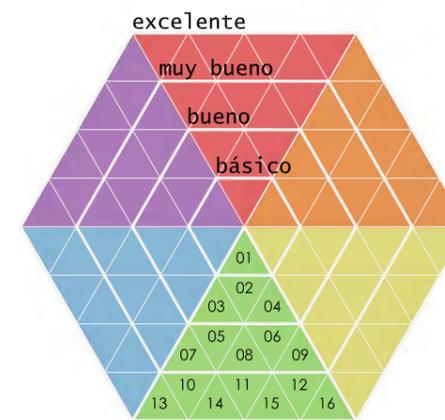
El nivel básico se caracteriza por el cumplimiento del parámetro 01 de cada una de las categorías. Para alcanzar el nivel bueno es necesario cumplir los parámetros 02, 03 y 04. Así sucesivamente como se puede ver en el gráfico.



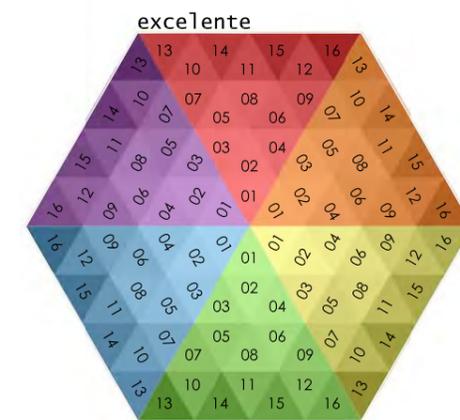
GRADO DE SOSTENIBILIDAD



CATEGORÍAS DE EVALUACIÓN



INDICADORES POR CATEGORÍAS



ECÓMETRO



## 8.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. ECÓMETRO X6.



### Emplazamiento

#### NIVEL BÁSICO

01 Buen acceso al transporte público.

#### NIVEL BUENO

02 0 emisiones de gas radón.

03 Inexistencia de alteraciones geofísicas.

04 Reducción de campos magnéticos.

#### NIVEL MUY BUENO

05 Aparcamiento bicicletas.

06 Reducción de campos eléctricos.

07 Minimizar contaminación lumínica.

08 Reducir efecto isla de calor.

09 Uso de plantas xerófitas y/o autóctonas en los espacios verdes.

#### NIVEL EXCELENTE

10 Reducción de campos electromagnéticos alta frecuencia.

11 Evitar lixiviaciones en terrenos permeables.

12 Descontaminar suelo si es necesario.

13 Eliminar radioactividad ambiental.

14 Reutilización residuos locales.

15 Calidad aire exterior.

16 La distancias con los edificios colindantes que arrojen sombra con la fachada Sur es superior a 1,5 H.



### Bioclimatismo

#### NIVEL BÁSICO

01 Ventilación natural en todas las estancias de la vivienda.

#### NIVEL BUENO

02 Fachadas a sur.

03 Disponer elementos de protección solar a Sur y a Oeste.

04 Mejora de la transmitancia térmica de la fachada de un 50% dependiendo de zona climática.

#### NIVEL MUY BUENO

05 Mejora de la transmitancia térmica de cubierta de un 50% dependiendo de zona climática.

06 Cubierta ajardinada.

07 Incorporación elementos de calefacción pasiva.

08 Incorporación de elementos refrigeración pasiva.

09 Control de superficie de huecos en fachadas.

#### NIVEL EXCELENTE

10 Los vidrios cuentan con una transmitancia superior a 0,7.

11 Sectorización iluminación.

12 Monotorización y gestión.

13 La reflectancia promedio de los paramentos es superior o igual a 0,6.

14 La ratio de superficie de ventana –superficie útil de la estancia es al menos 0,2.

15 Calculo Factor Iluminación natural FIN.

16 Incorporación de sistema de control del índice de deslumbramiento.



### Gestión del agua

#### NIVEL BÁSICO

01 Reciclaje aguas grises.

#### NIVEL BUENO

02 Griferías con aireadores.

03 Inodoros con cisternas de doble descarga.

04 Diseño separativo.

#### NIVEL MUY BUENO

05 Reciclaje de aguas negras.

06 Piscina depuración biológica.

07 Reciclaje pluviales.

08 Sistema detección defugas.

09 Regulación de la presión de la red con un máximo de 300 Kpa en cualquier punto de consumo del edificio.

#### NIVEL EXCELENTE

10 Sistema de control consumo.

11 Lavadora con bajo consumo de agua.

12 Lavavajillas con bajo consumo de agua.

13 Griferías monomando en dos fases.

14 Grifos eficientes para lavabos.

15 Plan de gestión de los de flujos.

16 Optimización de diseño de red de ACS. Longitudes de tuberías menores a los 10 m.



## 8.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. ECÓMETRO X6.



### Materiales

#### NIVEL BÁSICO

01 Elección de materiales con bajo consumo de energía en su proceso de fabricación.

#### NIVEL BUENO

02 Uso de materiales/elementos reciclables.

03 Uso de materiales/elementos reciclados.

04 Uso de materiales/elementos reutilizados.

#### NIVEL MUY BUENO

05 Uso de elementos prefabricados.

06 Uso de materiales en un entorno de 400 km.

07 Eliminar sustancias que emiten ozono troposférico.

08 Uso de materiales sin emisión de COV.

09 Uso de materiales sin emisión de formaldeídos.

#### NIVEL EXCELENTE

10 Uso de materiales con certificación.

11 Uso de madera certificada FSC, PEFC.

12 Uso de sistema reutilizable en estructura.

13 Incorporar un Estudio de Gestión de residuos en fase de Construcción y Demolición.

14 Incluir en el Estudio de Gestión de residuos en fase de Construcción y Demolición que todos los residuos de construcción generados serán encomendados a un gestor de residuos autorizado que lleve a cabo operaciones de valorización de los mismos.

15 Flexibilidad estructural.

16 Sensores CO2



### Social y económico

#### NIVEL BÁSICO

01 Guía de funcionamiento del usuario para todas las viviendas.

#### NIVEL BUENO

02 Precio de ejecución material se prevé superior al precio de mercado en un 5 %.

03 Precio de ejecución material se prevé igual al precio de mercado.

04 Precio de ejecución material se prevé inferior al precio de mercado en un 5 %.

#### NIVEL MUY BUENO

05 Contratación de empresas del lugar para la construcción.

06 Disponer de un medidor de consumo de agua en el interior de la vivienda.

07 Disponer de un medidor de consumo de electricidad en el interior de la vivienda.

08 Usar lámparas de eficientes de clase A para la iluminación de viviendas.

09 Plan de gestión de mantenimiento

#### NIVEL EXCELENTE

10 Flexibilidad espacial de la vivienda.

11 Protección frente al ruido generado en el exterior.

12 Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso.

13 Derecho al sol.

14 Mayor proporción de viviendas accesibles.

15 Accesos a espacios abiertos privados desde la vivienda.

16 Protección del interior de las viviendas de las vistas desde el exterior.



### Energía

#### NIVEL BÁSICO

01 Reducción de la demanda de energía eléctrica en un 30% respecto a los consumos habituales.

#### NIVEL BUENO

02 Producción de electricidad con energía renovable.

03 Producción de calefacción con energía renovable.

04 Producción de ACS con energía renovable.

#### NIVEL MUY BUENO

05 Producción de refrigeración con energía renovable.

06 Instalar ascensor de bajo consumo.

07 Sistemas de refrigeración sin CFCs.

08 Emisiones CO2 y CO.

09 Instalar electrodomésticos de clase A.

#### NIVEL EXCELENTE

10 Contrato con una empresa verde.

11 Capacidad de sectorizar.

12 Incorporación de Sistema de control y monitorización.

13 Instalar detectores crepusculares.

14 Usar lámparas de eficientes de clase A para la iluminación de zonas comunes.

15 Se utilizan calderas con generación de Nox superior a 50 mg/kWh.

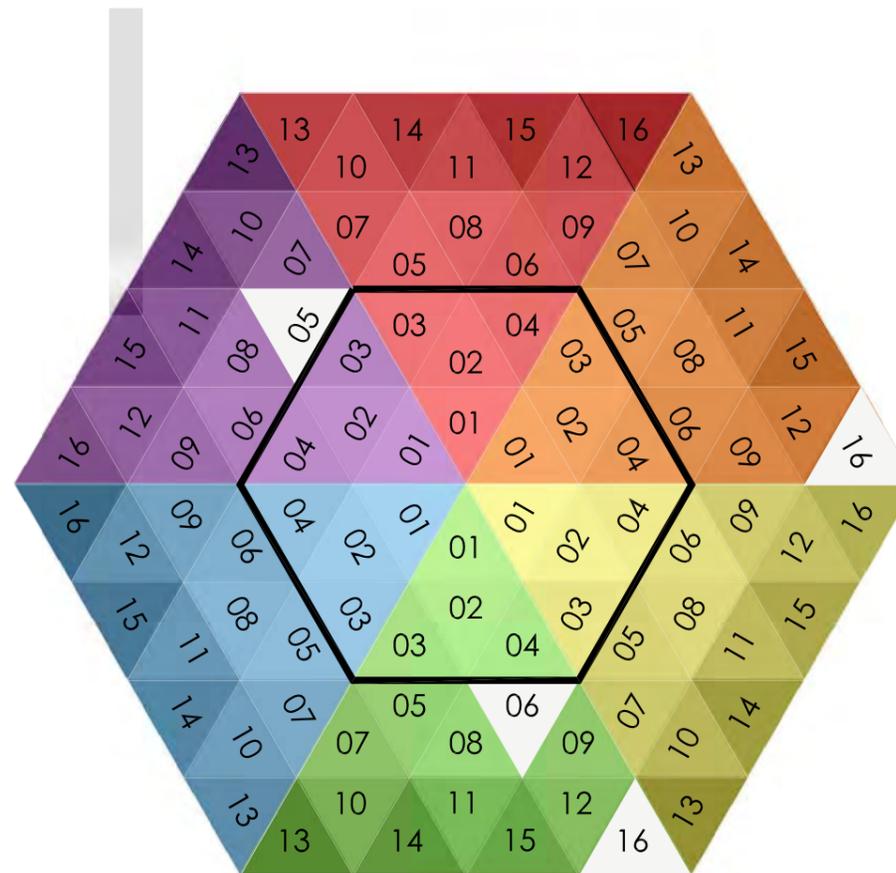
16 Instalar mecanismo de maniobra selectiva en caso de que haya más de un ascensor en el edificio.



## 8.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. ECÓMETRO X6.

La vivienda se califica con un nivel bueno. La edificación no ha obtenido una mayor calificación por dos motivos. En primer lugar por no cumplir el parámetro 6 de la categoría "Bioclimatismo" que requiere que la vivienda tenga cubierta vegetal. No se ha considerado esta característica debido al carácter de movilidad que presenta la vivienda, no obstante se podría estudiar la posibilidad de incorporar un tipo de cubierta vegetal o similar que pudiera ser igualmente desmontable y móvil. En segundo lugar no se cumple el parámetro 5 de la categoría "Social y Económico". Ciertamente, no se puede evaluar tal parámetro ni sus dos anteriores debido a que no se tienen datos del coste económico de la vivienda. No obstante, debido a los sistemas solares que se han incluido en el proyecto y a la materialidad de la misma, es razonable considerar que la vivienda presentada tendría un coste mayor a una vivienda convencional.

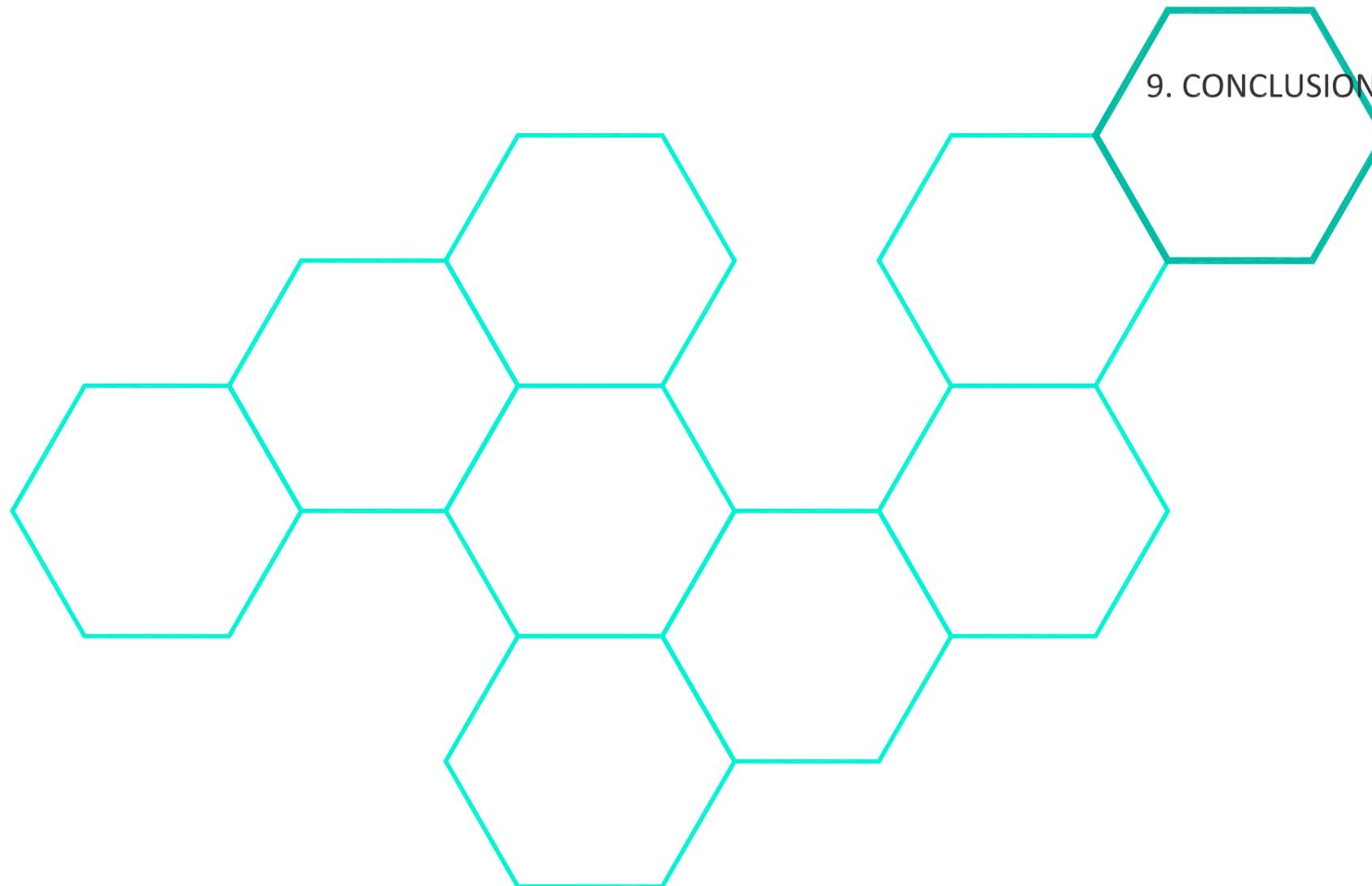
### NIVEL BUENO



Evaluación de la vivienda "Houxe" con Ecómetro X6.



9. CONCLUSIONES



## 9. CONCLUSIONES.

Para finalizar el presente trabajo se resume a continuación las estrategias que se han elegido para conseguir una vivienda sostenible:

- Estrategias bioclimáticas para reducir la demanda energética y obtener el confort térmico:
  - Correcta orientación dependiendo de la ubicación geográfica y clima.
  - Captación de energía solar a través de los huecos y fachadas en invierno.
  - Bajos coeficientes de transmisión térmica en la envolvente.
  - Eliminación de puentes térmicos.
  - Doble acristalamiento en todos los huecos.
  - Diseño de huecos y protecciones solares para verano.
  - Fachada ventilada.
  - Ventilaciones cruzadas en verano, dependiendo siempre de la temperatura exterior.
  - Ventilación nocturna en verano.
  - Chimenea solar para eliminación del sobrecalentamiento
  - Diseño de huecos y protecciones para permitir iluminación natural un mayor número de horas.
- Estrategias vinculadas a los sistemas activos para reducir la demanda energética y a la autosuficiencia energética:
  - Uso de electrodomésticos de bajo consumo.
  - Instalación de calefacción mediante suelo radiante por zonas. Temperatura del agua al sistema inferior a 45 °C.
  - Instalación de refrigeración mediante suelo refrescante por zonas. Temperatura del agua al sistema superior a 17 °C.
  - Bomba de calor de alto rendimiento.
  - Instalación de captadores solares térmicos para conseguir la autosuficiencia de la demanda de ACS.
  - Instalación de captadores solares térmicos para apoyo del sistema de calefacción.
  - Instalación de captadores solares fotovoltaicos para la demanda de energía eléctrica.
- Construcción con materiales reutilizables y con niveles aceptables de consumo energético y emisiones de CO2 en su "Ciclo de Vida"
- Sistemas de construcción basado en la industrialización y prefabricación.
- Diseño constructivo que permite el montaje y desmontaje, por tanto la movilidad y reutilización de la vivienda en diferentes ubicaciones.
- Flexibilidad interior de la vivienda que permite múltiples distribuciones interiores para cubrir las necesidades cambiantes del usuario y diferentes usos más allá del de vivienda.
- Posibilidad de adición de módulos para generar construcciones más complejas.
- Estrategias vinculadas a reducir la demanda de agua:
  - Reducción de la demanda de agua respecto a una vivienda convencional de un 59%.
  - Eliminación de vertidos de aguas negras a la red general.

ANEXO:

- Referentes arquitectónicos.
- Simulaciones Design Builder.
- Certificación Energética Cerma.
- Información adicional de materiales.
- Información adicional de instalaciones.