



POLITECNIC UNIVERSITY OF VALENCIA  
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

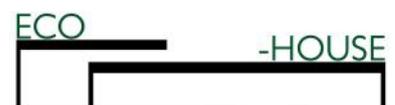
APPLICATION OF **RENEWABLE ENERGY** IN A SINGLE FAMILY HOUSE WITH OBTAINING **LEED ENERGY CERTIFICATE** AND APPLICATION OF **STANDARD PASSIVHAUS**

APLICACIÓN DE LAS **ENERGIAS RENOVABLES** EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA CON OBTENCION DEL **CERTIFICADO ENERGETICO LEED** Y APLICACION DEL **ESTANDAR PASSIVHAUS**

## MEMORIA

Proyecto fin de Grado\_2016  
OUASSIM GEANAH

DIRIGIDO por:  
Arquitecto JAIME LANGA SANCHIS



<b>INDICE</b> .....	1-2
<b>1_INTRODUCCIÓN</b> .....	3-5
AUTOSUFICIENCIA EN ENERGIA .....	4
AUTOSUFICIENCIA EN AGUA.....	5
<b>2_DATOS GEOGRAFICOS y METEOROLOGICOS</b> .....	6-9
_DATOS GEOGRAFICOS.....	6
_PARAMENTROS CLIMATICOS (Temperaturas) .....	7
_PARAMENTROS CLIMATICOS (Precipitaciones) .....	8
_ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR/.....	9
<b>3_DISEÑO BIOCLIMATICO DE LA VIVIENDA</b> .....	10-12
_ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS_memoria.....	10
_ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS_planos.....	12
<b>4_ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA</b> .....	13-27
_CONDICIONES DE DISEÑO/.....	13
_FACHADA/.....	14
_CUBIERTA/.....	15
_HUECOS/.....	16
_FORJADO SANITARIO/.....	23
_COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR/.....	24
_TRASMITANCIA GLOBAL/.....	25
_RESUMEN/.....	27
<b>5_GANANCIAS Y PERDIDAS DE CALOR</b> .....	28-29
_BALANCE DE CALOR EN EL MES DE ENERO/.....	28
_GANANCIAS EN EL MES DE JULIO/.....	28
_RESUMEN/.....	29
<b>6_TRATAMIENTO DE PUENTES TERMICOS</b> .....	30-35

---

<b>7_ACONDICIONAMIENTO TERMICO.....</b>	<b>36-49</b>
7.1_PREAMBULO.....	36
7.2_RESUMEN DEL SISTEMA DE CALEFACI3N INSTALADO.....	37
7.3_DISE3O DEL SISTEMA.....	38
7.3.1_DISE3O DE LOS CIRCUITOS.....	38
7.3.2_CALCULO DE LA TEMPERATURA MEDIA SUPERFICIAL EN EL PAVIMENTO...	40
7.3.3_CALCULO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA.....	42
7.3.4_CAUDAL DEL AGUA.....	44
7.3.5_VELOCIDAD DEL AGUA.....	45
7.3.6_CALCULO DE LOS MONTANTES.....	47
7.3.7_CALCULO DE LA BOMBA DE CALOR GEOTERMICA.....	49
<b>8_AGUA CALIENTE SANITARIA.....</b>	<b>50-52</b>
<b>9_AIRE ACONDICIONADO.....</b>	<b>53-55</b>
<b>10_CONSUMO ELECTRICO.....</b>	<b>56-60</b>
10.1_CALCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS A LOS ELECTRODOMESTICOS.....	56
10.2_CALCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS AL AIRE ACONDICIONADO.....	56
10.3_CALCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS A LA CALEFACI3N.....	57
10.4_DIMENSIONADO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.....	57
10.5_DIMENSIONADO DE LA BATERIAS.....	59
10.6_DIMENSIONA DE LOS INVERSORES.....	60
<b>11_SISTEMA DOMOTICO.....</b>	<b>61-62</b>
<b>12_PRESUPUESTO DE PROYECTO.....</b>	<b>63-65</b>
<b>13_CHECKLIST LEED PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES.....</b>	<b>66-68</b>
<b>14_REFLEXION FINAL Y PAUTAS A SEGUIR.....</b>	<b>69-70</b>
<b>15_BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUCCIÓN/

La vivienda **Eco-House** se enmarca en el proyecto de investigación del trabajo final de grado de la escuela superior de arquitectura (Universidad Politécnica de Valencia). Se ha proyectado inspirada en los hábitos de la vida sana y pretende ser una **vivienda ideal**, capaz de satisfacer todas las necesidades, aspiraciones y sueños de una familia del **siglo 21**.

Del mismo modo, el proceso de diseño utilizado ha logrado una síntesis perfecta entre las necesidades de sus ocupantes, con **las necesidades ambientales**, dando lugar a una arquitectura perfectamente integrada en el **ecosistema natural**. En definitiva se pretende proyectar **una vivienda modélica**, de ensueño, que sirva de referencia e inspiración a **generaciones futuras**.

La vivienda **Eco-House** esta situada en un solar en las afueras de la ciudad de **San Feliu de Guíxols**, Gerona. El terreno esta situado en un barrio residencial y no tiene prácticamente desnivel.

La vivienda tiene dos plantas. La planta sótano alberga espacios de ocio (cine, gimnasio, etc.), un despacho grande, otro pequeño, un baño, las salas de maquinas. La planta baja alberga la zona de día, y la zona de noche (dormitorios, baños y vestidor).

La vivienda dispone de un gran patio central (exterior) que en invierno **acumula calor** o y en verano **genera una corriente de aire fresco**, procedente de **las galerías geotérmicas-arquitectónicas**, y evacuado por la parte superior de la pérgola de paneles fotovoltaicos.

El mismo concepto es de aplicación en el interior de la vivienda con un patio interior que en invierno se convierte en un **gran invernadero** y en verano **genera una corriente de aire fresco** proveniente de las citadas **galerías geotérmicas-arquitectónicas** y forzado por **el efecto chimenea** de un gran tubo extractor ubicado en la parte alta de la vivienda.

**La cubierta ajardinada** de la vivienda recupera ese **espacio verde** natural ocupado por la vivienda en su planta, y del mismo modo ayudar al bien funcionamiento **bioclimático** de la casa. La Eco-House se entera una planta en el suelo para aprovechar **el calor geotérmico** y un mejor control del **soleamiento** incidente.

La vivienda es **autosuficiente** en agua y en energía, y dispone de un conjunto de captadores fotovoltaicos para generar toda la energía eléctrica que necesita. Parte de esta energía eléctrica se necesita para activar **una bomba de calor geotérmica**, que alimenta un sistema de **climatización por suelo radiante**, que complementa el funcionamiento bioclimático de la vivienda, creando un entorno térmico perfecto todos los días del año **sin consumo energético** (el sistema geotérmico apenas es de utilidad unos pocos días al año, los días muy, ya que la vivienda es capaz de autorregularse térmicamente, debido tan solo a su diseño).

## AUTOSUFICIENCIA EN ENERGIA/

La **Eco-House** es **autosuficiente en energía**. Es decir, no necesita conectarse a la red eléctrica.

Esta autosuficiencia energética se ha conseguido mediante un conjunto de **estrategias complementarias** :

1\_ Se ha realizado un óptimo **diseño bioclimático** para reducir al máximo la necesidad de energía. El espacio interior a doble altura se convierte en un enorme **invernadero en invierno** (ayudando a calentar toda la vivienda), y en un espacio sombreado y **fresco en verano**, integrando un gran efecto de **chimenea** para forzar una corriente de aire fresco en el interior de la vivienda. Además, en el diseño la vivienda se han utilizado todo tipo de **estrategias bioclimáticas** para conseguir que consuma la menor cantidad posible de energía, se ilumine de forma **natural**, se ventile de forma **natural**, y se **autorregule térmicamente**, todos los días del año. Como resultado de su especial diseño, la vivienda se refresca por si misma en **verano** y se calienta por si misma en **invierno**. Del mismo modo durante el día el edificio se ilumina de forma natural todos los días del año, sin necesidad de luminarias artificiales.

2\_ Se han incorporado en el edificio solo los electrodomésticos imprescindibles, y que además sean de muy **bajo consumo eléctrico**.

3\_ Se han utilizado sistemas de iluminación artificial a base de **luminarias “oleds”** de muy bajo consumo energético.

4\_ Se ha incorporado un sistema **fotovoltaico** para generar la energía eléctrica que necesita la vivienda. Los captadores solares fotovoltaicos se han dispuesto integrando la células fotovoltaicas en un sistema de paneles sobre vigas de madera configurando **la pérgola** del patio exterior, (la inclinación de los paneles es tal que mantiene sombreado el patio en verano e iluminado en invierno). Además, se han dispuesto de un conjunto de **baterías eléctricas** de última generación, de gran duración, y capaces de almacenar la energía eléctrica generada por los captadores fotovoltaicos.

5\_ Se han incorporado un conjunto de **captadores solares térmicos**, integrados entre la chimenea del espacio de día y otra falsa, para generar el agua sanitaria que necesita la vivienda.

6\_ Se ha incorporado un sistema complementario de **climatización por suelo radiante** para los días más fríos del año y los días más calurosos (el sistema apenas será necesario unos 30 días al año). El suelo radiante por agua está alimentado por una **bomba de calor geotérmica**, que utiliza **dos sondas** de agua de 350m de profundidad, y está alimentada por los captadores solares fotovoltaicos. Como se ha dicho, la vivienda es capaz de regularse térmicamente por si misma, debido a su especial **diseño arquitectónico**, y sin necesidad de artefactos de acondicionamiento térmico. No obstante, en días muy fríos (y muy calurosos) el sistema de climatización por **suelo radiante geotérmico** complementa de forma eficaz **el funcionamiento bioclimático de la vivienda**, y garantiza el **bienestar de sus ocupantes**.

7\_ Los ocupantes de la vivienda deben concienciarse de la necesidad de adoptar **un modo de vida natural**, evitando despilfarros energéticos, y rodeándose de los utensilios y artefactos simplemente necesarios.

## AUTOSUFICIENCIA EN AGUA/

Aunque no es tema de esta **investigación** y no se va desarrollar su **calculo y diseño**, conviene dejarlo planteado.

La **Eco-House** es **autosuficiente en agua**. Es decir que no necesita conectarse a la red de suministro de agua municipal.

El agua necesaria para el consumo humano, para la higiene y para el riego de los cultivos y de las zonas verdes se obtiene de **varias fuentes complementarias**:

1\_ **Agua subterránea**. Se ha realizado una perforación en el terreno con el fin de conseguir agua de **acuíferos subterráneos**, que puede utilizarse directamente para riego.

2\_ **Agua de lluvia**. El agua de lluvia que cae sobre la cubierta ajardinada de la vivienda **se recoge** por medio de sencillos sistemas de **bajantes**, y se lleva hasta **un deposito**. El agua tiene un primer **filtrado** natural al atravesar **la vegetación y la tierra** de **la cubierta ajardinada**.

El agua subterránea se mezcla con el **agua de lluvia** y se almacena en **un deposito enterrado**, y posteriormente se filtra y se desinfecta por medio de **sistema de radiación ultravioleta**, hasta convertirse en apta para el consumo humano.

El **agua potable** recibe un tratamiento posterior por medio de un sistema de **ósmosis inversa con triple membrana** (que regula las características del agua resultante por medio de un procesador electrónico), capaz de eliminar las bacterias, e incluso los virus del agua (debido al pequeño tamaño de los poros). El agua resultante tiene la misma **pureza y contenido que el agua mineral**. Por si fuera poco, el usuario puede elegir el contenido en **minerales** en todo momento, simplemente programando el procesador.

3\_ **Reciclaje de aguas grises**. Las aguas grises generadas por los edificios **se filtran**, y **se tratan** por medio de **un sistema mecánico de oxigenación**, y **un sistema natural de lagunaje**. El agua así obtenida se **mezcla con agua obtenida de acuíferos y agua de lluvia**, y se utiliza como **riego** de los huertos y la zona ajardinada.

4\_ **El reciclaje de aguas negras**. Las aguas negras se tratan por medio de un **pozo negro de filtración**, y se utilizan, para fabricar **compost** para los huertos biológicos.

## 2 DATOS GEOGRAFICOS y METEOROLOGICOS/

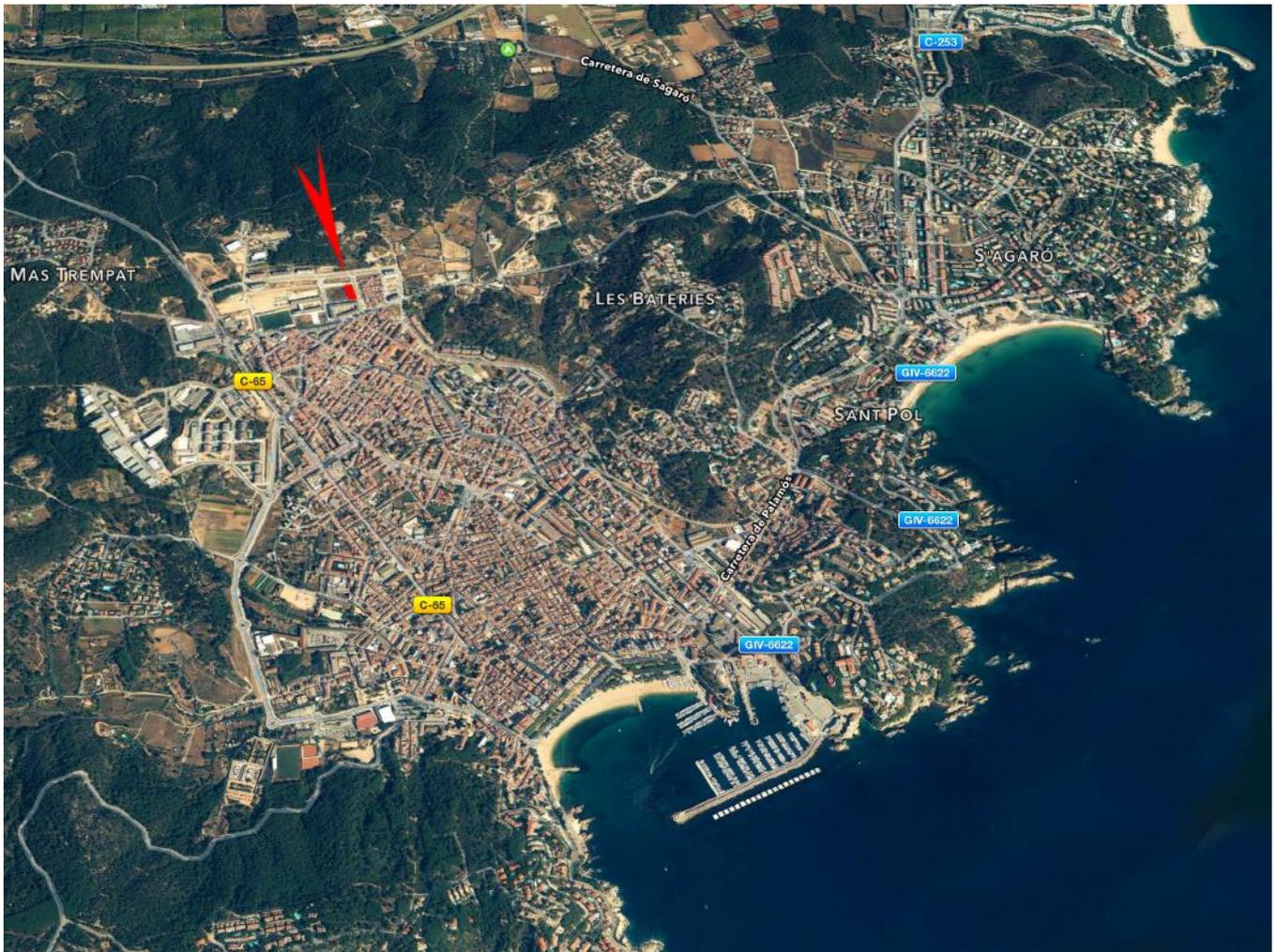
### DATOS GEOGRAFICOS/

La Eco-House se sitúa sobre un solar de 2.197m<sup>2</sup>, de un **suelo urbano** de la ciudad Gironense de **San Feliu de Guíxols**, Girona, Catalunya, **España**.

Datos geográficos de la parcela: 41° 47' 42.1" NORTE 3° 01' 31.0" ESTE



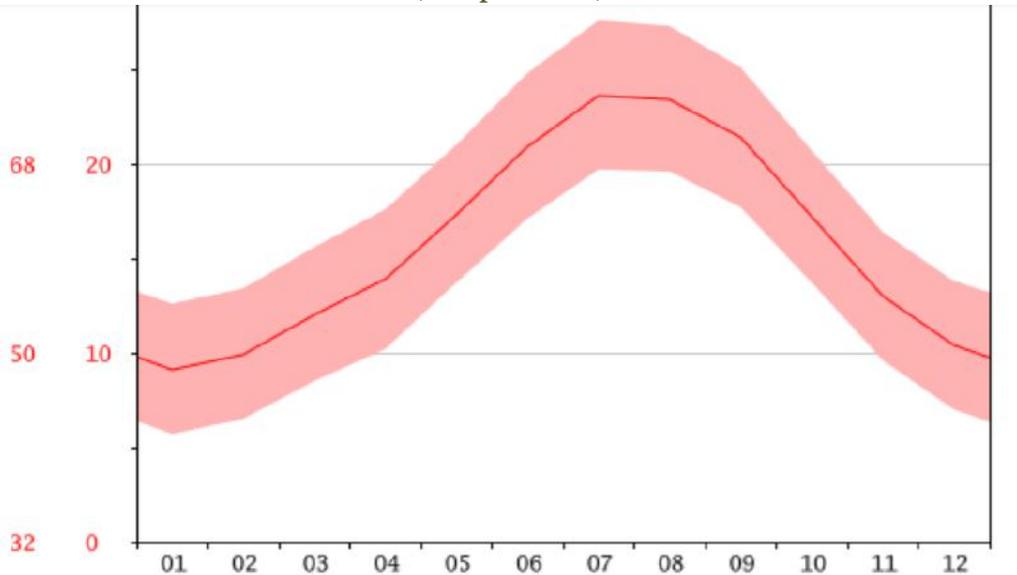
*Ubicación de San Feliu de Guíxols, Gerona, y su cercanía con la ciudad de Barcelona, Catalunya, España.*



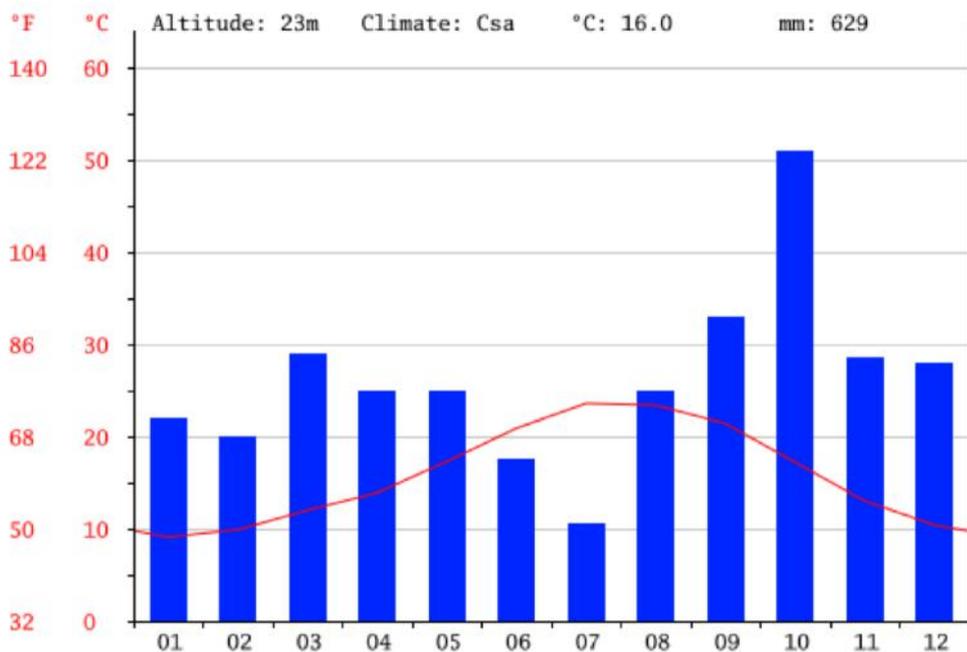
*Ubicación de la parcela 41° 47' 42.1" NORTE 3° 01' 31.0" ESTE, al norte de la ciudad de **San Feliu de Guíxols**, Girona, Catalunya, España.*

PARAMENTROS CLIMATICOS/

Los **datos meteorológicos** que se van a ofrecer a continuación están sacados de la estación meteorológica de la ciudad de **San Feliu Guíxols**.

PARAMENTROS CLIMATICOS (Temperaturas) /

**CLIMOGRAMA:** El mes más **caluroso** del año con un promedio de **23,6°C** es **Julio**. El mes más **frío** del año es **Enero** con una media de **9,1°C**.

PARAMENTROS CLIMATICOS (Precipitaciones) /

**CLIMOGRAMA:** El mes mas **seco** es **Julio**, con **21mm**, siendo la media mas alta se registra en el mes de **Octubre** con **102mm**

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
mm	44	40	58	50	50	35	21	50	66	102	57
°C	9.1	9.9	12.0	13.9	17.3	20.9	23.6	23.4	21.4	17.2	13.0
°C (min)	5.7	6.5	8.5	10.2	13.7	17.1	19.7	19.6	17.7	13.7	9.6
°C (max)	12.6	13.4	15.6	17.6	21.0	24.8	27.6	27.3	25.1	20.7	16.4
°F	48.4	49.8	53.6	57.0	63.1	69.6	74.5	74.1	70.5	63.0	55.4
°F (min)	42.3	43.7	47.3	50.4	56.7	62.8	67.5	67.3	63.9	56.7	49.3
°F (max)	54.7	56.1	60.1	63.7	69.8	76.6	81.7	81.1	77.2	69.3	61.5

**TABLA CLIMÁTICA:** La diferencia en la precipitación entre el mes mas *seco* y el mes mas *lluvioso* es de **81mm** y las medias de temperatura varían durante el año en un **14,5°C**.

### DATOS DE LA RADIACIÓN SOLAR/

Los datos de **irradiación** que se van a ofrecer a continuación están sacados de la del **ATLAS DE RADIACION SOLAR DE CATALUNYA**, Edición 2014.

Código de la Estación meteorológica: **FELIU**

CODI ESTACIÓ	Paràmetres			Irradiació solar global diària (MJ/m <sup>2</sup> )											
	M (MJ/m <sup>2</sup> )	A (MJ/m <sup>2</sup> )	B (rad)	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des
FELIU	14.23	8.53	3.27	6.42	8.94	12.82	17.17	20.73	22.55	22.12	19.51	15.50	11.15	7.63	5.89

Tabla de irradiación solar global diaria sobre superficie plana, en (MJ/m<sup>2</sup>/dia), Estación: **Feliu**.

Orientació: 0°													
Inclinació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
30°	11,61	14,00	17,07	19,73	21,24	21,79	21,51	20,28	17,94	14,76	11,99	10,74	16,90

Tabla de irradiación solar global diaria sobre superficie inclinada, en (MJ/m<sup>2</sup>/dia), Estación: **Feliu**.

### 3\_DISEÑO BIOCLIMATICO DE LA VIVIENDA/

#### ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS memoria/

La vivienda ha sido diseñada para tener el mejor **comportamiento bioclimático** posible, es decir, para satisfacer al máximo por si misma todos los días del año. Simplemente por su especial y depurado **diseño arquitectónico**, sin necesidad de artefactos de climatización, y sin coste adicional.

En el diseño de la vivienda se han utilizado las siguientes **estrategias bioclimáticas**:

1\_Correcto diseño bioclimático. La estructura de la vivienda esta **volcada al interior**, creando amplios **espacios de gran altura** iluminados de forma natural e indirecta. La **Eco-House** se entera una planta en tierra para integrarse mejor al espacio exterior, integrándose con los espacios verdes circundantes y creando sombreados y frescos. La mayor parte de **los huecos** se han dispuesto a **NORTE y al SUR**, y apenas se han colocado al ESTE y a OESTE (en esta orientación no pueden disponerse protecciones solares que permitan las vistas), protegidos por los muros de la vivienda.

2\_**Aislamiento exterior**. El aislamiento exterior protege la vivienda de la elevada temperatura exterior en verano y de las bajas temperaturas en invierno.

3\_**Alta inercia térmica interior**. La vivienda se ha realizado a base de **muros de ladrillo cerámico de gran canto de alta inercia térmica**. La elevada inercia térmica de la vivienda permite **almacenar fresco o calor**, y asegurar una temperatura estable en todo momento.

4\_**Cubierta ajardinada de alta inercia térmica**. La cubierta ajardinada incrementa la elevada inercia térmica de la vivienda, del mismo modo, **la vegetación la protege de la radiación solar directa**.

5\_**Protecciones solares**. Las cristaleras ubicadas al sur disponen de un estudiado voladizo, que **protege** la vivienda de **las radiaciones directas** en **verano**. Del mismo modo este voladizo deja **pasar la radiación directa en invierno**, lo que permite a la Eco-House **autorregularse** durante todas las estaciones del año.

6\_**Envolventes arquitectónicas transpirables**. Los muros envolventes de la vivienda son **transpirables**, lo que permite su ventilación natural, **sin pérdidas** energéticas. Estos muros transpirables actúan a modo **de intercambiadores naturales de calor**, manteniendo la **Eco-House** fresca en todo momento.

7\_**Ventilacion natural**. La vivienda ventilada de forma natural en todo momento, tanto por medio de los **muros transpirables**, como por medio del **sistema de refresco subterráneo**.

8\_**Extracción del aire caliente interior**, por **efecto chimenea**. La vivienda dispone de un espacio de **gran altura**, lo que permite que **el aire caliente asciende**, dejando frescas las capas inferiores de las estancias de la vivienda. La parte central de la vivienda tiene una elevada altura y recoge el aire de las capas superiores de cada planta, **extrayéndolo** al exterior por **efecto chimenea**.

9\_ **Aprovechamiento de la baja temperatura de la noche.** Es el mecanismo mas eficaz para refrescar un edificio durante el verano. Durante la noche **se introduce el aire fresco** exterior al interior de la vivienda. El fresco **se acumula** lentamente en **los muros de alta inercia térmica**, y permanece a lo largo del día siguiente, debido al eficaz **aislamiento exterior**.

10\_ **Aprovechamiento de la baja temperatura del subsuelo.** La vivienda dispone de un ingenioso sistema arquitectónico de enfriamiento, que aprovecha **el fresco de las capas profundas del terreno** (a unos 5 metros de profundidad), y que permite que la **Eco-House** permanezca fresca todo el **verano** sin apenas consumo energético.

#### **Asegurar el bienestar y la felicidad de los ocupantes de la vivienda.**

En el diseño de la vivienda se han tenido en cuenta un conjunto determinado de **factores**, con el fin de convertirla en una caja de resonancia, capaz de fomentar y amplificar **la felicidad de sus ocupantes**

1. **Estabilidad térmica.**
2. **Iluminacion natural.**
3. **Transpirabilidad (ventilación natural continuada)**
4. **Sencillez tecnológica.**
5. **Alto nivel de “naturalidad” de los materiales.**
6. **Diseño arquitectónico sencillo y monótono.**
7. **Colores adecuados.**
8. **Sensación de seguridad e intimidad.**
9. **Variabilidad térmica estacional.**
10. **Auscencia de elementos patógenos.**
11. **Mantenimiento mínimo.**

\_ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS\_planos/

[ANEJO 02\_pg.8-13]

## 4 ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA/

### CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO/

Esta claro que **el primer objetivo** que tiene que conseguir el diseño de un vivienda es **el confort** de sus habitantes, que esta ligado a muchas variantes. Entre ellas esta el acondicionamiento de los locales.

La **Eco-House** como bien explicado en el apartado (**Estrategias Bioclimáticas**) debido a **su diseño** y a la correcta elección de sus materiales permite que la casa, se **auto-refrige, auto-calentase, y auto-ventile** por ella sola.

Este sistema esta ligado a **las variaciones de temperaturas exteriores** y de las galerías subterráneas, lo que **no puede funcionar todo el año**.

En los pocos días del año en los que no funcione el sistema bioclimático (30 días aprox) se acondicionara la casa con **aparatos de acondicionamiento**.

El paso del **sistema bioclimático natural** al incendiado de **los aparatos de acondicionamiento** se hará de manera **automática** a través de sistemas de **domótica domestica**.

### **Condiciones de CONFORT interiores:**

Para conseguir ese confort interior que necesitan las diferentes estancias de la vivienda, hay que llevar un **control absoluto de la temperatura interior de confort** que vamos a establecer entre 20°C y 23°C, la **humedad relativa, la calidad del aire interior, la iluminación y la temperatura superficial** de los elementos interiores, que se conseguirán a través de **la climatización y la ventilación** de las diferentes estancias que componen la **Eco-House**, cumpliendo con los limites que establece el CTE (código técnico de la edificación), el RITE (Reglamento de las instalaciones térmicas en los edificios) y las Normas UNE.

### **Temperaturas de diseño:**

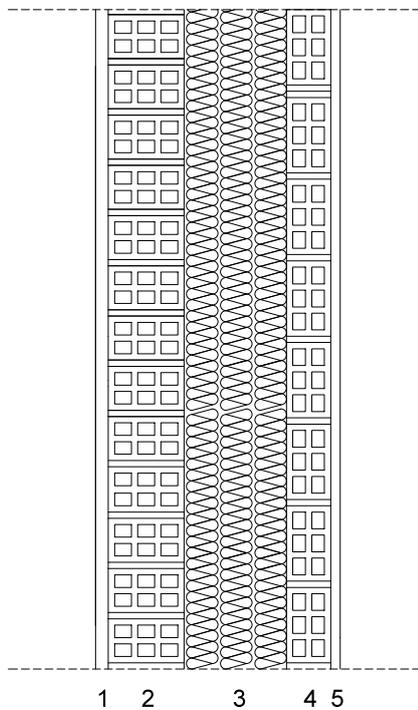
Temperatura exterior mínima (media del mes de Enero): **9,1°C**

Temperatura exterior máxima (media del mes de Julio): **23,6°C**

FACHADA/ [ANEJO 01\_pg.2]

La **facha** junto a la cubierta es la parte mas importante del edificio bajo **el punto bioclimático**.

Por ello se tienen que diseñar de manera que cumplen con **los limites establecidos** a fin de contribuir al ahorro energético.



Es decir que **cuanto mas energía** gastaremos en climatizar una casa mas eficientes somos, y **menos emisiones de CO2** verteremos a la atmosfera.

Por ello se debe optar por **un material aislante** muy eficiente para evitar grandes perdidas de calor.

La **Eco-House** se va a aislar con unas planchas de **poliisocianurato PIR M** de la casa comercial Poliuretanos S.A ensayado bajo la norma EN12667.

Esta elección se debe a su **baja conductividad** ( $0,022\text{W/m}^2\text{K}$ ) la mas baja del mercado y su gran **resistencia a compresión**  $3,5\text{kg/cm}^2$ , porque **mantiene su eficiencia por encima del ciclo de vida de edificio (50 años)**, es el único material aislante que puede certificar sus propiedades **antes de la instalación** y **una vez instalado en obra**, certificado Marca N de AENOR

El **PIR** en su fabricación, uso y transporte emiten **14kg de CO2** cada  $1\text{m}^2$ .

El ahorro de emisiones durante su uso equivale a **1800kg de CO2** cada  $1\text{m}^2$

Para dar un ejemplo entendible, **una vivienda de  $50\text{m}^2$**  con fachada aislada con **solo 5cm de PIR**, ahorra en 50 años el equivalente a **90.000kg de CO2**

El detalle tipo de la facha ciega esta constituido por:

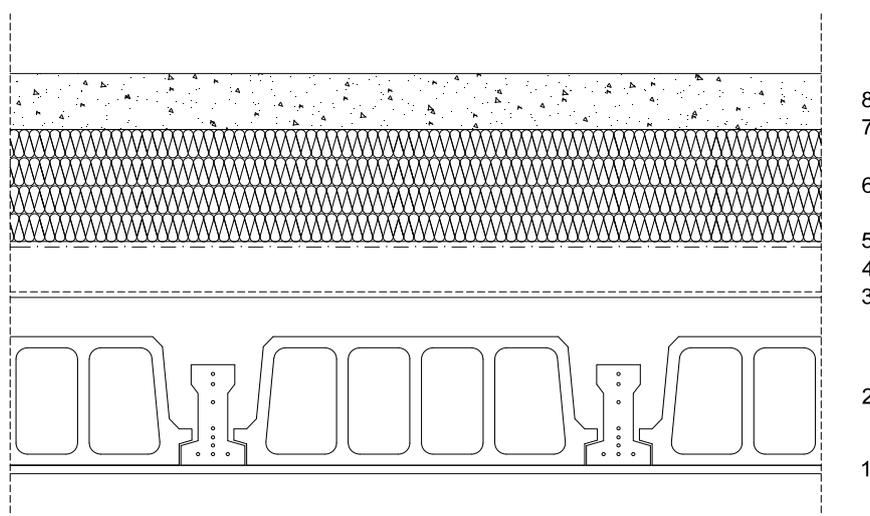
- 1\_Enfoscado de cemento + pintura (2cm).
- 2\_Ladrillo hueco de 7cm (11,5cm).
- 3\_Aislante térmico, placas rígidas de PIR (15cm).
- 4\_Ladrillo hueco de 7cm (7cm).
- 5\_Enlucido de Yeso + Pintura (1,5cm)

TOTAL fachada\_  $d=37\text{cm}$

$U (\text{W/m}^2\text{K})= 0,1369$

Se cumple la **limitación del CTE** (zona climatica C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de  $0,75 (\text{W/m}^2\text{K})$ .

Se cumple la **limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de  $0,15(\text{W/m}^2\text{K})$ .

CUBIERTA/ [ANEJO 01\_pg.3]

La cubierta es sin duda el elemento de fachada **mas importante** de la vivienda desde el punto de vista **climático**, puesto que es el elemento que **mas sufre los cambios de temperaturas** ya que esta expuesto durante todo el año al las exposiciones de **radiación directa**.

Por esas condiciones que la cubierta requiere **un especial tratamiento**.

Se va a **incrementar su aislamiento de 5 cm** en vez de 15cm de las fachas, vamos a tener un manto de **20cm de aislante**.

Vamos a optar por el mismo aislante térmico que en fachadas (**PIR**), por las mismas razones que se explico en el apartado de fachada.

**Para proteger el aislante**, y darle una vida útil optima, lo vamos a proteger con un espesor de **10 cm de tierra** necesario para el crecimiento de las plantas de la cubierta ajardinada.

El detalle tipo de la cubierta esta constituido por:

- 1\_ Enlucido de Yeso + Pintura (1,5cm)
- 2\_ Forjado de viguetas y bovedillas 25+5 (30cm)
- 3\_ Lamina corta vapor
- 4\_ Hormigon ligero de pendiente (10cm)
- 5\_ Lamina asfáltica impermeable (0,5cm)
- 6\_ Aislante térmico, placas rígidas de PIR (20cm)
- 7\_ Lamina anti raíz
- 8\_ Tierra (10cm)

TOTAL fachada\_  $d=72\text{cm}$

$$U(\text{W}/\text{m}^2\text{K})= 0,1012$$

Se cumple la **limitación del CTE** (zona climatica C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de  $0,50 (\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ .

Se cumple la **limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de  $0,15(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$ .

## HUECOS/

La vivienda tiene **7 tipos de ventanas, abatibles y correderas.**

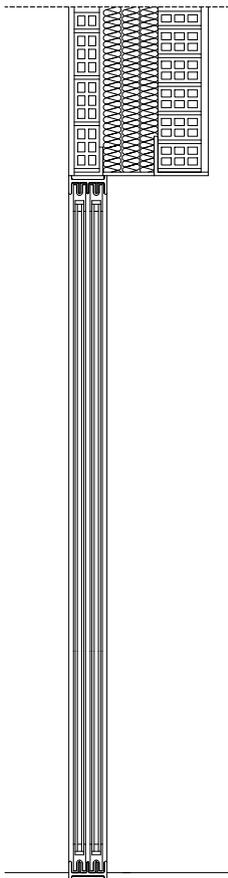
Los huecos constituyen un problema desde el punto de vista **bioclimático** ya que son considerados como **puntos fríos.**

Es decir que tienen que recibir **un cuidado especial** para controlar las pérdidas de calor en esos puntos.

Lo que nos devuelve esta vez también al **diseño de los huecos**, que tiene que ser de manera concientizada, ya que los acristalamientos que aíslan bien, tienen un precio elevado.

En la Eco-House, se ha optado por unas ventanas de la casa comercial **FINSTRAL**, con marco claros de PVC (**rotura de puente térmico**), estos marcos tienen una transmitancia de  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  y  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  que correspondería al doble acristalamiento con cámara.

### HUECO 01 [ANEJO 01\_pg.4]



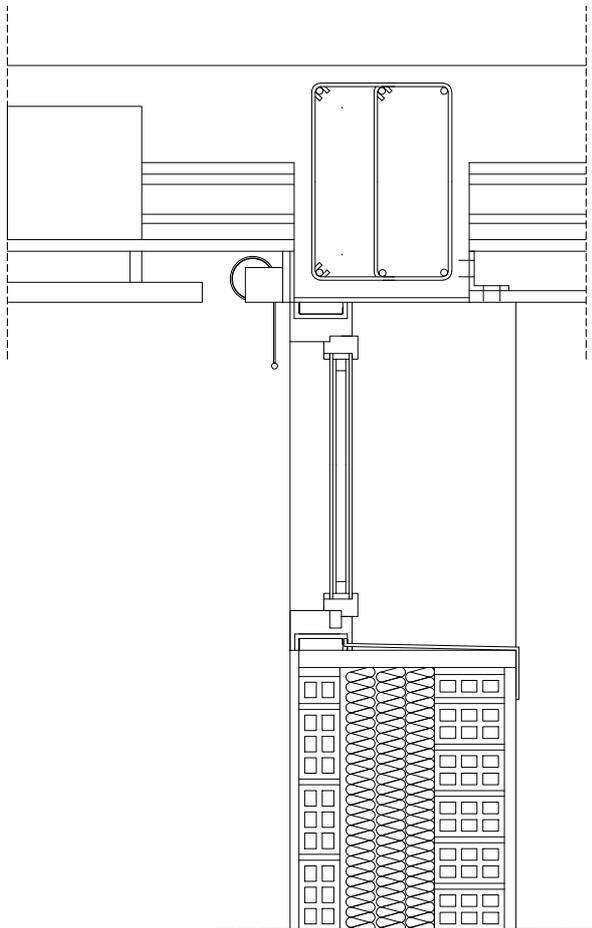
*Hueco 1, fachada Sur planta 0,00m,  
fachada Sur -3,40m,  
fachada Norte -3,40m*

UH ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) = 0,7053

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación de las casas PassivHaus que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

#### HUECO 02 [ANEJO 01\_pg.6]

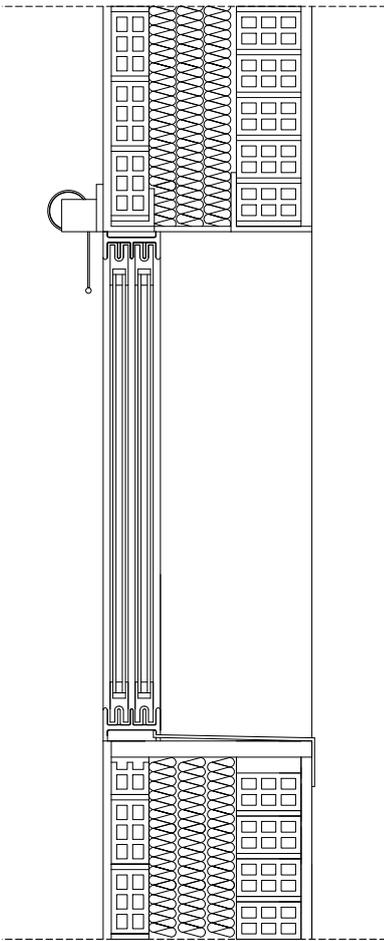


*Hueco 2, fachada Sur planta 0,00m,  
fachada Sur -3,40m,  
fachada Norte 0,00m  
fachada Norte -3,40m*

UH (W/m<sup>2</sup>K)= 0,8212

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación de las casas PassivHaus que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

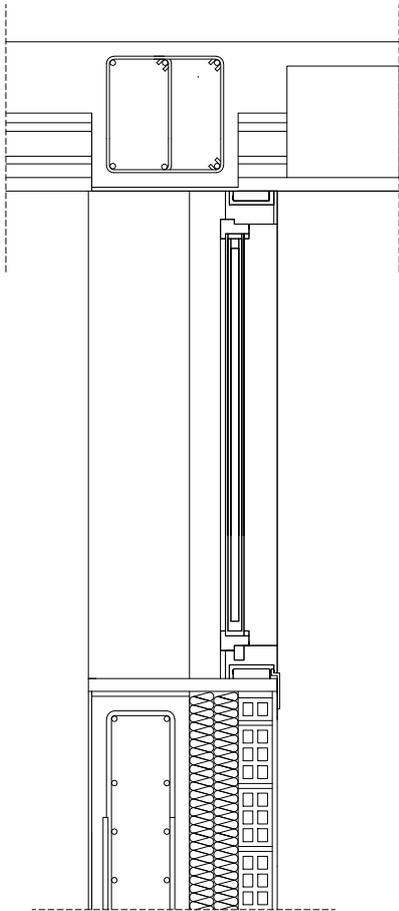
HUECO 03 [ANEJO 01\_pg.8]

*Hueco 3, fachada Sur planta 0,00m,  
fachada Norte 0,00m  
fachada Norte -3,40m*

UH (W/m<sup>2</sup>K) = 0,7359

**Se cumple la limitación del CTE** (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

**Se cumple la limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

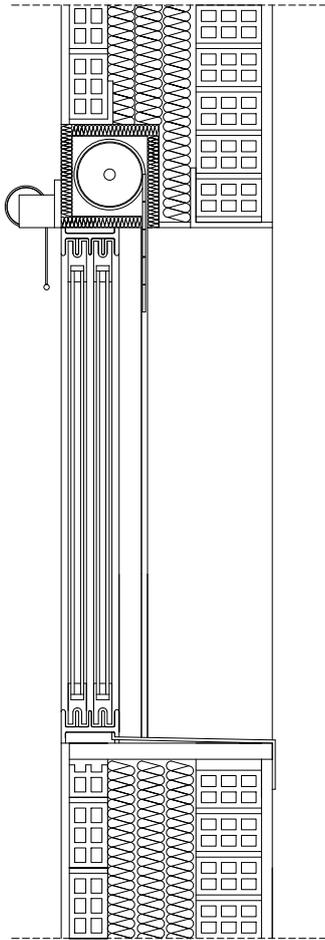
**HUECO 04** [ANEJO 01\_pg.10]

*Hueco 4, fachada Sur planta +3,85m,  
fachada Oeste planta +3,85m  
fachada Norte planta +3,85m*

**UH (W/m<sup>2</sup>K) = 0,7462**

**Se cumple la limitación del CTE** (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

**Se cumple la limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

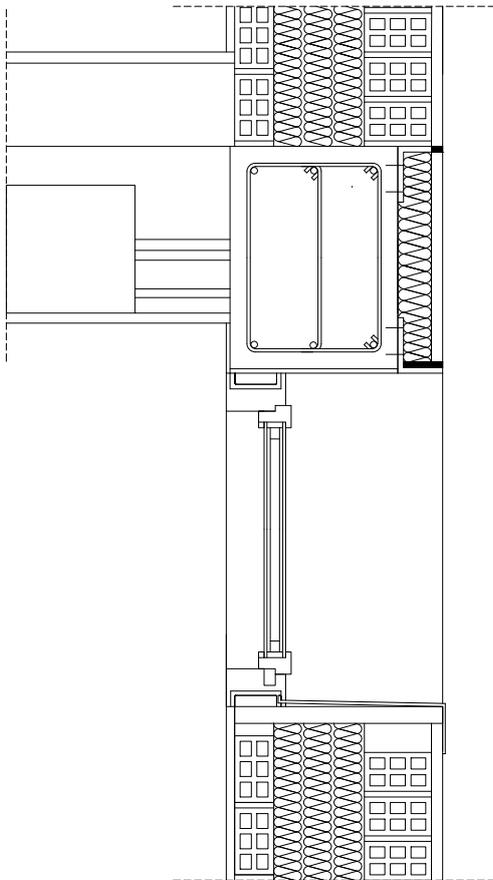
HUECO 05 [ ANEJO 01\_pg.11 ]

*Hueco 5, fachada Sur patio interior +0,00m,*

**UH (W/m<sup>2</sup>K) = 0,6986**

**Se cumple la limitación del CTE** (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

**Se cumple la limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

**HUECO 06** [ANEJO 01\_pg.12]

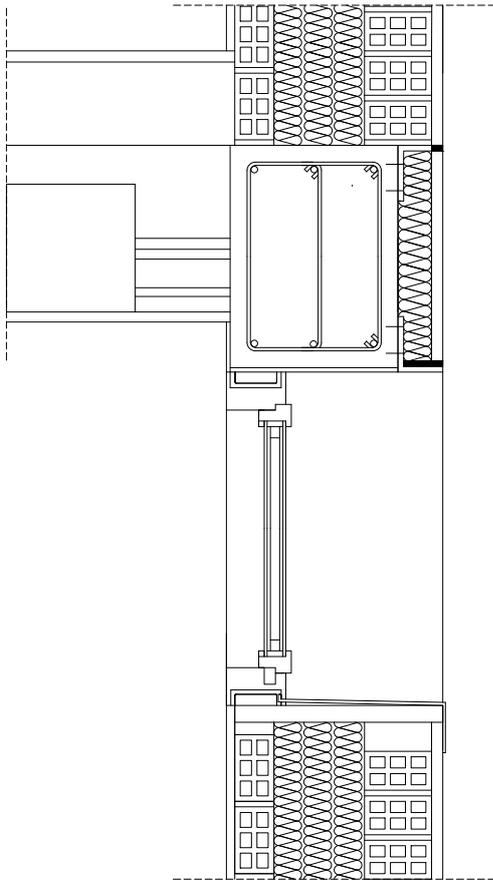
Hueco 6,

*Fachada Sur patio interior -3,40m,  
Fachada Oeste patio interior 0,00m  
Fachada Oeste patio interior -3,40m  
Fachada Este patio interior  
Fachada Norte Patio interior -3,40m  
Fachada Este planta 0,00m*

**UH (W/m<sup>2</sup>K) = 0,7900**

**Se cumple la limitación del CTE** (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

**Se cumple la limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

HUECO 07 [ANEJO 01\_pg.13]

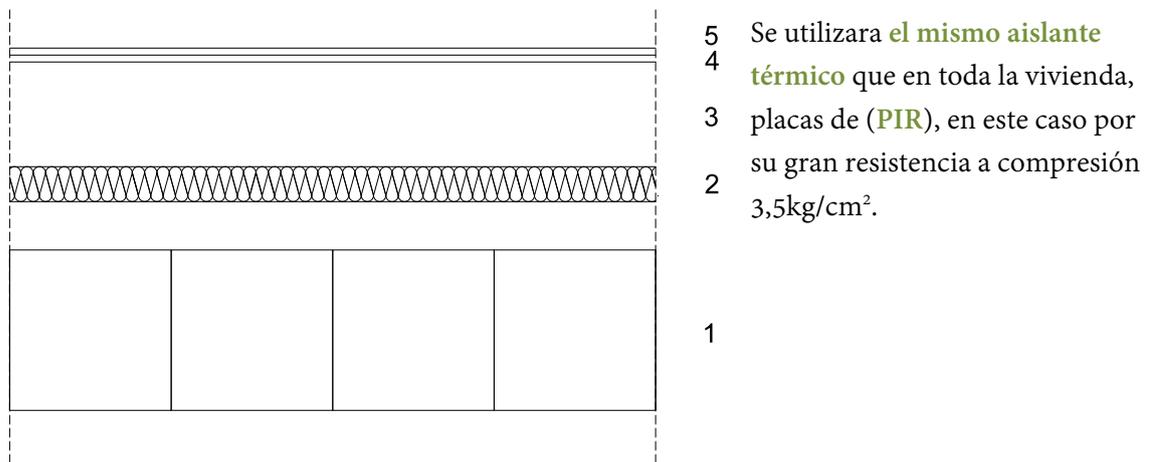
$UH (W/m^2K) = 0,8632$

**Se cumple la limitación del CTE** (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 3,10 (W/m<sup>2</sup>K).

**Se cumple la limitación de las casas PassivHaus** que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,1(W/m<sup>2</sup>K).

FORJADO SANITARIO/ [ANEJO 01\_pg.14]

El forjado sanitario constituye una de las partes más importantes de la Eco-House, ya que le ofrece a la vivienda una vía de climatización y ventilación natural, y que a su vez nos permite evitar los problemas de humedades que puede sufrir la vivienda al estar en contacto directo con el suelo.



El detalle tipo de la cubierta esta constituido por:

- 1\_ Forjado de viguetas y bovedillas 25+5 (30cm)
- 2\_ Aislante térmico, placas rígidas de PIR (10cm)
- 3\_ Hormigón ligero para suelo radiante (15cm)
- 4\_ Cemento para nivelar (1cm)
- 5\_ Baldosa cerámica (1cm)

TOTAL fachada\_ d=57cm

$U(W/m^2K) = 0,159$

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 0,75 (W/m<sup>2</sup>K).

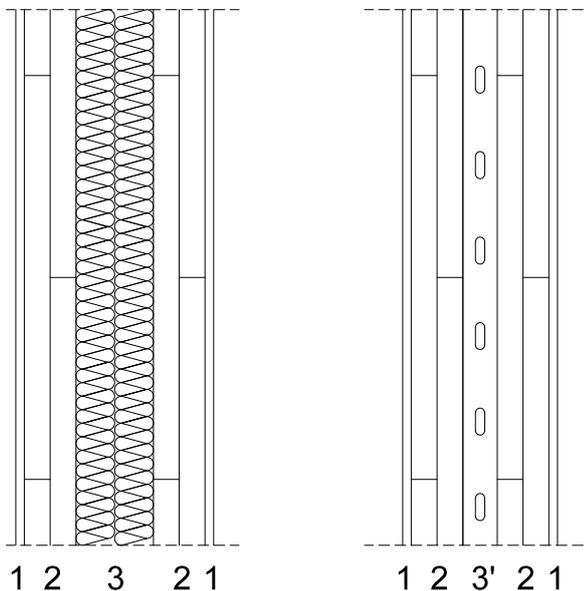
Se cumple la limitación de las casas PassivHaus que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 0,15(W/m<sup>2</sup>K).

MURO DE HORMIGON PLANTA BAJA/

No entran en el computo de las transmitancias.

COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR/ [ANEJO 01\_pg.15]

Las **compartimentaciones interiores** se dividen en dos en nuestro caso. La que separan dos espacios interiores calefactados, y los que separan un espacio calefactado de otro no calefactado. La separación interior que separa interiores calefactados de no calefactados llevara contrapeadas **dos planchas de PIR**. La compartimentación interior se ejecutara con un sistema industrial de paneles de **yeso laminado** de la **casa PLADUR**, conformado por 2 paneles contrapeados en las dos caras, sujetos con montantes y travesaños.



El detalle tipo de la compartimentación interior esta constituido por:

- 1\_Enlucido de Yeso + Pintura (1,5cm)
- 2\_Dos paneles de yeso laminado (6cm)
- 3\_Aislante térmico, placas rígidas de PIR (10cm)
- 3'\_Camara de aire (5cm)

TOTAL fachada\_ d=25cm

TOTAL fachada\_ d'=20cm

PARTICION INTERIOR (INT CALEF - INT NO CALEF)

$U(W/m^2K) = 0,1453$

Se cumple la limitación del CTE (zona climatica C2) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 0,75 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación de las casas PassivHaus que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 0,15(W/m<sup>2</sup>K).

PARTICION INTERIOR (INT CALEF - INT CALEF)

$U(W/m^2K) = 0,2170$

Se cumple la limitación del CTE (zona climatica C) que establece un valor máximo de transmitancias térmicas de 1,2 (W/m<sup>2</sup>K).

TRASMITANCIA GLOBAL/

FACHA SUR							
Planta	Fachada (m2)	Macizo (m2)	Hueco (m2)	Hueco (%)	UM (W/m2K)	UH (W/m2K)	Uf (W/m2K)
Level 0 (-3,40m)	57,07	41,84	15,23	26,69	0,14	0,81	0,32
Level +1 (0,00m)	75,01	47,23	27,78	37,04	0,14	0,80	0,38
Ufachada-Sur=	132,08	89,07	43,01	32,56	0,14	0,80	0,35

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 3,90 (W/m2K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m2K).

FACHA NORTE							
Planta	Fachada (m2)	Macizo (m2)	Hueco (m2)	Hueco (%)	UM (W/m2K)	UH (W/m2K)	Uf (W/m2K)
Level 0 (-3,40m)	76,5	47,8	28,7	37,52	0,14	0,77	0,39
Level +1 (0,00m)	76,1	47,4	28,7	37,71	0,14	0,77	0,38
Ufachada-Norte=	152,6	95,2	57,4	37,61	0,14	0,80	0,39

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 2,60 (W/m2K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m2K).

FACHA ESTE							
Planta	Fachada (m2)	Macizo (m2)	Hueco (m2)	Hueco (%)	UM (W/m2K)	UH (W/m2K)	Uf (W/m2K)
Level +1 (0,00m)	90,4	88,93	1,47	1,63	0,14	0,79	0,15
Ufachada-Este=	0,15						

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 4,40 (W/m2K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m2K).

FACHA OESTE							
Planta	Fachada (m2)	Macizo (m2)	Hueco (m2)	Hueco (%)	UM (W/m2K)	UH (W/m2K)	Uf (W/m2K)
Level +1 (0,00m)	97	87,21	9,79	10,09	0,14	0,86	0,21
Ufachada-Oeste=	0,21						

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 3,90 (W/m2K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m2K).

## FACHA SUR PATIO INTERIOR

Planta	Fachada (m <sup>2</sup> )	Macizo (m <sup>2</sup> )	Hueco (m <sup>2</sup> )	Hueco (%)	UM (W/m <sup>2</sup> K)	UH (W/m <sup>2</sup> K)	Uf (W/m <sup>2</sup> K)
Level 0 (-3,40m)	36,25	33,25	3	8,28	0,14	0,78	0,19
Level +1 (0,00m)	39,68	35,56	4,12	10,38	0,14	0,71	0,20
<b>Ufachada-Sur=</b>	<b>75,93</b>	<b>68,81</b>	<b>7,12</b>	<b>9,38</b>	<b>0,14</b>	<b>0,80</b>	<b>0,20</b>

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 4,40 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m<sup>2</sup>K).

## FACHA NORTE PATIO INTERIOR

Planta	Fachada (m <sup>2</sup> )	Macizo (m <sup>2</sup> )	Hueco (m <sup>2</sup> )	Hueco (%)	UM (W/m <sup>2</sup> K)	UH (W/m <sup>2</sup> K)	Uf (W/m <sup>2</sup> K)
Level 0 (-3,40m)	36,25	24,75	11,5	31,72	0,14	0,79	0,34
Level +1 (0,00m)	39,68	27,46	12,22	30,80	0,14	0,78	0,33
<b>Ufachada-Norte=</b>	<b>75,93</b>	<b>52,21</b>	<b>23,72</b>	<b>31,24</b>	<b>0,14</b>	<b>0,80</b>	<b>0,34</b>

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 2,60 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m<sup>2</sup>K).

## FACHA ESTE

Planta	Fachada (m <sup>2</sup> )	Macizo (m <sup>2</sup> )	Hueco (m <sup>2</sup> )	Hueco (%)	UM (W/m <sup>2</sup> K)	UH (W/m <sup>2</sup> K)	Uf (W/m <sup>2</sup> K)
<b>Ufachada-Este=</b>	<b>36,6</b>	<b>33,6</b>	<b>3</b>	<b>8,20</b>	<b>0,14</b>	<b>0,82</b>	<b>0,19</b>

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 4,40 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m<sup>2</sup>K).

## FACHA OESTE PATIO INTERIOR

Planta	Fachada (m <sup>2</sup> )	Macizo (m <sup>2</sup> )	Hueco (m <sup>2</sup> )	Hueco (%)	UM (W/m <sup>2</sup> K)	UH (W/m <sup>2</sup> K)	Uf (W/m <sup>2</sup> K)
Level 0 (-3,40m)	17,65	16,65	1	5,67	0,14	0,82	0,17
Level +1 (0,00m)	18,95	17,95	1	5,28	0,14	0,82	0,17
<b>Ufachada-Oste=</b>	<b>36,6</b>	<b>34,6</b>	<b>2</b>	<b>5,46</b>	<b>0,14</b>	<b>0,82</b>	<b>0,17</b>

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en huecos de 4,40 (W/m<sup>2</sup>K).

Se cumple la limitación del CTE (zona climática C2) que establece un valor límite de transmitancias térmicas en cerramientos de 0,73 (W/m<sup>2</sup>K).

RESUMEN DE TRANSMITANCIAS/

Con el fin de realizar los posteriores **balances de ganancias y pérdidas de calor**, aquí expresamos el resumen de las transmitancias obtenidas y las comparamos con **los valores medios** que recomienda el CTE, y la PassivHaus.

Elementos	Transmitancia U (W/m <sup>2</sup> K)	Lim PassivHaus U (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K) CTE HE1
<b>Cerramientos Ext</b>	0,136	0,15	0,75
<b>Cubierta</b>	0,1	0,15	0,5
<b>Huecos</b>			
Ventana1	0,7	1,1	3,1
Ventana2	0,82	1,1	3,1
Ventana3	0,73	1,1	3,1
Ventana4	0,74	1,1	3,1
Ventana5	0,69	1,1	3,1
Ventana6	0,79	1,1	3,1
Ventana7	0,86	1,1	3,1
Puerta de Entrada	1,1	1,1	3,1
<b>Forjado Sanitario</b>	0,15	0,15	0,75
<b>Compartimentacion Interior</b>			
PYL con aislante	0,14	0,15	0,75
PYL sin aislante	0,21		0,20
<b>Fachada Exterior</b>			
Fachada Sur	0,35		
Fachada Norte	0,39		
Fachada Este	0,15		
Fachada Oeste	0,21		
<b>Fachada patio Interior</b>			
Fachada Sur	0,2		
Fachada Norte	0,34		
Fachada Este	0,19		
Fachada Oeste	0,17		

## 5\_GANANCIAS Y PÉRDIDAS DE CALOR/

BALANCE DE CALOR EN EL MES DE ENERO/ [ANEJO 01\_pg.16]

GANANCIAS EN EL MES DE JULIO/ (ANEJO\_01\_pgs) [ANEJO 01\_pg.32]

RESUMEN/

BALANCE ENERGETICO ENERO_TC°ext=9,1°C_TC°i nt=21-23°C°								
ZONAS (0,00m)	Hab.01	Hab.02	Baño.01	Ropero	Hab.03	Baño.02	Tras.01	Baño.03
Perdidas por transmisión (w)	-129,82	-47,36	-140,9	-39,4	-47,4	-27,7	-8,4	-8,4
Perdidas por ventilación (w)	-553,7	-346,4	-667,5	-314,5	346,9	-446,8	-275,8	-275,8
Ganancias por radiación (w)	37,33	92,19	11,24	4,2	92,1	42,2	0	0
Perdidas Totales (w)	-714,54	-301,57	-797,2	-349,7	-302,2	-432,4	-284,2	-284,2

ZONAS (-3,40m)	Despacho	Baño.04	Sala	Tras.02	Tras.03	Espacio Abierto	Gim
Perdidas por transmisión (w)	-215,1	-39,2	-58,6	-12,6	-12,6	-3835,4	-471
Perdidas por ventilación (w)	-553,7	-391,3	-303,8	-241,5	-241,5	-6254,4	-2472
Ganancias por radiación (w)	129,5	44,5	92,1	0	0	4047	941,6
Perdidas Totales (w)	-716,1	-386,1	-270,3	-254,2	-254,2	-7051,7	-2001,4
<b>TOTAL</b>							<b>-14400,01</b>

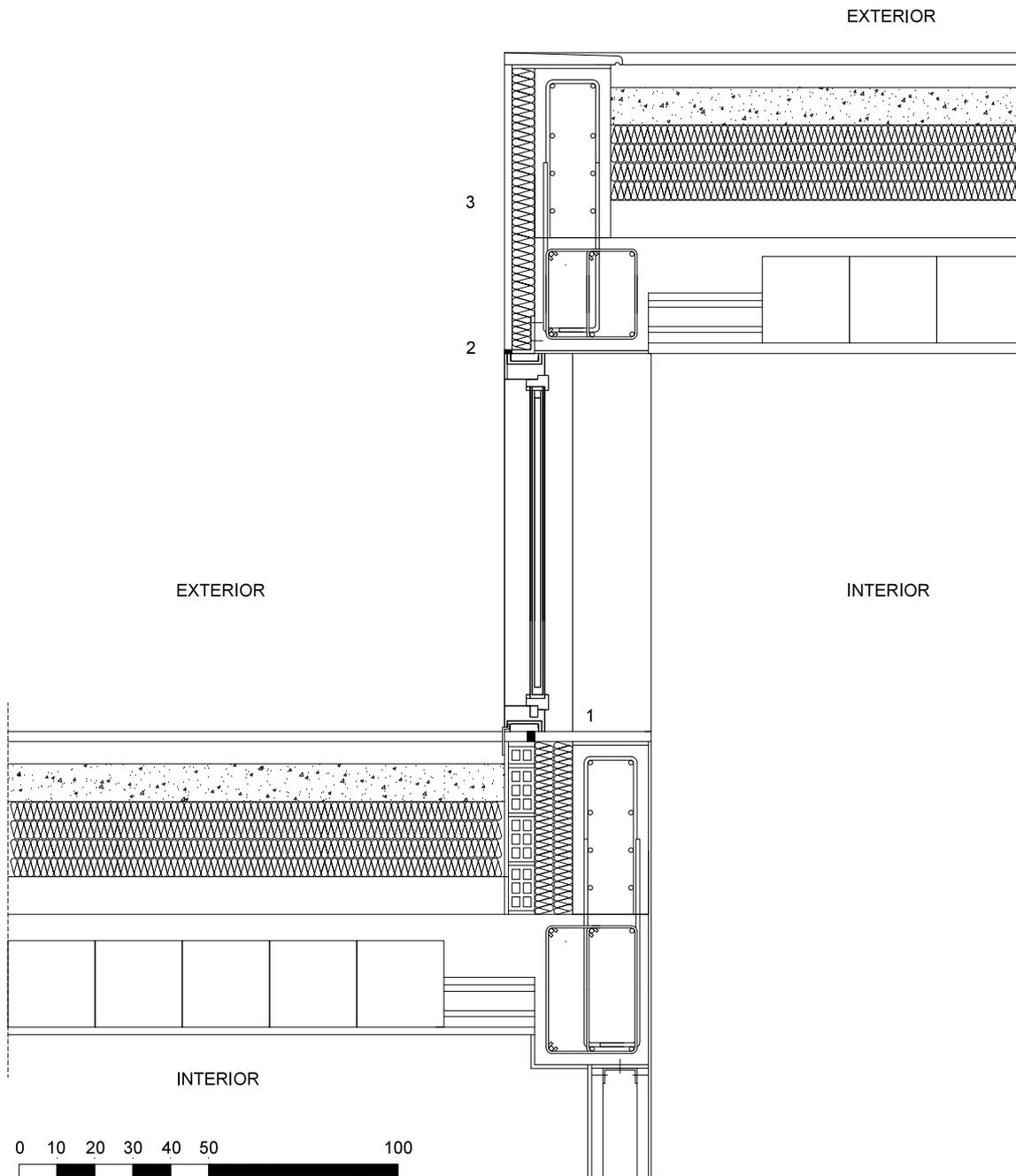
BALANCE ENERGETICO JULIO_TC°ext=23,6,1°C_TC°i nt=21-23°C°								
ZONAS (0,00m)	Hab.01	Hab.02	Baño.01	Ropero	Hab.03	Baño.02	Tras.01	Baño.03
Perdidas por transmisión (w)	41,8	16,2	17,1	15,4	16,2	10,3	2,5	2,5
Perdidas por ventilación (w)	167,5	104,7	201,9	95,17	104,9	135,1	83,4	83,4
Ganancias por radiación (w)	89,2	221,1	26,8	10,2	221,1	101,2	0	0
Perdidas Totales (w)	319,5	342,1	246	120,8	342,38	246,7	85,9	85,9

ZONAS (-3,40m)	Despacho	Baño.04	Sala	Tras.02	Tras.03	Espacio Abierto	Gim
Perdidas por transmisión (w)	73,3	11,8	18,6	3,8	3,8	1162,5	142,5
Perdidas por ventilación (w)	167,5	118,3	91,9	73,07	73,07	1892	747,8
Ganancias por radiación (w)	310,4	106,8	221,1	0	0	9660	2256,39
Perdidas Totales (w)	575,2	237,1	331,76	76,9	76,9	13020	
<b>TOTAL</b>							<b>19253,84</b>

## 6 TRATAMIENTO DE PUENTES TERMICOS/

En el calculo de **las perdidas de calor no se ha tenido en cuenta** el problema de los puentes térmicos, porque se ha intentado resolverlos constructivamente.

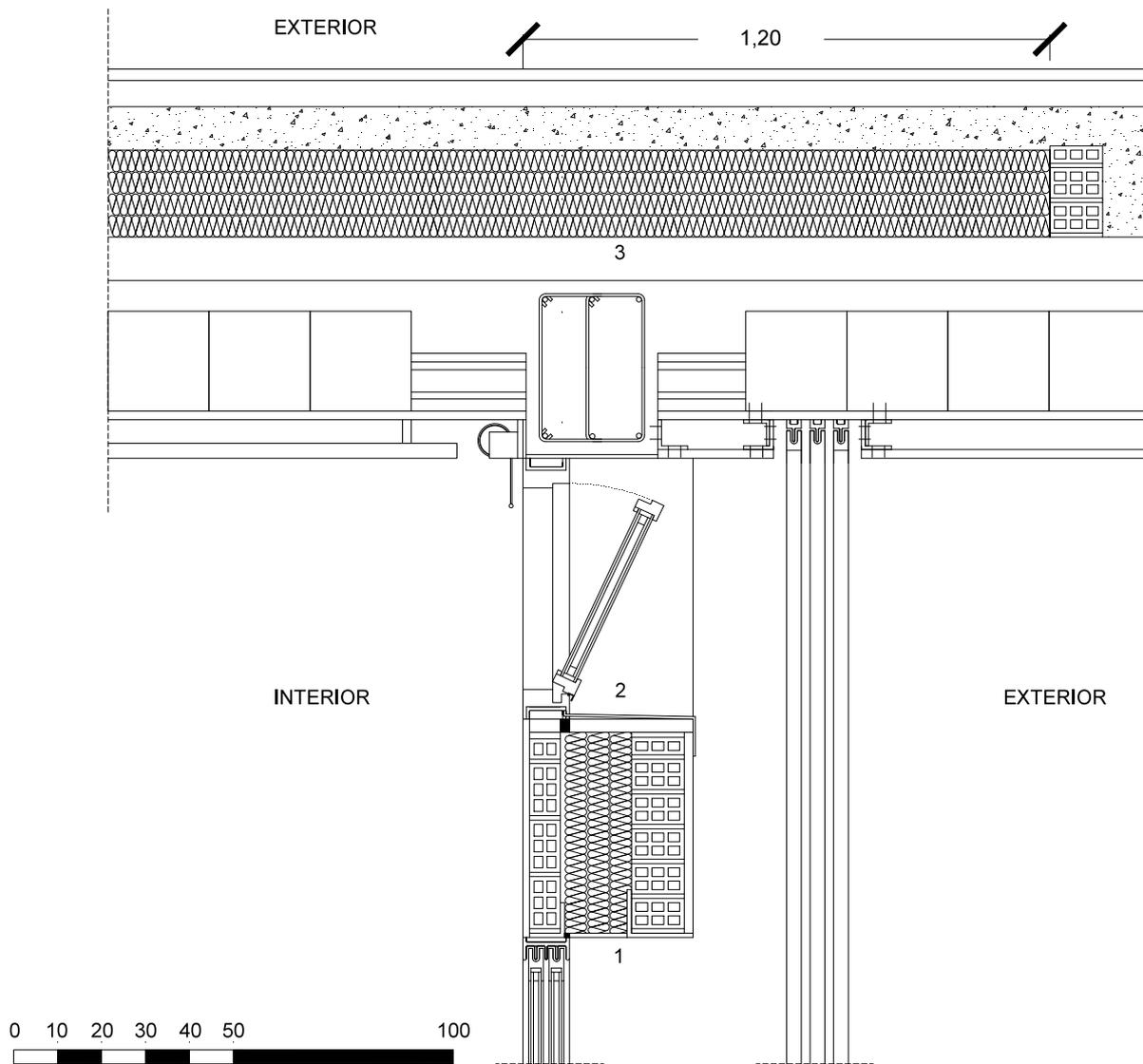
A continuación se van a explicar **las diferentes soluciones constructivas** que se han aportado para rodear el problema:



1\_baldosa cerámica continua al origen, que hemos interrumpido a nivel de la ventana tratándolo con una junta elástica de caucho.

2\_Junta elástica sacada a la fachada, para evitar fisuras.

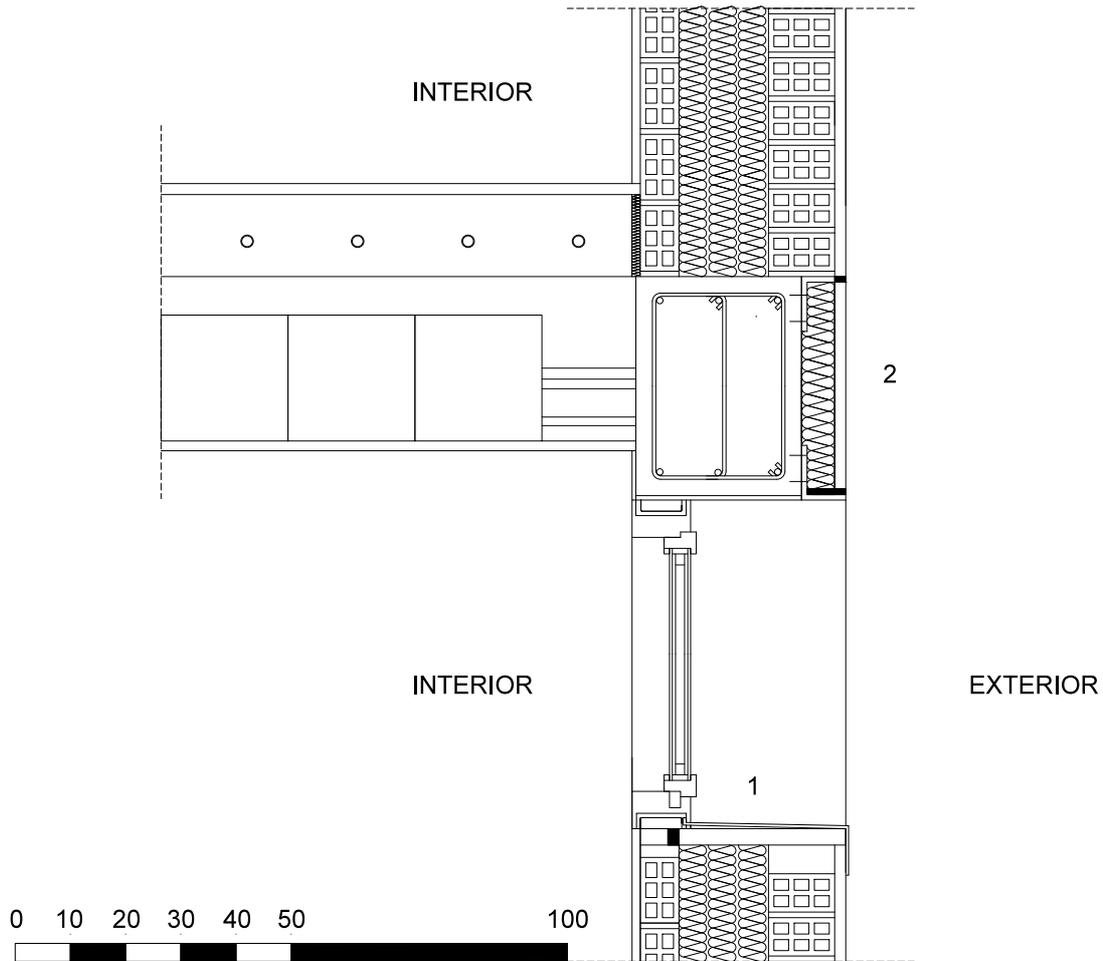
3\_tratamiento del frente de forjado con aislamiento térmico PIR.



1\_separación con una junta elástica de caucho entre dos perfiles metálicos, para evitar la continuidad del material.

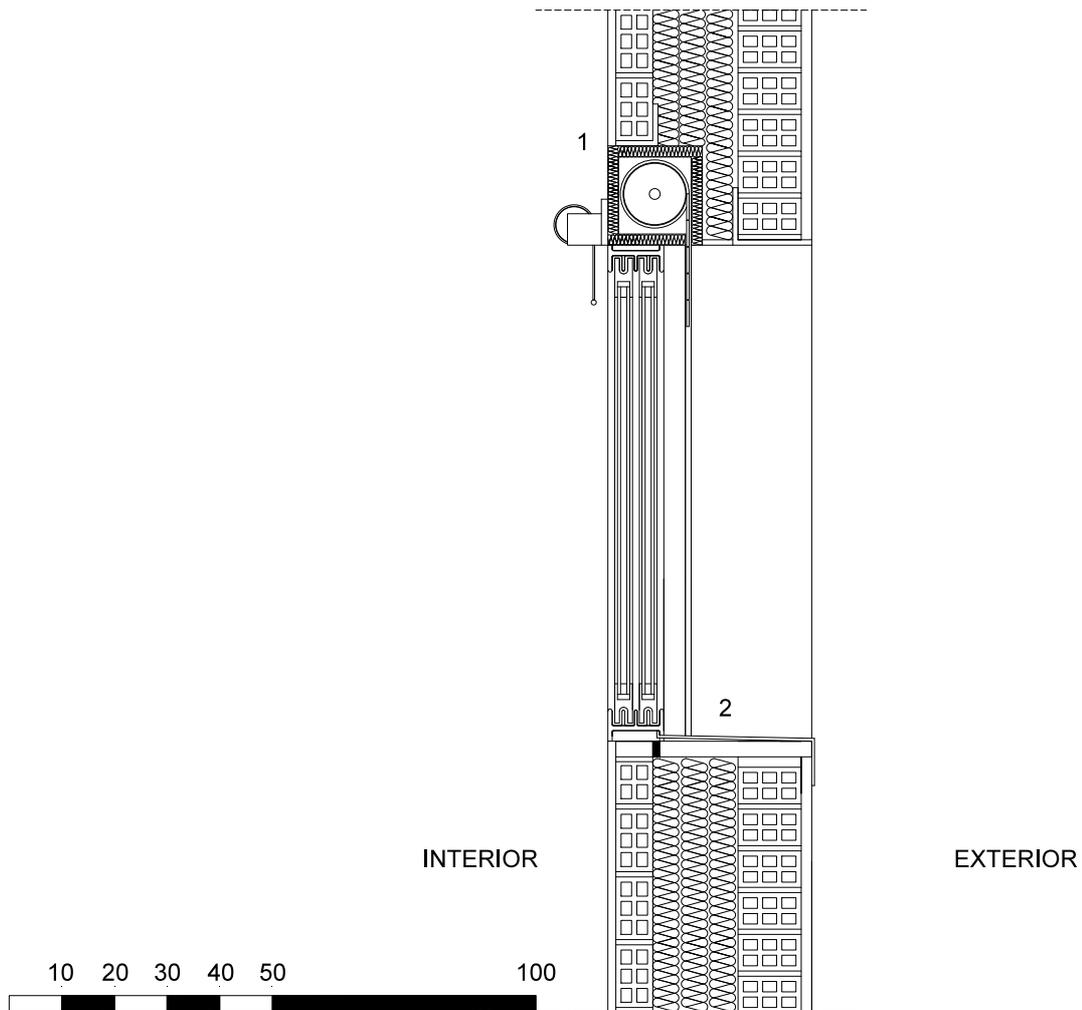
2\_baldosa cerámica continua al origen, que hemos interrumpido a nivel de la ventana tratándolo con una junta elástica de caucho.

3\_prolongacion de 1,20m del aislamiento térmico PIR en el tope del forjado.



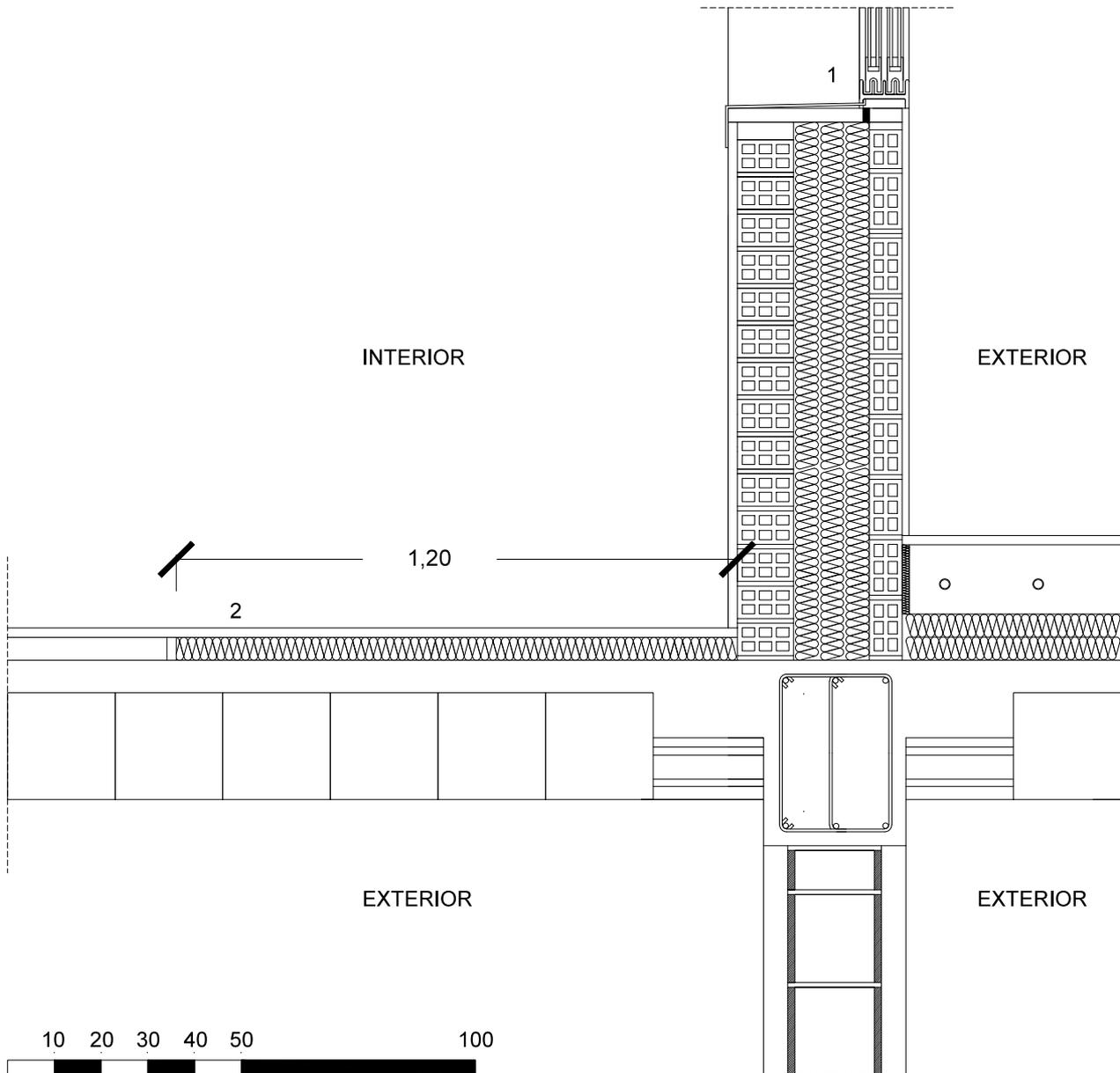
1\_baldosa cerámica continua al origen, que hemos interrumpido a nivel de la ventana tratándolo con una junta elástica de caucho.

2\_Junta elástica sacada a la fachada, para evitar fisuras y tratamiento del frente de forjado con aislamiento térmico PIR.



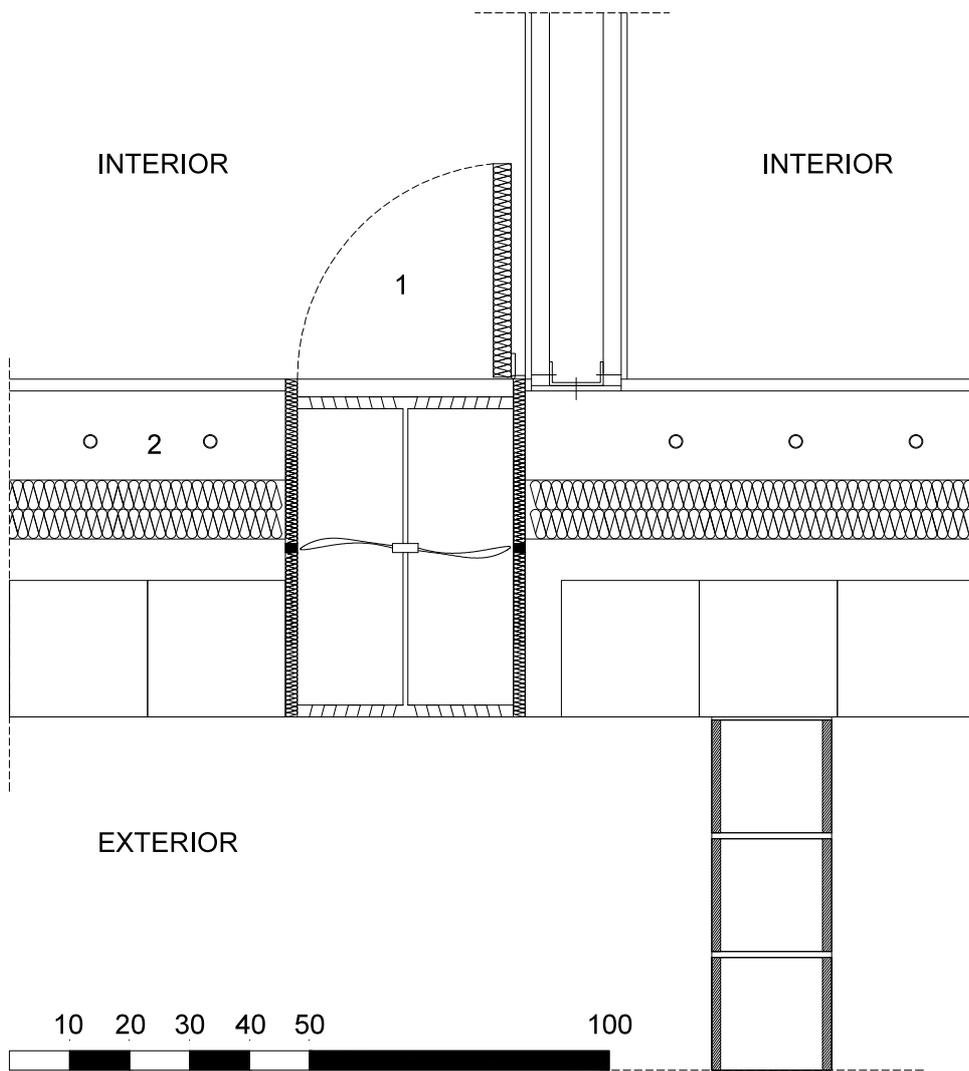
1\_caja de persiana con tratamiento térmico PIR.

2\_baldosa cerámica continua al origen, que hemos interrumpido a nivel de la ventana tratándolo con una junta elástica de caucho.



1\_baldosa cerámica continua al origen, que hemos interrumpido a nivel de la ventana tratándolo con una junta elástica de caucho.

2\_prolongacion de 1,20m del aislamiento térmico PIR en el tope del forjado.



1\_utilizacion de un impulsador de aire natural con aislamiento térmico PIR.

## 7 ACONDICIONAMIENTO TERMICO/

### 7.1 PREAMBULO/

Esta claro que el objetivo del trabajo es **el acondicionamiento** de la **Eco House** con **energías limpias**. Como se explico en **las estrategias bioclimáticas**, la demande energética de la vivienda se va a abastecer gracias a **la energía solar**, a través de **los paneles fotovoltaicos**.

**La solución adoptada en invierno para calefatar la casa es la siguiente:**

**1\_ Un sistema geotérmico de 2 sondas a 350m** de profundidad para llegar a una temperatura de **20°C** constante durante todo el año. Esta **temperatura de 20°C** nos reducirá el salto térmico entre la temperatura suministrada por la red en invierno que llega a un mínimo de **6°C** en el mes de enero y la temperatura objetivo para el suelo radiante que utiliza agua a **30-47°C**.

**2\_ Un sistema de suelo radiante** repartido en toda la casa, que se encargara de calentar todas la superficies de suelo de **los espacios a calefatar**.

**Las razones por las que se ha elegido este sistema y no otro son las siguientes:**

**a\_ Las sondas geotérmicas a 350m de profundidad** nos garantiza un temperatura de **20c° anual**, lo que representa **un ahorro considerable** ya que **las bombas de calor** utilizadas tendrán que cubrir **menos salto térmico**, lo que viene a decirnos que consumiremos menos energía eléctrica.

**b\_ El sistema de suelo radiante** nos permite tener **la mejor distribución de calor** para un sistema de calefacción. Es sin duda la que mas se aproxima a **la distribución ideal**. El aire caliente como sabemos es mas ligero que el aire frio, de allí **la eficiencia del sistema** que se basa en calentar por radiación la capa de aire mas cercana al suelo. Haciéndose mas ligera, esa **masa de aire sube hacia arriba** calentando uniformemente todo el volumen de aire a calefatar.

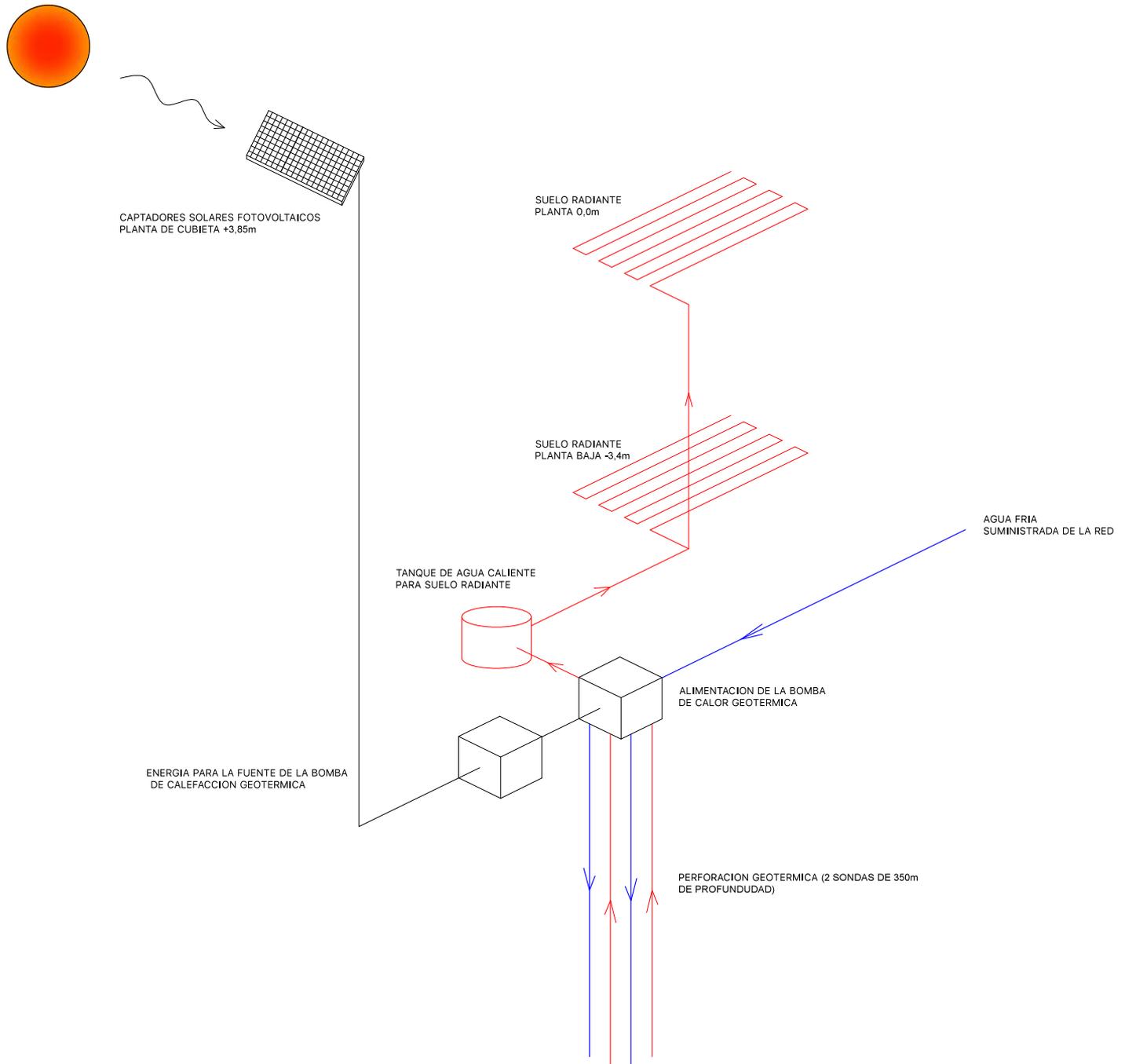
**c\_ El sistema de suelo radiante** utiliza **agua caldeada entre 30c° y 47c°**, esto permite el uso de **calderas de baja temperatura y de bombas de calor**, lo que se refleja directamente en **el consumo energético**. La baja temperatura del fluido caloportador nos evita **problemas de quemaduras de tuberías**.

**d\_ Los dos sistemas (geotermia y suelo radiante)**, son sistemas enterrados que **no tienen aparatos que suelen invadir el espacio habitable**, como pueden ser los radiadores convencionales. Suelen tener cuartos especiales previstos para **la maquinaria del sistema**. Estos cuartos deben de estas **bien sonorizados y aislados para el confort de los ocupantes**. También hay que asegurarse de **la adecuada ventilación** de esos cuartos para la seguridad del sistema.

e\_Para terminar, vale destacar que estos sistemas ofrecen al usuario **economía a corto y largo plazo**. Los sistemas de suelo radiante **mantienen la limpieza de los espacios** ya que **no ocupan espacio habitable ni rompen con la decoración del hogar**, simplifica la limpieza de la casa al estar bajo suelo y es compatible con cualquier fuente de energía.

## 7.2 RESUMEN DEL SISTEMA DE CALEFACI3N INSTALADO/

El sistema de calefacci3n esta constituido por:



\_Como viene explicado en el esquema, **la única fuente de energía es la proveniente de la placas solares.**

\_El agua nos viene suministrado de **la red** directamente. El agua pasa posteriormente por las dos perforaciones de 350m que **nos la suministran a 20c°** constante durante todo el año.

\_El **agua a 20c°** suministrado por el subsuelo a través de las sondas, pasa por **la bomba de calor** para llegar a ese intervalo de temperatura de **30-47c°**.

\_Calentado ya el agua a temperatura de suministro, **el agua caliente para suelo radiante**, pasa por las diferentes tuberías, para llegar a **la red horizontal** que nos calentara los diferentes volúmenes de aire por **radiación**.

\_Puesto que el sistema solo funciona con **energía solar**, los días que no haya soleamiento suficiente para que el sistema funcione, **se utilizaran como fuente las baterías de almacenamiento** que tendrán energía suficiente la casa **durante 3 días**. Y si los días de falta de sol se exceden a tres, **el sistema de calefacción tirara de la red de suministro municipal**, ya que esta como respaldo al sistema de **autosuficiencias energética**.

### 7.3 DISEÑO DEL SISTEMA/

#### 7.3.1 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS/

Para un mejor control de temperatura, los circuitos de cada local a calefactar serán **independientes**, de este modo se regulara automáticamente la temperatura, enviando una señal desde cada local **a través de los termostatos instalados a la electroválvula** de la central. De este modo se posibilita **la regulación de temperaturas** de manera independiente en cada uno de los locales.

---

$$L = \frac{A}{e} + 2.l$$

*A: el área a calefactar cubierta por el circuito (m<sup>2</sup>).*

*e: la separación entre tubos que vamos a fijar en 20cm.*

*l: longitud entre el colector y el área a calefactar.*

*L: longitud necesaria de cada circuito.*

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS							
CIRCUITOS	ESTANCIAS	SUP (m2)	VOL (m3)	l (m)	e (m)=	L (m)	DEMANDA (W)
PLANTA 0,0m							
1_1	Living_1	31,5	97,65	8,3	0,2	174,1	-780,61
1_2	Living_2	33,26	103,106	8,55	0,2	183,4	-824,22
1_3	Cocina	35,88	111,228	14,3	0,2	208	-889,15
2	Hab.01	33,12	102,672	4,24	0,2	174,08	-714,54
3	Baño.01	14,5	44,95	5,65	0,2	83,8	-797,2
4	Ropero	10	31	3,52	0,2	57,04	-349,7
5	Hab.02	15,1	46,81	4,55	0,2	84,6	-301,57
6	Baño.02	11	34,1	10,28	0,2	75,56	-432,4
7	Hab.03	15,1	46,81	11,72	0,2	98,94	-302,2
8	Tras.01	7,1	22,01	16,26	0,2	68,02	-284,2
9	Baño.03	6,5	20,15	18,02	0,2	68,54	-284,2
10_1	Pasillo 1-1	17,8	55,18	8,42	0,2	105,84	-150,84
10_2	Pasillo 1-2	17,8	55,18	19,43	0,2	127,86	-150,84
PLANTA -3,40m							
11_1	Despacho_1	33,1	95,99	0,56	0,2	166,62	-464,76
11_2	Despacho_2	17,9	51,91	1,15	0,2	91,8	-251,33
12	Baño.04	6,2	17,98	6,89	0,2	44,78	-386,1
13	Sala	17,9	51,91	8,48	0,2	106,46	-270,3
14	Tras.02	14,23	41,267	13	0,2	97,15	-508,4
15_1	Pasillo 2-1	17,8	51,62	5	0,2	99	-147,26
15_2	Pasillo 2-2	17,8	51,62	17,1	0,2	123,2	-147,26
16_1	Doble Altura 1	33,5	279,725	17,37	0,2	202,24	-420,23
16_2	Doble Altura 2	33,2	215,8	18,1	0,2	202,2	-324,76
17_1	Gim-1	32,5	94,25	6,1	0,2	174,7	-1000,7
17_2	Gim-2	32,5	94,25	12,2	0,2	186,9	-1000,7
<b><math>L(m) = A/e + 2.l</math></b>							

### 7.3.2 CALCULO DE LA TEMPERATURA MEDIA SUPERFICIAL EN EL PAVIMENTO/

$$Q = \alpha \times (T_{MS} - T_i)$$

$Q$  ( $W/m^2$ ): carga térmica del local por  $m^2$ .

$\alpha$  ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ): coeficiente de transmisión del calor del suelo.

$T_{MS}$ : temperatura superficial.

$T_i$ : temperatura interior de diseño.

Como muestra la fórmula **la temperatura superficial** del pavimento es función de **la demanda energética**, de un coeficiente alpha de transmisión de calor que en rango de temperaturas en los que nos movemos varía entre 10 y 12 ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ), y finalmente de **la temperatura interior del local** en  $^\circ C$ .

Por motivos de **confort** de los usuarios y problemas de defectos en los tabiques de cartón yeso, muebles, sanitarios, etc., se fijara como **temperatura superficial máxima** la de  $30^\circ C$ .

Se utilizara para todas las tuberías emisoras, tuberías de la casa comercial **UPONOR wirsbo-evalIPEX 25x2,5**. [ANEJO 01\_pg.52]

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO							
CIRCUITOS	ESTANCIAS	SUP (m <sup>2</sup> )	DEMANDA (W)	DEMANDA (W/m <sup>2</sup> )	$\alpha$ (w/m <sup>2</sup> °C)	Ti (°C)	Tms (°C)
PLANTA 0,0m							
1_1	Living_1	31,5	-780,61	-24,78	12	21	23,07
1_2	Living_2	33,26	-824,22	-24,78	12	21	23,07
1_3	Cocina	35,88	-889,15	-24,78	12	21	23,07
2	Hab.01	33,12	-714,54	-21,57	12	21	22,80
3	Baño.01	14,5	-797,2	-54,98	12	23	27,58
4	Ropero	10	-349,7	-34,97	12	21	23,91
5	Hab.02	15,1	-301,57	-19,97	12	21	22,66
6	Baño.02	11	-432,4	-39,31	12	23	26,28
7	Hab.03	15,1	-302,2	-20,01	12	21	22,67
8	Tras.01	7,1	-284,2	-40,03	12	21	24,34
9	Baño.03	6,5	-284,2	-43,72	12	21	24,64
10_1	Pasillo 1-1	17,8	-150,84	-8,47	12	21	21,71
10_2	Pasillo 1-2	17,8	-150,84	-8,47	12	21	21,71
PLANTA -3,40m							
11_1	Despacho_1	33,1	-464,76	-14,04	12	21	22,17
11_2	Despacho_2	17,9	-251,33	-14,04	12	21	22,17
12	Baño.04	6,2	-386,1	-62,27	12	23	28,19
13	Sala	17,9	-270,3	-15,10	12	21	22,26
14	Tras.02	14,23	-508,4	-35,73	12	21	23,98
15_1	Pasillo 2-1	17,8	-147,26	-8,27	12	21	21,69
15_2	Pasillo 2-2	17,8	-147,26	-8,27	12	21	21,69
16_1	Doble Altura 1	33,5	-420,23	-12,54	12	21	22,05
16_2	Doble Altura 2	33,2	-324,76	-9,78	12	21	21,82
17_1	Gim-1	32,5	-1000,7	-30,79	12	21	23,57
17_2	Gim-2	32,5	-1000,7	-30,79	12	21	23,57
<b><math>Q(W/m^2) = \alpha \times (Tms - Ti)</math></b>							

Como muestra la tabla en ninguna estancia superaremos la temperatura de 30°C marcada como máximo.

### 7.3.3. CALCULO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA/

$$Q = k_a \cdot (T_{MA} - T_i)$$

$Q$  ( $W/m^2$ ): carga térmica del local por  $m^2$ .

$k_a$  ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ): coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos.

$T_{MA}$ : temperatura media del agua en las tuberías emisoras.

$T_i$ : temperatura interior de diseño.

$$k_a = 1 / (\sum (e / \lambda) + (1 / \alpha))$$

$k_a$  ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ): coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos.

$e$  ( $m$ ): espesor de la capa.

$\lambda$  ( $W/m \text{ } ^\circ C$ ): conductividad térmica del material de la capa.

$\alpha$  ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ): coeficiente de transmisión del calor del suelo.

La incógnita en este apartado es  $T_{MA}$ , la temperatura del agua en las tuberías emisoras.

Vamos a fijar como **máximo un salto térmico de 10°C** entre el agua de impulsión y el agua de retorno.

TEMPERATURA DEL AGUA							
CIRCUITOS	ESTANCIAS	DEMANDA (W/m <sup>2</sup> )	Δt (°C)	ka (W/m <sup>2</sup> .°C)	Tms (°C)	Ti (°C)	Tma (°C)
PLANTA 0,0m							
1_1	Living_1	24,78	10	5,77	23,07	21	25,30
1_2	Living_2	24,78	10	5,77	23,07	21	25,30
1_3	Cocina	24,78	10	5,77	23,07	21	25,30
2	Hab.01	21,57	10	5,77	22,80	21	24,74
3	Baño.01	54,98	10	5,77	27,58	21	30,53
4	Ropero	34,97	10	5,77	23,91	21	27,06
5	Hab.02	19,97	10	5,77	22,66	21	24,46
6	Baño.02	39,31	10	5,77	26,28	21	27,81
7	Hab.03	20,01	10	5,77	22,67	21	24,47
8	Tras.01	40,03	10	5,77	24,34	21	27,94
9	Baño.03	43,72	10	5,77	24,64	21	28,58
10_1	Pasillo 1-1	8,47	10	5,77	21,71	21	22,47
10_2	Pasillo 1-2	8,47	10	5,77	21,71	21	22,47
PLANTA -3,40m							
11_1	Despacho_1	14,04	10	5,77	22,17	21	23,43
11_2	Despacho_2	14,04	10	5,77	22,17	21	23,43
12	Baño.04	62,27	10	5,77	28,19	21	31,79
13	Sala	15,10	10	5,77	22,26	21	23,62
14	Tras.02	35,73	10	5,77	23,98	21	27,19
15_1	Pasillo 2-1	8,27	10	5,77	21,69	21	22,43
15_2	Pasillo 2-2	8,27	10	5,77	21,69	21	22,43
16_1	Doble Altura 1	12,54	10	5,77	22,05	21	23,17
16_2	Doble Altura 2	9,78	10	5,77	21,82	21	22,70
17_1	Gim-1	30,79	10	5,77	23,57	21	26,34
17_2	Gim-2	30,79	10	5,77	23,57	21	26,34
<b>Q(W/m<sup>2</sup>)= ka . (T<sub>MA</sub> - T<sub>i</sub>)</b>							
MATERIAL	e (m)	λ (W/m.°C)	R (m <sup>2</sup> k/W)				
hormigon ligero	0.075	1,15	0,071				
mortero de cemento	0.015	1,5	0,01	Rt=	0,09		
baldosa de gres	0,01	2,3	0,004	α (w/m <sup>2</sup> °C)= 12			
<b>ka (W/m<sup>2</sup>.°C)= 1 / {Σ (e/λ) + (1/α)}</b>							

Vamos a coger como temperatura media del agua la máxima que salio por calculo 31°C.

### 7.3.3 CAUDAL DEL AGUA/

$$Q(W) = m \cdot C_p \cdot (T_{IMP} - T_{RET})$$

$Q(W)$ : carga térmica del local = la potencia térmica emitida (W).

$m$  (kg/s): caudal de agua.

$C_p$ : el calor específico del agua = 4180 j/kg.°C.

$T_{IMP} - T_{RET}$ : salto térmico prefijado anteriormente = 10°C.

La incógnita en este apartado es el **caudal m(kg/s)**, que será diferente en cada estancia para **un mejor control de demanda**. Así pues **los cabezales electro térmicos** modificarán el caudal necesario para llegar a **la temperatura de confort** en cada una de las estancias.

CAUDAL DE AGUA							
CIRCUITOS	ESTANCIAS	DEMANDA (W)	T imp (°C)	T ret (°C)	Δt (°C)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL (m3/s)
PLANTA 0,0m							
1_1	Living_1	780,61	35	25	10	0,0187	1,87E-05
1_2	Living_2	824,22	35	25	10	0,0197	1,97E-05
1_3	Cocina	889,15	35	25	10	0,0213	2,13E-05
2	Hab.01	714,54	35	25	10	0,0171	1,71E-05
3	Baño.01	797,20	35	25	10	0,0191	1,91E-05
4	Ropero	349,70	35	25	10	0,0084	8,37E-06
5	Hab.02	301,57	35	25	10	0,0072	7,21E-06
6	Baño.02	432,40	35	25	10	0,0103	1,03E-05
7	Hab.03	302,20	35	25	10	0,0072	7,23E-06
8	Tras.01	284,20	35	25	10	0,0068	6,80E-06
9	Baño.03	284,20	35	25	10	0,0068	6,80E-06
10_1	Pasillo 1-1	150,84	35	25	10	0,0036	3,61E-06
10_2	Pasillo 1-2	150,84	35	25	10	0,0036	3,61E-06
PLANTA -3,40m							
11_1	Despacho_1	464,76	35	25	10	0,0111	1,11E-05
11_2	Despacho_2	251,33	35	25	10	0,0060	6,01E-06
12	Baño.04	386,10	35	25	10	0,0092	9,24E-06
13	Sala	270,30	35	25	10	0,0065	6,47E-06
14	Tras.02	508,40	35	25	10	0,0122	1,22E-05
15_1	Pasillo 2-1	147,26	35	25	10	0,0035	3,52E-06
15_2	Pasillo 2-2	147,26	35	25	10	0,0035	3,52E-06
16_1	Doble Altura 1	420,23	35	25	10	0,0101	1,01E-05
16_2	Doble Altura 2	324,76	35	25	10	0,0078	7,77E-06
17_1	Gim-1	1000,70	35	25	10	0,0239	2,39E-05
17_2	Gim-2	1000,70	35	25	10	0,0239	2,39E-05
<b><math>Q(W) = m \cdot C_p \cdot (T \text{ impulsado} - T \text{ retorno})</math></b>							

### 7.3.4 VELOCIDAD DEL AGUA/

$$V(\text{m/s}) = Q(\text{m}^3/\text{s}) \cdot \pi \cdot r^2$$

La incógnita en este apartado es la **velocidad del agua**, flujo calor portante.

Para evitar molestias al usuario, de **los ruidos del agua por fricción**, se recomienda limitar la velocidad del agua a 2m/s.

Como bien explicado anteriormente la tubería utilizada es la tubería de la casa comercial **UPONOR wirsbo-evalIPEX 25x 2,5mm** (espesor de 2,5mm, diámetro conductor 20mm)

VELOCIDAD DEL AGUA				
CIRCUITOS	ESTANCIAS	DEMANDA (W)	CAUDAL (m3/s)	V(m/s)
PLANTA 0,0m				
1_1	Living_1	780,61	1,87E-05	0,0594
1_2	Living_2	824,22	1,97E-05	0,0628
1_3	Cocina	889,15	2,13E-05	0,0677
2	Hab.01	714,54	1,71E-05	0,0544
3	Baño.01	797,20	1,91E-05	0,0607
4	Ropero	349,70	8,37E-06	0,0266
5	Hab.02	301,57	7,21E-06	0,0230
6	Baño.02	432,40	1,03E-05	0,0329
7	Hab.03	302,20	7,23E-06	0,0230
8	Tras.01	284,20	6,80E-06	0,0216
9	Baño.03	284,20	6,80E-06	0,0216
10_1	Pasillo 1-1	150,84	3,61E-06	0,0115
10_2	Pasillo 1-2	150,84	3,61E-06	0,0115
PLANTA -3,40m				
11_1	Despacho_1	464,76	1,11E-05	0,0354
11_2	Despacho_2	251,33	6,01E-06	0,0191
12	Baño.04	386,10	9,24E-06	0,0294
13	Sala	270,30	6,47E-06	0,0206
14	Tras.02	508,40	1,22E-05	0,0387
15_1	Pasillo 2-1	147,26	3,52E-06	0,0112
15_2	Pasillo 2-2	147,26	3,52E-06	0,0112
16_1	Doble Altura 1	420,23	1,01E-05	0,0320
16_2	Doble Altura 2	324,76	7,77E-06	0,0247
17_1	Gim-1	1000,70	2,39E-05	0,0762
17_2	Gim-2	1000,70	2,39E-05	0,0762
<b><math>V(\text{m/s}) = Q(\text{m}^3/\text{s}) \cdot \pi \cdot R^2</math></b>				

### 7.3.5 CALCULO DE LOS MONTANTES/

$$HB = LT \cdot Hcl + \sum k \cdot (V^2/2g) + (Z_2 - Z_1)$$

*LT (m): longitud total del circuito primario.*

*Hcl: perdida de carga por metro de tubo*

*Z<sub>2</sub> - Z<sub>1</sub>: perdida por altura geométrica 3m.*

*k: factor perdida característico de cada elemento.*

Para la resolución de este apartado se van a utilizar las tablas de perdidas de la casa comercial **UPONOR**.

La **perdida de carga** a considerar será la mayor de entre las perdidas de carga de todos los circuitos.

Como reseñado anteriormente, se utilizaran las tablas del **UPONOR wirsbo-evalIPEX 25x2,5** para extraer **las perdidas de carga** en los circuitos emisores, en montantes y tuberías de distribución.

Al final de este apartado se asegurara que **la bomba de calor geotérmica** sea capaz de impulsar ese volumen de agua.

PERDIDA DE CARGA EN EL CIRCUITO					
CIRCUITOS	ESTANCIAS	L (m)	CAUDAL (l/s)	Perdida/m	Perdida/circuito
PLANTA 0,0m					
1_1	Living_1	174,10	0,0187	0,0125	2,1763
1_2	Living_2	183,40	0,0197	0,0150	2,7510
1_3	Cocina	208,00	0,0213	0,0220	4,5760
2	Hab.01	174,08	0,0171	0,0125	2,1760
3	Baño.01	83,80	0,0191	0,0100	0,8380
4	Ropero	57,04	0,0084	0,0050	0,2852
5	Hab.02	84,60	0,0072	0,0100	0,8460
6	Baño.02	75,56	0,0103	0,0100	0,7556
7	Hab.03	98,94	0,0072	0,0100	0,9894
8	Tras.01	68,02	0,0068	0,0050	0,3401
9	Baño.03	68,54	0,0068	0,0050	0,3427
10_1	Pasillo 1-1	105,84	0,0036	0,0100	1,0584
10_2	Pasillo 1-2	127,86	0,0036	0,0100	1,2786
PLANTA -3,40m					
11_1	Despacho_1	166,62	0,0111	0,0125	2,0828
11_2	Despacho_2	91,80	0,0060	0,0100	0,9180
12	Baño.04	44,78	0,0092	0,0050	0,2239
13	Sala	106,46	0,0065	0,0100	1,0646
14	Tras.02	97,15	0,0122	0,0100	0,9715
15_1	Pasillo 2-1	99,00	0,0035	0,0100	0,9900
15_2	Pasillo 2-2	123,20	0,0035	0,0100	1,2320
16_1	Doble Altura 1	202,24	0,0101	0,0220	4,4493
16_2	Doble Altura 2	202,20	0,0078	0,0220	4,4484
17_1	Gim-1	174,70	0,0239	0,0125	2,1838
17_2	Gim-2	186,90	0,0239	0,0125	2,3363
<b>PERDIDA TOTAL (kPa):</b>					<b>39,3137</b>

Las pérdidas producidas en el circuito de alimentación y retorno de los colectores del suelo radiante:

$$H_{TOTAL} = L_{TOTAL} \cdot H_{LINEAL}$$

La mayor longitud corresponde al circuito 1\_3 (cocina) 208m

La pérdida de carga lineal para esa longitud 0,022 kPa/m

$$H_{TOTAL} = 4,576 \text{ kPa}$$

Las pérdidas producidas en los colectores vienen determinadas por el caudal y el número de circuitos, en nuestro caso tenemos 2 veces 12 circuitos. Para el colector tenemos una pérdida de 0,2 kPa.

PERDIDA DE CARGA EN VALVULERIA			
Elementos	N°	L (m)	Perdida (kPa)
PLANTA 0,0m			
Valvula de corte	12	1,4	0,03
Codos	12	4,23	0,09
PLANTA -3,40m			
Valvula de corte	12	1,4	0,03
Codos	12	4,13	0,09
<b>PERDIDA TOTAL (kPa):</b>			<b>0,24</b>

$$\text{Perdidas totales: } 39,3137 + 4,576 + 0,1 + 0,1 + 0,24 = 44,327 \text{ kPa}$$

ALTURA DE BOMBA (mca)						
CIRCUITOS	ESTANCIAS	L (m)	CAUDAL (l/s)	V(m/S)	Perdida/m	Altura de bomba
PLANTA 0,0m						
1_1	Living_1	174,10	0,0187	0,0594	0,0125	5,2671
1_2	Living_2	183,40	0,0197	0,0628	0,0150	5,8523
1_3	Cocina	208,00	0,0213	0,0677	0,0220	7,6939
2	Hab.01	174,08	0,0171	0,0544	0,0125	5,2521
3	Baño.01	83,80	0,0191	0,0607	0,0100	3,9327
4	Ropero	57,04	0,0084	0,0266	0,0050	3,3034
5	Hab.02	84,60	0,0072	0,0230	0,0100	3,8596
6	Baño.02	75,56	0,0103	0,0329	0,0100	3,7835
7	Hab.03	98,94	0,0072	0,0230	0,0100	4,0030
8	Tras.01	68,02	0,0068	0,0216	0,0050	3,3521
9	Baño.03	68,54	0,0068	0,0216	0,0050	3,3547
10_1	Pasillo 1-1	105,84	0,0036	0,0115	0,0100	4,0618
10_2	Pasillo 1-2	127,86	0,0036	0,0115	0,0100	1,2820
PLANTA -3,40m						
11_1	Despacho_1	166,62	0,0111	0,0354	0,0125	2,1150
11_2	Despacho_2	91,80	0,0060	0,0191	0,0100	0,9274
12	Baño.04	44,78	0,0092	0,0294	0,0050	0,2461
13	Sala	106,46	0,0065	0,0206	0,0100	1,0755
14	Tras.02	97,15	0,0122	0,0387	0,0100	1,0100
15_1	Pasillo 2-1	99,00	0,0035	0,0112	0,0100	0,9932
15_2	Pasillo 2-2	123,20	0,0035	0,0112	0,0100	1,2352
16_1	Doble Altura 1	202,24	0,0101	0,0320	0,0220	4,4756
16_2	Doble Altura 2	202,20	0,0078	0,0247	0,0220	4,4641
17_1	Gim-1	174,70	0,0239	0,0762	0,0125	2,3330
17_2	Gim-2	186,90	0,0239	0,0762	0,0125	2,4855
<b>Se necesita una bomba capaz de impulsar:</b>						<b>7,69 mca</b>
ka (W/m <sup>2</sup> .°C)	5,77					

### 7.3.6 CALCULO DE LA BOMBA DE CALOR GEOTERMICA/

$$P = m \cdot C \cdot \Delta T$$

*P (W): la potencia de la bomba.*

*m: flujo másico 0,277k Kg/s.*

*C: calor específico 4186 j/KgK.*

*ΔT: salto térmico prefijado 35-25=10°C.*

$$P_{\text{BOMBA}} = 8.595,22 \text{ W} = 8,59\text{kW}.$$

**La bomba de calor geotérmica deberá cubrir una demanda de calor de 8,59kW. [ANEJO 01\_pg.54]**

## 8 AGUA CALIENTE SANITARIA/

El **consumo diario de la vivienda** es en función de los dormitorios y del número de habitantes de la vivienda y **lo establece el CTE** en una tabla de consumos.

CONSUMO DIARIO ACS				
Tipo de vivienda	n° dormitorios	Ocupantes	consumo diario/persona	Consumo diario total
Eco-House	3	4	30	120
consumo total * 1,25=				150

A continuación vamos a calcular **la demanda energética del agua caliente sanitaria Q(Mj)**.

DEMANDA ENERGETICA ACS					
Mes	Consumo diario (l/día)	N° días	Consumo mensual (l/mes)	Temp agua geotermica (°C)	Energia ACS/mes (Mj)
Enero	150	31	4650	21	759,31
Febrero	150	29	4350	21	710,32
Marzo	150	31	4650	21	759,31
Abril	150	30	4500	21	734,82
Mayo	150	31	4650	21	759,31
Junio	150	30	4500	21	734,82
Julio	150	31	4650	21	759,31
Agosto	150	31	4650	21	759,31
Septiembre	150	30	4500	21	734,82
Octubre	150	31	4650	21	759,31
Noviembre	150	30	4500	21	734,82
Diciembre	150	31	4650	21	759,31
Vacs(60°C):	127,5	E requerida= Q dia.Vol(60°).Δt/1000			

$$E \text{ requerida} = Q_{\text{diario}} \cdot \text{Vol}(60^\circ\text{C}) \cdot \Delta T / \rho$$

*E (Mj): la energía requerida.*

*Q diario: consumo diario en ACS en l/día.*

*Vol(60°C): 3,85m<sup>3</sup>/día.*

*ΔT: salto térmico prefijado 35-25=10°C.*

*ρ: 1000 kg/m<sup>3</sup>*

A continuación, calculamos los datos de **irradiación solar**, teniendo en cuenta la inclinación óptima, que en nuestro caso según los datos de **irradiación global** y los factores correctores es la de **37°**.

Los datos de irradiación global están sacados del **Atlas de Irradiación de Catalunya**.

$$\text{Irradiancia} = (\text{Irradiación solar} \cdot 10^6) / (3600 \cdot \text{N}^\circ \text{ horas})$$

IRRADIANCIA				
Mes	Irradiación diaria (Mj/m2) 0°	Irradiación diaria (Mj/m2) 37°	horas de sol	Irradiancia (W/m2)
Enero	6,42	11,63	8	403,82
Febrero	8,94	14	9	432,10
Marzo	12,82	17,07	9	526,85
Abril	17,17	19,73	9,5	576,90
Mayo	20,73	21,24	9,5	621,05
Junio	22,55	21,79	9,5	637,13
Julio	22,12	21,51	9,5	628,95
Agosto	19,51	20,28	9,5	592,98
Septiembre	15,5	17,94	9	553,70
Octubre	11,15	14,76	9	455,56
Noviembre	7,63	11,99	8	416,32
Diciembre	5,89	10,74	7,5	397,78
Irradiancia(W/m2)=( irradiacion solar . 10^6) / (3600 . N° horas)				

A continuación se calcula **el calor útil obtenido por m<sup>2</sup> de captador** (Mj/m2):

CALOR UTIL /m <sup>2</sup> DE CAPTADOR				
Mes	Irradiancia (W/m2)	Rendimiento del captador	Calor por m2 de captador	Calor util por m2 de captador
Enero	403,82	0,557	224,93	202,43
Febrero	432,10	0,502	216,91	195,22
Marzo	526,85	0,49	258,16	232,34
Abril	576,90	0,366	211,15	190,03
Mayo	621,05	0,216	134,15	120,73
Junio	637,13	0,163	103,85	93,47
Julio	628,95	0,317	199,38	179,44
Agosto	592,98	0,468	277,52	249,76
Septiembre	553,70	0,565	312,84	281,56
Octubre	455,56	0,588	267,87	241,08
Noviembre	416,32	0,601	250,21	225,19
Diciembre	397,78	0,572	227,53	204,78
Calor por m2 de captador(Mj/m2)=N° dias al mes . rendimiento . Irradiancia >< Calor util= Calor por m2 . 0,9				

A continuación de calcula **el área total de los captadores**, y **el aporte energético real** con los captadores adoptados

AREA TOTAL DE LOS CAPTADORES				
Mes	Calor util por m2 de captador	Energía ACS/mes (Mj)	Superficie m2	Aporte energetico real (Mj)
Enero	202,43	759,31	4	6074,50
Febrero	195,22	710,32	4	5682,60
Marzo	232,34	759,31	3	6074,50
Abril	190,03	734,82	4	5878,55
Mayo	120,73	759,31	6	6074,50
Junio	93,47	734,82	8	5878,55
Julio	179,44	759,31	4	6074,50
Agosto	249,76	759,31	3	6074,50
Septiembre	281,56	734,82	3	5878,55
Octubre	241,08	759,31	3	6074,50
Noviembre	225,19	734,82	3	5878,55
Diciembre	204,78	759,31	4	6074,50
Superficie necesaria (m2)= Energía ACS/ Calor util por m2 de captador				

Por calculo nos salen **8 m2 de captadores necesarios para abastecer la demanda en agua caliente** durante todo el año, por ello se utilizaran **2 captadores Fera F-552**: [ANEJO 01\_pg.57]

Captador solar	Fera F-552
Ancho	3.793mm
Alto	1.148mm
Fondo	105mm
Superficie bruta	5,61m2
Superficie de apertura	5,16m2
Superficie del abserbedor	5,03m2
Peso total	109kg
Capacidad version integral	3,00 l
Caudal de diseño	12-15 l/m2h
Curva de rendimiento	0,83 3,634W/m2 °K

A continuación falta por calcular **el volumen del acumulador**:

$$\text{Vol} = \text{Superficie de captadores} \cdot 75 = 8 \times 75 = 600l$$

Queda como ultimo paso determinar **la superficie de intercambiador**:

$$\text{Superficie intercambidor} = 0,2 \times \text{Area de captadores} = 0,2 \times 8 = 1,6 \text{ m}^2$$

## 9 AIRE ACONDICIONADO/

Ahora que tenemos los sistemas de calefacción por suelo radiante calculados y dimensionados. Vamos a proceder al calculo de **los sistemas de refrigeración** que deberán de combatir **las demandas energéticas para los meses mas calurosos**.

Hay que decir que la resolución se puede hacer **con suelo radiante** como en el apartado anterior, ya que **la bomba geotérmica** puede dar **calor en invierno** y **fresco en verano**. Pero vamos a resolver el problema con **otro sistema refrigeración** para aportar otra solución posible al problema.

Vamos a dividir el sistema de refrigeración en **dos partes iguales**, la planta 0,00m y la planta -3,40m. Esta división permitirá al sistema **un mejor ahorro**, ya que ninguna o **muy pocas veces ambos sistemas funcionarán al unísono** y que cada momento de uso la potencia eléctrica consumida será un único sistema, así tendremos **un consumo responsable de la energía**.

A continuación vamos a calcular **la carga efectiva de REFRIGERACIÓN** de la planta 0,00m:

CARGA DE CALOR SENSIBLE_TC°ext=9,1C°_TC°i nt=21-23C°							
ZONAS (0,00m)	Hab.01	Hab2	Baño1	Ropero	Hab3	Baño2	Tras.01
Perdidas por transmisión (w)	41,84	16,2	17,10	15,40	16,2	10,3	2,5
Perdidas por ventilación (w)	167,50	104,7	201,90	95,17	104,9	135,1	83,4
Ganancias por radiación (w)	66,34	164,34	19,98	7,59	164,34	75,24	0
Perdidas Totales (w)	296,62	285,39	239,11	118,21	285,59	220,76	85,99
					Baño3	Espacio Abierto	
Ganancia t de calor SI (w)	564,83				2,5	946,33	
CARGA TOTAL CS (W)	7938,71				83,4	946,05	
					0	3589,71	
					85,99	5756,19	
CARGA DE CALOR LATENTE_TC°ext=9,1C°_TC°i nt=21-23C°							
Ganancia de calor latente del aire exterior de ventilacion							
Qlv= m3/N° ocupantes x 0,7 x ΔT (°C)		Caudal 17m3/h		171,36			
Carga de calor sensible interior	N° Ocupantes	Unidade s	Cs	Factores			
Ocupantes considerando actividad	4		50				
Motores y otros sistemas		500		0,86			
Subtotal calor sensible interno				630			
CARGA TOTAL CL (W)				690,83	TOTAL DE GANACIAS (W)		8629,53

**Carga efectiva total de refrigeracion= 8.629,53 . 1,10= 9.492,50W**

A continuación vamos a calcular la **carga efectiva de REFRIGERACIÓN** de la planta -3,40m:

CARGA DE CALOR SENSIBLE_ TC°ext=9,1C°_TC°i nt=21-23C°						
ZONAS (-3,40m)	Despacho	Baño4	Sala	Tras2	Tras3	Espacio Abierto
Perdidas por transmisión (w)	73,30	11,8	18,6	3,8	3,8	216,23
Perdidas por ventilación (w)	167,50	118,3	91,9	73,07	73,07	946,05
Ganancias por radiación (w)	230,68	79,42	164,34	0	0	3589,71
Perdidas Totales (w)	495,57	209,7	274,96	76,91	47,8	4989,59
						Gim
Ganancia t de calor SI (w)	564,83					142,50
<b>CARGA TOTAL POR PLANTA (W)</b>	<b>9226,6</b>					<b>747,80</b>
						1676,87
						2567,22
CARGA DE CALOR LATENTE_ TC°ext=9,1C°_TC°i nt=21-23C°						
Ganancia de calor latente del aire exterior de ventilacion						
Qlv= m3/N° ocupantes x 0,7 x ΔT (°C)		Caudal 17m3/h		171,36		
Carga de calor sensible interior	N° Ocupantes	Unidades	Cs	Factores		
Ocupantes considerando actividad	4		50			
Motores y otros sistemas		500		0,86		
Subtotal calor sensible interno				630		
<b>CARGA TOTAL CL (W)</b>				<b>690,83</b>	<b>TOTAL DE GANACIAS (W)</b>	<b>9917,43</b>

**Carga efectiva total de refrigeracion= 9.917,43 . 1,10= 10.909,20W**

#### Dimensionado del conducto de cabecera

El caudal de aire refrigerado preciso para climatizar la vivienda y que se impulsara por el conducto de cabecera del sistema se utiliza **la siguiente expression:**

**Caudal (0,00m) = Carga efectiva(W) . 1,16 . 0,23 (m³/h)= 2.910,56 m³/h**

La perdida de carga continua máxima en conductos en uso residencial es de 0,05 mm.c.a/m

Entrando en el abaco:

Caudal=2.910,56 m³/h

Velocidad= 4,6m/seg

Diámetro circular= 450mm

Dimensiones conducto rectangular= 750x200 mm (bxh).

---

$$\text{Caudal (-3,40m)} = \text{Carga efectiva(W)} \cdot 1,16 \cdot 0,23 \text{ (m}^3\text{/h)} = 2.532,59\text{m}^3\text{/h}$$

*La perdida de carga continua máxima en conductos en uso residencial es de 0,05 mm.c.a/m  
Entrando en el abaco:*

Caudal=2.532,59 m<sup>3</sup>/h

Velocidad= 4,5m/seg

Diámetro circular= 430mm

Dimensiones conducto rectangular= 750x200 mm (bxh).

## 10 CONSUMO ELECTRICO/

A continuación se va a hacer **una estimación de los consumo eléctricos** que necesita la casa para **el confort de los habitantes**, con eso demostraremos que **un consumo responsable** con energía renovables **no resta en nada al confort** y el bienestar de los habitantes de la Eco-House.

### 10.1 CALCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS A LOS ELECTRODOMESTICOS/

En este apartado vamos a hacer **una estimación del consumo diario, mensual y anual** debidos a los **electrodomésticos y aparatos** utilizados.

Vamos a reducir la potencia de estos aparatos puesto que estos últimos **no funcionan de manera continua**.

En ese computo tendremos en consideración **el numero de horas de uso efectivo** en función del uso estipulado y la probabilidad de **un consumo simultaneo o no**.

CONSUMO DEBIDO A LOS APARATOS						
Aparatos	Unidades	Potencia input (W)	N° horas	Consumo/Dia (kWh)	Consumo/Mes (kWh)	Consumo/Año (kWh)
Horno + Vitro	1	1000	0,75	0,75	21,00	252,00
Micro ondas	1	750	0,1	0,075	2,10	25,20
Lavadora + Secadora	1	300	0,45	0,135	3,78	45,36
Lavavajillas	1	400	0,5	0,2	5,60	67,20
Nevera	1	160	2,5	0,4	11,20	134,40
Tv	5	200	2	2	56,00	672,00
Ordenadores	4	75	6	1,8	50,40	604,80
Campana	1	250	0,5	0,125	3,50	42,00
Bombillas OLED	20	9	2	0,36	10,8	129,60
Sistema Domotico	1	1000	0,5	0,5	14,00	168,00
Aparatos gimnasia	3	400	0,1	0,12	3,36	40,32
Consumo Total (kWh)				6,465	180,74	2178,96

### 10.2 CALCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS AL AIRE ACONDICIONADO/

Para abastecer la demanda calorífica de la vivienda, vamos a optar por un sistema **refrigerante Split (partido) R-407c** con un condensador para cada unidad interior el la azotea de la vivienda.

La situación de las unidades interiores, y de los conductos vendrá especificado el los planos.

Vamos a optar por **un sistema Split** de la casa comercial **Carrier 50RHE Water Loop Applications 048** de 630L/s, que tiene una potencia de refrigeración de 11,40kW con un consumo eléctrico máximo de 3,16kW. [ANEJO 01\_pg.58]

Vamos a considerar que la refrigeración durara **como máximo 5h** continuas diarias durante los días calurosos.

---

**Energía Requerida para el Sistema Split = 5h . 3,16kW = 15,8kWh**

---

#### 10.4 CALCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDO A LA CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE/

Como bien explicado y calculado en el apartado de calefacción la bomba de calor geotérmica deberá cubrir **una demanda de calor de 8,59kW**. [ANEJO 01\_pg.54]

Optamos por **una bomba geométrica somera** de la marca comercial **VAILLANT** con acumulador integrado VWS 83/2 (1800 x 600 x 840mm – Alto x Ancho x Profundidad)

Tiene un consumo máximo de 6kW a 230V 50Hz

Abastece una demanda de calor para suelo radiante de 9,3kW.

Vamos a considerar que la calefacción durara como máximo **5h continuas** diarias durante los días mas frios.

---

**Energía Requerida = 5h . 6kW= 30,00kWh**

---

#### 10.4 DIMENSIONADO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS/

En este apartado se vamos a calcular **el numero de paneles** que necesitaremos para abastecer el consumo de la casa (Aparatos electrónicos, Sistema de aire acondicionado y la bomba de calor geotérmica).

Nos inclinamos por unos paneles fotovoltaicos muy conocidos en el mercado por **su buen comportamiento y su larga duración**, de la marca **PANASONIC VBHN 2405J25** que son capaces de proporcionarnos una potencia de 350W en una instalación a 24V. [ANEJO 01\_pg.60]

Estos paneles tienen una dimensiones de 1956 x 992 x 50 y **un rendimiento de 19,03%**. Se colocara sobre las vigas isostáticas de madera formando una pérgola en el patio interior.

Al igual que en el calculo de los paneles solares para el Agua Caliente Sanitaria, vamos a escoger **a la mejor inclinación**, la que nos produce mayor aporte por radiación que en nuestro caso es la de 37°

Primero calcularemos **el aporte que nos proporciona el sol** por **radiación** teniendo en cuanto la inclinación de los paneles (37°)

Seguidamente vamos a calcular a partir del rendimiento de los paneles 19,03% **la energía eléctrica real** que nos puede suministrar cada **placa fotovoltaica**, estableciendo un **factor de pérdida de energía global del 10%** obteniendo al final la incógnita de este apartado que es **el numero de placas fotovoltaicas** que necesitaremos para nuestro consumo global.

IRRADIANCIA				
Mes	Irradiacion diaria (Mj/m2) 0°	Irradiacion diaria (Mj/m2) 37°	horas de sol	Irradiancia (W/m2)
Enero	6,42	11,63	8	403,82
Febrero	8,94	14	9	432,10
Marzo	12,82	17,07	9	526,85
Abril	17,17	19,73	9,5	576,90
Mayo	20,73	21,24	9,5	621,05
Junio	22,55	21,79	9,5	637,13
Julio	22,12	21,51	9,5	628,95
Agosto	19,51	20,28	9,5	592,98
Septiembre	15,5	17,94	9	553,70
Octubre	11,15	14,76	9	455,56
Noviembre	7,63	11,99	8	416,32
Diciembre	5,89	10,74	7,5	397,78

Irradiancia(W/m2)= (irradiacion solar . 10<sup>6</sup>) / (3600 . N° horas)

ENERGIA DIARIA POR PLACA DISPONIBLE EN EL CIRCUITO ELECTRICO EN kWh						
Mes	Rendimiento	Sup Panel (m2)	Potencia Generada (W)	Kwh Generados diario	Factor de perdida	kWh diario real
Enero	0,19	1,92	294,63	2,357	0,1	2,12
Febrero	0,19	1,92	315,26	2,837	0,1	2,55
Marzo	0,19	1,92	384,39	3,460	0,1	3,11
Abril	0,19	1,92	420,91	3,999	0,1	3,60
Mayo	0,19	1,92	453,12	4,305	0,1	3,87
Junio	0,19	1,92	464,85	4,416	0,1	3,97
Julio	0,19	1,92	458,88	4,359	0,1	3,92
Agosto	0,19	1,92	432,64	4,110	0,1	3,70
Septiembre	0,19	1,92	403,98	3,636	0,1	3,27
Octubre	0,19	1,92	332,37	2,991	0,1	2,69
Noviembre	0,19	1,92	303,75	2,430	0,1	2,19
Diciembre	0,19	1,92	290,22	2,177	0,1	1,96

ENERGIA DIARIA POR PLACA DISPONIBLE EN EL CIRCUITO ELECTRICO EN kWh						
Mes	kWh/Placa	Consumo Aparatos kWh	Consumo Aire acondicionado kWh	Consumo Calefaccion kWh	Demanda kWh/dia	N° Placas
Enero	2,12	7,869		30	37,869	18
Febrero	2,55	7,869		30	37,869	15
Marzo	3,11	7,869		30	37,869	12
Abril	3,60	7,869	15,8		23,669	7
Mayo	3,87	7,869	15,8		23,669	6
Junio	3,97	7,869	15,8		23,669	6
Julio	3,92	7,869	15,8		23,669	6
Agosto	3,70	7,869	15,8		23,669	6
Septiembre	3,27	7,869	15,8		23,669	7
Octubre	2,69	7,869		30	37,869	14
Noviembre	2,19	7,869		30	37,869	17
Diciembre	1,96	7,869		3	10,869	6

Necesitaremos un numero de placas de 18 para que la Eco-House sea totalmente independiente energéticamente.

#### 10.5 DIMENSIONADO DE LAS BATERIAS/

Para que la **Eco-House** sea **autosuficiente al 100%**, hay que prever un almacenaje de energía suficiente para abastecer la vivienda durante los días en el que tendremos poca radiación para que estos sistemas funcionen correctamente.

Por ello estableceremos un sistema de baterías que cubrirá nuestra demande energética durante al menos **3 días**, ósea 3 días durante los cuales no seamos capaces de generar ningún tipo de electricidad.

Nos decantaremos por unas **baterías de 12V** de la casa comercial **BORNAY MONOBLOC** modelo PRO MASTER DEKA. [ANEJO 01\_pg.62]

Estas baterías proporcionan una tensión de 228 amp/h y 12V cada una.

Capacidad de almacenaje= 228 amp/h . 36h=8,208 kWh

Las necesidades de consumo diario máximas son 37,869kW que en 3 días supone= 113,9kWh

---

**N° de baterias = 113,9kWh / 8,208kWh= 14 baterias**

### 10.6 DIMENSIONADO DE LOS INVERSORES/

Llegamos al ultimo dimensionado de la instalación eléctrica, **el dimensionado del inversor**, con el fin de cambiar el voltaje de entrada (corriente continua) a un voltaje simétrico de corriente alterna, necesario para el funcionamiento de todos **los electrodomésticos y los aparatos eléctricos** utilizados en la vivienda **Eco-House**.

Los inversores instalados han de ser capaces de dar respuesta a **las necesidades de potencia eléctrica** derivadas del uso del aire acondicionado, de la calefacción por suelo radiante y de todos los aparatos electrónicos que usamos en la casa. Considerando **un uso simultaneo de la calefacción y del 75% de los electrodomésticos**, ya que el compute de los dos es mayor que la de el aire acondicionado.

Potencia necesaria por la calefacción es: 6kW

Potencia necesario por los aparatos electrónicos es: 6,46kW

Utilización simultanea del 75% de los aparatos electrónicos: 5,43kW

**Potencia total: 11,43kW**

A continuación vamos a calcular **el numero de inversores** necesarios para el sistema, por ella vamos a escoger un inversor muy expandido en el mercado de la marca comercial **BORNAY** modelo PHOENIX 1200 – 5000VA, que tiene una potencia máxima admisible por el inversor de 5kW [ANEJO 01\_pg.63]

---

**N° de Inversores = 11,43kW / 5kWh= 3 Inversores**

## 11 DOMÓTICA/

Como bien explicado anteriormente, **la Eco-House** tiene **un gran diseño bioclimático** que le permite **autogenerarse** gracias a esas **galerías subterráneas** y su sistema de compuertas y ventanas que permiten ventilar la casa y aportar aire fresco.

Para mejor **confort de los usuarios, comodidad**, y **fácil control del sistema**, vamos a proponer **un sistema domótico** que **automatizara las aperturas de las compuertas**, de **las ventanas superiores** y de **la chimenea** durante los días de **verano**, y su **cierre** durante los días de **invierno** en los que el sistema de calefacción o refrigeración no resulte útil.

Es decir, que el sistema domótico controlara en general, las temperaturas interiores de todos los locales a calefactar, en base a esa temperatura hará funcionar la tecnología bioclimática de la casa o bien los sistemas de calefacción/refrigeración.

A continuación vamos a explicar con detenimiento el funcionamiento del sistema domótico que vamos a proponer:

### Ordenes de Verano/ (Abril –Septiembre)

Vamos a fijar **la temperatura mínima y máxima de confort aceptable** en verano, estaremos en un intervalo de **18°C a 22°C**.

Eso quiere decir que los locales interiores cuando están dentro de ese intervalo, **el sistema domótico ejecutara las siguientes ordenes:**

\_Abrir la compuertas exteriores y interiores de la Eco-House durante la noche (20h a 6h) eso permitirá que el aire fresco de las galerías subterráneas entre y refresque la casa.

\_Abrir las ventanas abatibles superiores por la noche (20h a 6h) para permitir que el aire caliente que asciende escape por los puntos mas altos.

\_Abrir la compuerta de la chimenea solar durante el día (6h a 20h), para succionar el aire caliente y sacarlo hacia fuera.

Saliéndose de ese intervalo de temperatura interior (18°C a 22°C), el sistema domótico ejecutara estas ordenes:

\_ El arranque automático de la refrigeración si en mas de 3 locales la temperatura supere los 21°C, o un solo local a 23°C

\_El arranque automático de la calefacción si mas de 3 locales a calefactar pasaran a 19°C, o un solo local a 17°C.

### Ordenes de Invierno/ (Octubre –Marzo)

Vamos a fijar **la temperatura mínima y máxima de confort aceptable** en invierno, estaremos en un intervalo de **21°C a 24°C**.

Eso quiere decir que los locales interiores cuando están dentro de ese intervalo, **el sistema domótico ejecutara las siguientes ordenes:**

\_El cierre de todas las compuertas interiores y exteriores de las galerías arquitectónicas subterráneas.

\_El cierre de todas las ventanas abatibles superiores.

\_El cierre de la compuerta interior de la chimenea solar.

Saliéndose de ese intervalo de temperatura interior (21°C a 24°C), el sistema domótico ejecutara estas ordenes:

\_El arranque automático de la calefacción si mas de 3 locales a calefactar pasaran a 22°C, o un solo local a 20°C.

\_ El arranque automático de la refrigeración si mas de 3 locales a refrigerar pasaran a 25°C, o un solo local a 26°C.

**\*Para el funcionamiento del sistema necesitaremos:**

1-Modulos sonda de temperatura (DTEM01 de la casa comercial DOMINTELL), en cada uno de los locales a calefactar, lo que asciende al numero de 24 sondas.

2\_Una Fuente de alimentación 12Vcc bus Domintell. El módulo se alimenta con una tensión de 230Vca. Es imprescindible instalar como mínimo una fuente de alimentación en cada cuadro electrico (DALI01).

3-Unidad central Domintell. Realiza la gestión del sistema. Conexión USB para la comunicación y programación de la instalación. Reloj interno para: relojes y calendarios lógicos, reloj astronómico, simulación de presencia (DGQG01).

4-Motores para el abre y el cierre de las ventanas y compuertas (Motores Greutor AG40)

**La casa comercial DOMINTELL nos ha hecho un presupuesto de material y instalación que asciende a 4200€. [ANEJO 01\_pg.64]**

## 12 PRESUPUESTO DE PROYECTO/



Coste Unitario de Ejecución  
Edificación Residencial

MBE vigente = 603 €/m<sup>2</sup>  
Junio 2015

El Coste Unitario de Ejecución (CUE) propone una metodología para estimar, de manera aproximada, el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) de una edificación de nueva planta a partir de una información básica de las características del edificio y de su entorno.

Para ello se recurre a la definición del Módulo Básico de Edificación (MBE) el cual representa el coste de ejecución por metro cuadrado construido de una edificación realizada en unas condiciones y circunstancias convencionales de obra. [más información](#)

Su valor ponderado por seis coeficientes determina el valor del Coste Unitario de Ejecución de una edificación, siendo (Sc) la superficie total construida:

$$CUE = PEM/Sc = MBE \times Ct \times Ch \times Cu \times Cv \times Cs \times Cc$$

Ct TIPOLOGÍA EDIFICACIÓN		Ch Nº DE PLANTAS		Cu UBICACIÓN CENTRO HISTÓRICO	
<input type="radio"/> (1.000) Entre medianeras	<input checked="" type="radio"/> (0.975) nº de plantas<3	<input checked="" type="radio"/> (1.000) No			
<input checked="" type="radio"/> (1.050) Abierta	<input type="radio"/> (1.000) 3 < nº de plantas<8	<input type="radio"/> (1.250) Si			
<input type="radio"/> (1.100) En hilera	<input type="radio"/> (1.025) nº de plantas>8				
<input type="radio"/> (1.150) Unifamiliar aislada					
Cv Nº DE VIVIENDAS		Cs SUPERFICIE ÚTIL VIVIENDAS		Cc CALIDADES	
<input type="radio"/> (0.900) nº de viviendas>80	<input checked="" type="radio"/> (0.950) S viviendas>70m <sup>2</sup>	<input type="radio"/> (0.800) Básico			
<input type="radio"/> (1.000) 20 < nº de viviendas<80	<input type="radio"/> (1.000) 45m <sup>2</sup> < S viviendas < 70m <sup>2</sup>	<input checked="" type="radio"/> (1.000) Medio			
<input checked="" type="radio"/> (1.100) nº de viviendas < 20	<input type="radio"/> (1.050) S viviendas < 45m <sup>2</sup>	<input type="radio"/> (1.200) Alto			
FECHA CÁLCULO					
MES <input type="text" value="Marzo"/>		AÑO <input type="text" value="2016"/>		MBE 03/2016 = 603 €/m <sup>2</sup>	

**Coste Unitario de Ejecución = 645,27 €/m<sup>2</sup>**

**Coste total de Ejecución material = 645,27€/m<sup>2</sup> · 755m<sup>2</sup> = 486.975 €**

Además del coste de **ejecución material** tendremos en nuestro caso **un sobre coste de instalaciones energéticas** que nos permitirán **el consumo nulo de la Eco-House**.

En este trabajo hemos utilizado varias tecnologías para llegar al estado de confort buscado, es decir (bomba geotérmica para la calefacción, un sistema Split para la refrigeración, unos colectores solares para el agua caliente sanitaria, y finalmente un conjunto de paneles fotovoltaicos, baterías y inversores para la corriente eléctrica).

*Hay que destacar que podemos prescindir de muchos de estos artefactos para mayor ahorro en costes, obteniendo las mismas prestaciones. A ese resultado se le puede llegar:*

1\_ Utilizando una bomba de calor geotérmica VAILLANT para abastecer la vivienda en Agua caliente sanitaria, calefacción por suelo radiante, suelo radiante refrescante para combatir la carga de verano aprovechando la instalación de los circuitos y tuberías.

2\_ La bomba geotérmica se alimentara energéticamente de los paneles fotovoltaicos PANASONIC.

A continuación vamos a recalcular rápidamente los paneles que necesitaremos utilizando la bomba geotérmica VAILLANT para (calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria).

Consumo máximo por calefacción/refrigeración + agua caliente sanitaria:

Energía Requerida = 5h . 6kW= 30,00kWh

Volviendo a hacer el calculo de la placas solares nos sale un N° de placas de 20 placas fotovoltaicas PANASONIC.

Vamos a bajar el numero de baterías pasando de 3 días a 1 día de almacenaje, porque ese sobre coste no resulta rentable ya que estamos pagando una cuota anual de apoyo a la red de suministro eléctrico por situarnos en una zona residencial. Así que cuando esos 20 paneles fotovoltaicos no reciben la suficiente irradiación solar para abastecer a la Eco-House, esta ultima utilizara la red eléctrica municipal para seguir funcionando. Volviendo a hacer los cálculos nos salen 5 baterías.

**A continuación vamos a hacer un presupuesto de los que costaría ese sobre coste de nuestra instalación de acondicionamiento térmico:**

\_Coste de sondeos (con relleno de bentonita: 100 x 45€ = 4.500€

\_Estudio de análisis del terreno: 420€

\_Coste de sondas + colectores: 5.000€

\_Coste de la instalación de la bomba de calor VAILLANT (circuito hidráulico + circuito eléctrico + bomba + acumulador + instalación): 25.000€

\_Instalación de 20 paneles PANASONIC: 500 x 20= 10.000€

\_Sistema de domótica DOMINTELL: 4200€

**= Coste Total: 50.000€**

A este Coste Total vamos a restarle una subvención por utilizar la bomba geotérmica como energía renovable (comunidad de Catalunya) de 1.400€ por kW de potencia instalado. En nuestro caso tenemos una potencia instalada de 6kW, lo que equivale a 8.400€ de subvención

**=Coste Total + Subvención (-8.400€)= 41.600€**

**El Coste Total de la vivienda viene a ser del orden de: 528.575€**

El sobre coste de las instalaciones equivale al 10% del coste de la vivienda.

A continuación vamos a **estimar el ahorro que vamos a obtener gracias a esta instalación**. El estudio esta basado en **los primeros 15 años** ya que la instalación tiene una **garantía de 15 años** y se podrían ocasionar grandes problemas de mantenimiento que nos daría unos **resultados equivocados**.

Para el estudio, se partirá de la base con los siguientes valores:

\_ Presupuesto total de la instalación fotovoltaica + acondicionamiento (conIVA): **50.000€**

\_ Tarifa eléctrica para la venta a la red FECSA/ENDESA durante 15 primeros años **0,475597 €/kWh**, con un incremento anual del 2%.

\_ Gastos de operación, mantenimiento y seguro, el **5% los tres primeros años del presupuesto total** con IVA, el resto de los años **se incrementara un 3% anualmente** respecto al anterior.

ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA DURANTE 25 AÑOS					
Año	Tarifa electrica €/kWh	Demanda kWh/Año	Gastos €/Año	Mantenimiento €/Año	Ahorro €/Año
Año 0	0,4756	15072,84	7168,597485	1500	5668,597
Año 1	0,4851	15072,84	7311,969435	1500	5811,969
Año 2	0,4948	15072,84	7458,208824	1500	5958,209
Año 3	0,5047	15072,84	7607,373	1500	6107,373
Año 4	0,5148	15072,84	7759,52046	1500	6259,520
Año 5	0,5251	15072,84	7914,71087	2500	5414,711
Año 6	0,5356	15072,84	8073,005087	3500	4573,005
Año 7	0,5463	15072,84	8234,465189	4500	3734,465
Año 8	0,5572	15072,84	8399,154492	5500	2899,154
Año 9	0,5684	15072,84	8567,137582	6500	2067,138
Año 10	0,5798	15072,84	8738,480334	7500	1238,480
Año 11	0,5913	15072,84	8913,249941	8500	413,250
Año 12	0,6032	15072,84	9091,514939	9500	-408,485
Año 13	0,6152	15072,84	9273,345238	10500	-1226,655
Año 14	0,6275	15072,84	9458,812143	11500	-2041,188
Año 15	0,6401	15072,84	9647,988386	12500	-2852,012
Ahorro total despues de 15 años					43617,53
Año 16	0,6529	15072,84	9840,948154	13500	-3659,052
Año 17	0,6660	15072,84	10037,76712	14500	-4462,233
Año 18	0,6793	15072,84	10238,52246	15500	-5261,478
Año 19	0,6929	15072,84	10443,29291	16500	-6056,707
Año 20	0,7067	15072,84	10652,15877	17500	-6847,841
Año 21	0,7208	15072,84	10865,20194	18500	-7634,798
Año 22	0,7353	15072,84	11082,50598	19500	-8417,494
Año 23	0,7500	15072,84	11304,1561	20500	-9195,844
Año 24	0,7650	15072,84	11530,23922	21500	-9969,761
Año 25	0,7803	15072,84	11760,84401	22500	-10739,156
Ahorro total despues de 25 años					-28626,83

Depues de 15 años tendremos **un ahorro total de 43.617,53 €**

Depues de 25 años tendremos **una perdida de 28.626,83 €**

13 CHECKLIST LEED PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES/



**LEED v4 for: New Construction**

Project Checklist

Project Name: Eco-House TFG 2016

Project Address: Calle Merde Rodoreda n° 48, Sant Feliu de Guixols, Girona, Catalunya, Spain

Date: 01 July 2016

Y	?	N			
1			Credi 1	Integrative Process	1
<b>13</b>		<b>2</b>	<b>Location and Transportation</b>		<b>Possible Points: 16</b>
			Credit 1	LEED for Neighborhood Development Location	16
1			Credit 2	Sensitive Land Protection	1
1			Credit 3	High Priority Site	2
5			Credit 4	Surrounding Density and Diverse Uses	5
5			Credit 5	Access to Quality Transit	5
1			Credit 6	Bicycle Facilities	1
		1	Credit 7	Reduced Parking Footprint	1
		1	Credit 8	Green Vehicles	1
<b>7</b>		<b>1</b>	<b>Sustainable Sites</b>		<b>Possible Points: 10</b>
Y			Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention	Required
1			Credit 1	Site Assessment	1
1			Credit 2	Site Development--Protect or Restore Habitat	2
1			Credit 3	Open Space	1
3			Credit 4	Rainwater Management	3
2			Credit 5	Heat Island Reduction	2
		1	Credit 6	Light Pollution Reduction	1
<b>7</b>		<b>1</b>	<b>Water Efficiency</b>		<b>Possible Points: 11</b>
Y			Prereq 1	Outdoor Water Use Reduction	Required
Y			Prereq 2	Indoor Water Use Reduction	Required
Y			Prereq 3	Building-Level Water Metering	Required
2			Credit 1	Outdoor Water Use Reduction	2
3			Credit 2	Indoor Water Use Reduction	6
2			Credit 3	Cooling Tower Water Use	2
		1	Credit 4	Water Metering	1

<b>32</b>	<b>1</b>	<b>Energy and Atmosphere</b>	<b>Possible Points: 33</b>
Y		Prereq 1 Fundamental Commissioning and Verification	Required
Y		Prereq 2 Minimum Energy Performance	Required
Y		Prereq 3 Building-Level Energy Metering	Required
Y		Prereq 4 Fundamental Refrigerant Management	Required
6		Credit 1 Enhanced Commissioning	6
18		Credit 2 Optimize Energy Performance	18
	1	Credit 3 Advanced Energy Metering	1
2		Credit 4 Demand Response	2
3		Credit 5 Renewable Energy Production	3
1		Credit 6 Enhanced Refrigerant Management	1
2		Credit 7 Green Power and Carbon Offsets	2

<b>7</b>	<b>4</b>	<b>Materials and Resources</b>	<b>Possible Points: 13</b>
Y		Prereq 1 Storage and Collection of Recyclables	Required
Y		Prereq 2 Construction and Demolition Waste Management Planning	Required
3		Credit 1 Building Life-Cycle Impact Reduction	5
	2	Credit 2 Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product Declarations	2
2		Credit 3 Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials	2
2		Credit 4 Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients	2
	2	Credit 5 Construction and Demolition Waste Management	2

<b>13</b>	<b>3</b>	<b>Indoor Environmental Quality</b>	<b>Possible Points: 16</b>
Y		Prereq 1 Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
Y		Prereq 2 Environmental Tobacco Smoke Control	Required
2		Credit 1 Enhanced Indoor Air Quality Strategies	2
	3	Credit 2 Low-Emitting Materials	3
1		Credit 3 Construction Indoor Air Quality Management Plan	1
2		Credit 4 Indoor Air Quality Assessment	2
1		Credit 5 Thermal Comfort	1
2		Credit 6 Interior Lighting	2
3		Credit 7 Daylight	3
1		Credit 8 Quality Views	1
1		Credit 9 Acoustic Performance	1

<b>5</b>	<b>1</b>	<b>Innovation</b>	<b>Possible Points: 6</b>
5		Credit 1 Innovation	5
	1	Credit 2 LEED Accredited Professional	1

<b>0</b>	<b>3</b>	<b>Regional Priority</b>	<b>Possible Points: 4</b>
0	1	Credit 1 Regional Priority: Specific Credit	1
0	1	Credit 2 Regional Priority: Specific Credit	1
0		Credit 3 Regional Priority: Specific Credit	1
0	1	Credit 4 Regional Priority: Specific Credit	1

<b>85</b>	<b>16</b>	<b>Total</b>	<b>69 = GOLD</b>	<b>Possible Points: 110</b>
-----------	-----------	--------------	------------------	-----------------------------

Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110

Puntos Obtenidos: 69 (CERTIFICACIÓN LEED GOLD)



## 14 REFLEXION FINAL Y PAUTAS A SEGUIR/

El objetivo del presente trabajo ha sido de demostrar que se puede abastecer **el 100% de la energía de una vivienda mediante energías renovables** y no contaminantes. Pero vale destacar que la **Eco-House**, solo y únicamente solo con **su diseño** es capaz de **autorregularse** sin necesidad de calefacción y refrigeración, siendo muy pocos los días en los que es necesario climatizar el interior de la vivienda.

A ese resultado se le llega primero por **un optimo diseño bioclimático**, reduciendo al máximo la necesidad de energía necesaria para el acondicionamiento térmico dándole **inercia a la envolvente**, y **ventilando y iluminando** al edificio de manera natural. Por tanto se trata de proyectar edificios que tiendan a **autorregularse térmicamente**, como es el caso de la **Eco-House**, que por si misma mantiene el calor en invierno y el frescor el verano, y sin necesidad de artefactos llega a **la condiciones de confort** durante la mayoría de meses del año.

Utilizando unas simples reglas de **diseño bioclimático**, se puede reducir de forma considerable **las necesidades energéticas** de un edificio (**hasta un 90%**) para proporcionar **el correcto acondicionamiento térmico, la iluminación y la ventilación** que necesitan los ocupantes.

Para seguir en la misma línea, y **reducir al máximo los gastos energéticos**, hay que prescindir **de los artefactos que nos son primordiales**. Para ello es necesario realizar un listado de las necesidades de los ocupantes, y analizar como satisfacerlas con la menor cantidad posible de artefactos que consuman energía. Para esa etapa, sin duda, se necesita **educar a los ciudadanos**. Como resultado de ese estudio hay que realizar un listado de la mínima cantidad de energía necesaria para garantizar el bienestar de sus ocupantes. Esta energía se suplirá mediante **la correcta integración en la arquitectura** de dispositivos generadores de **energía natural renovable**, como nuestro caso con **los Paneles fotovoltaicos y captadores solares**.

Una vez que **se ha reducido al máximo necesidad de consumo energético**, optimizando **el diseño bioclimático** de los edificios, y una vez que se ha reducido al máximo el consumo energético derivado de reducir la necesidad de artefactos y eligiendo los de mayor eficiencia energética, debe elegirse **la fuente energética natural renovable**, con el fin de garantizar **la autosuficiencia energética de la vivienda**.

Hay que rechazar falsas fuentes energéticas renovables como la biomasa, el gas, etc., sencillamente porque **ni son renovables, ni son ecológicas**, ya que tienen un origen orgánico fósil, y generan emisiones dañinas para **el medio ambiente**. Por si fuera poco, ni siquiera son viables económicamente, ni funcionalmente.

En nuestro caso elegimos **Energía solar fotovoltaica + Energía geotérmica**. En verano los sistemas geotérmicos por **bomba de calor** y suelo radiante pueden **complementar las estrategias bioclimáticas** de refresco, y garantizar el bienestar de los ocupantes. Del mismo modo, en invierno, los sistemas **geotérmicos por bomba de calor y suelo radiante** pueden complementar las estrategias bioclimáticas de calentamiento, y garantizar **el bienestar de los ocupantes**. Es decir, los sistemas geotérmicos pueden **complementar el correcto diseño bioclimático**, tanto en verano como en invierno. Además pueden generar **el agua caliente sanitaria** necesaria para el consumo humano. De forma complementaria para generar **energía eléctrica** necesaria para **la bomba de calor geotérmica, los electrodomésticos, luminarias y demás artefactos imprescindibles**, se dispondrán, debidamente integrados, **captadores solares fotovoltaicos**, y baterías de acumulación, para la energía eléctrica generada.

Con este trabajo se ha demostrado que **es perfectamente posible conseguir una verdadera arquitectura de consumo energético cero**, a bajo precio.

A continuación y como último, vamos a comparar las emisión de CO<sub>2</sub> que provocaría la Eco-House, si su fuente de energía fuera la red eléctrica, como lo es la mayoría de las viviendas:

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> DEBIDAS AL CONSUMO					
Fuente	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO <sub>2</sub> eq/kWh)		Kg de CO <sub>2</sub> eq
Red Electrica	15072,84	kWh	0,385	Kg de CO <sub>2</sub> eq/kWh	<b>5803</b>
Paneles Fotovoltaicos	15072,84	kWh	0	Kg de CO <sub>2</sub> eq/kWh	<b>0</b>

## 15 BIBLIOGRAFIA/

### LIBROS/

- \_Albert Soriano Rull (2008). Instalaciones de fontanería domésticas y comerciales
- \_Albert Soriano Rull (2007). Instalaciones de aguas residuales en edificios
- \_CEDOM, la Asociación Española de Domótica, en colaboración con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE (2008). Como ahorrar energía instalando domótica en su vivienda. Gane confort y seguridad.
- \_Fernández Salgado, José M. (2007). Guía completa de la energía solar fotovoltaica.
- \_Fernández Salgado, José M. (2007). Guía completa de la energía solar térmica.
- \_Labouret, M. (2006). Energía solar fotovoltaica, manual práctico (Adaptado al CTE).
- \_Martín, Franco (2008). Manual instalaciones eléctricas. 3ª edición.
- \_Quintela Cortés, Jesús Manuel (2008). Instalaciones contra-incendios. Editorial UOC.
- \_Tobajas Vázquez, M.Carlos (2005). Energía solar fotovoltaica.

### APUNTES/

- \_Apuntes de la asignatura “Instalaciones energéticas”
- \_Apuntes de la asignatura “Instalaciones hidráulicas”
- \_Apuntes de la asignatura “Instalaciones eléctricas”
- \_Apuntes de la asignatura “Energías renovables”

### PAGINAS WEB/

- \_http://www.vaillant.es/
- \_http://www.roca.com.es/
- \_http://www.zenner.es/
- \_http://www.abnpipesystems.com/
- \_http://www.canovelles.cat/
- \_http://www.cype.es/
- \_http://es.wikipedia.org/
- \_http://www.baxi.es/
- \_http://www.salvadorescoda.com/
- \_http://www.idae.es/
- \_http://www.solarinnova.net/
- \_http://www.lumelco.es/
- \_http://www.saunierduval.es/
- \_http://www.thermomax.es/
- \_http://www.meteoگرانollers.es/
- \_http://www.junkers.com/
- \_http://www.coitiab.es/
- \_http://www.chimeneasfg.com/