



# COMPLEJO RURAL EMBALSE DEL PORMA

## Diseño de Edificios de Bajo Consumo Energético

---

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA  
TRABAJO FIN DE GRADO

SEPTIEMBRE, 2020



Autor: ALEJANDRO MARCOS VALLADARES

Tutor: MIGUEL ÁNGEL PADILLA MARCOS

A.

RESUMEN

---

El uso generalizado de fuentes de energía contaminantes han desarrollado en la población mundial una concienciación contra el cambio climático. El mundo entero se plantea nuevas vías de transformación de la energía sin perjudicar la calidad de vida de las personas. Un claro ejemplo de ello es el esfuerzo realizado por avanzar hacia una utilización de energías limpias y renovables. Tal es así que Europa ya ha tomado cartas en el asunto y se propone cumplir objetivos ambiciosos y necesarios. A su vez este cambio de paradigma trae consigo ciertos efectos secundarios que afectan al entorno y a la vida de las personas. La despoblación de territorios por falta de oportunidades o iniciativas representa, a su vez, un gran problema nacional. Cuando el objetivo es conseguir paliar estos efectos, la arquitectura representa un sector por donde empezar a dar pequeños pasos.

Por ello, el presente trabajo pretende llevar a cabo el diseño de un complejo rural sostenible, responsable y autosuficiente, que ayude a frenar el calentamiento global y la acusada despoblación de los pueblos nacionales. Para conseguir estos resultados se estudian las características de un lugar, las estrategias bioclimáticas mediante mecanismos pasivos, diferentes medios de transformación de la energía y la posibilidad de fomentar actividades en lugares donde la población cada vez es más escasa, todo ello englobado en el diseño de edificios y enfrentándose a un problema desde los diferentes campos de la arquitectura.

## PALABRAS CLAVE

Energía - Consumo de Energía - Fuentes de energía renovables - Autosuficiencia energética - Micro-cogeneración - Arquitectura Bioclimática - Captación Solar - Invernadero - Eficiencia - Despoblación - Turismo - Complejo Rural - Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN)

---

**ABSTRACT****.B**

---

A widespread use of polluting sources of energy has risen an awareness about climate change within global population. The entire planet is considering new ways of transforming energy without damaging the quality of life of people. A clear example of this is the effort made in order to move forward a use of clean and renewable energies. Thus, Europe has already taken action on this matter and has settled ambitious and necessary objectives to be accomplished. However, this paradigm shift brings certain side effects that affect environment and people life. Depopulation derived from a lack of opportunities or initiatives represents a large national concern. When the objective is palliating these effects, Architecture becomes a field through which starting the first steps.

In this context, the present paper aims to carry out the design of a sustainable, responsible and self-sufficient rural complex, which helps to stop global warming and rural depopulation. To achieve these results, there has been a study of the characteristics of a location, the bioclimatic strategies through passive mechanisms, different ways of energy transformation and the possibility of promoting activities where population is more and more lacking. All of this has been developed under the design of buildings and facing problems through all different fields of Architecture.

**KEY WORDS**

Energy – Energy consumption – Renewable energy sources – Energy self-sufficiency – Micro-cogeneration – Bioclimatic Architecture – Solar gain – Greenhouse – Efficiency – Depopulation – Tourism – Rural Complex - Nearly Zero Energy Buildings (nZEB)

## C.

MOTIVACIONES

---

Como estudiante de arquitectura que finaliza un proceso de aprendizaje se quiere indagar en el campo de conocimientos sobre el uso de la energía aplicados a la arquitectura. Desde cierto desconocimiento se inicia un proceso de estudio, guiado por la curiosidad del saber, con el objetivo de conocer las características de un edificio de consumo casi nulo, de aprender sobre las estrategias bioclimáticas utilizadas en diferentes construcciones vernáculas y sus funcionamientos, de ampliar conocimientos en el campo de las instalaciones y conocer el desarrollo tecnológico actual, el punto en el que nos encontramos dentro del proceso de calentamiento global y las soluciones tomadas por las diferentes entidades. Estas son varias de las muchas motivaciones que impulsan a realizar este trabajo.

Como persona que nota la bajada de población en una localidad habitual, este trabajo permite estudiar sobre formas de activación de la economía, como el reclamo turístico, evitando la pérdida de población en diferentes puntos conflictivos de la geografía española. Con este trabajo nace la motivación por buscar soluciones a problemas reales que mejoren la calidad de vida de las personas cercanas.

Personalmente este trabajo presenta un reto como culmen a los estudios del Grado en Fundamentos de la Arquitectura. Se ha afrontado con la motivación de intentar mezclar varias de las disciplinas aprendidas en el transcurso de los años y dar un resultado correcto y satisfactorio a un problema existente.

## D.

## METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo el estudiante realizó un estudio previo del estado energético actual, las normativas existentes al respecto, evolución de las mismas. Llevando a cabo la lectura de informes públicos, visualización de vídeos realizados por divulgadores científicos, trabajos fin de grado que compañeros de estudios.

Se continuó con el estudio de las estrategias de diseño, principalmente las bioclimáticas y pasivas, con el objetivo de concretar cuales eran mejores para la diferente climatología que marcaban las normativas estudiadas anteriormente. También se llevo a cabo un estudio del lugar de ubicación, buscando la mejor implantación para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Una vez alcanzado un grado de conocimiento básico del estado actual en materia de consumo de energía y unos conocimientos básicos sobre el diseño de arquitectura bioclimática, empezó la fase de diseño del Complejo Rural, evolucionando entre diferentes propuestas con sus diferentes atractivos. Comenzó con una diferenciación de tipologías y la decisión de los usos y distribución del complejo, para completar el desarrollo con la elección de instalaciones y materiales que harían de la propuesta un edificio factible y construable.

Con el diseño del edificio realizado se empieza a desarrollar la redacción del trabajo explicando todos los mecanismos utilizados y las estrategias. Esta fase hizo que el diseño sufriera cambios en cuanto a su estética mejorando su funcionamiento térmico. Intentando plasmar los conocimientos adquiridos.



## E.

## ÍNDICE

---

A - RESUMEN/ABSTRACT

B - ABSTRACT

C - MOTIVACIONES

D - METODOLOGÍA

E - ÍNDICE

1 - UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LA ENERGÍA

1.1 CONSUMO DE ENERGÍA

1.2 OBJETIVOS DE EUROPA

1.2.1 Objetivo 2020

1.2.2 Objetivo 2030

1.2.3 Objetivo 2050

1.3 APLICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

1.3.1 Responsabilidad energética del sector

1.3.2 Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo (nZEB)

1.3.3 Principales diferencias entre directivas europeas y CTE

1.6 CONCLUSIONES

2 - DETERMINANTES DEL EMPLAZAMIENTO

2.1 DESPOBLACIÓN EN LA MONTAÑA ORIENTAL LEONESA

2.1.1 Territorio ligado a la producción de energía

2.1.1.1 La montaña de León y las minas de carbón

2.1.1.2 El embalse del Porma

2.2 UTRERO: PUEBLO VACIADO

2.2.1 Características del lugar

2.2.1.1 Ubicación

2.2.1.2 Carta solar

2.2.1.3 Rosa de los vientos

2.2.1.4 Temperaturas medias

2.2.1.5 Industria local dedicada a la edificación

2.2.2 Potenciadores turísticos

2.2.2.1 Embalse

2.2.2.2 Naturaleza

2.2.2.3 Museo de la Fauna Salvaje

2.2.2.4 Estación de esquí San Isidro

2.2.2.5 Pueblo abandonado de Utrero

2.3 EL COMPLEJO RURAL COMO CONCLUSIÓN

### 3 - COMPLEJO RURAL EMBALSE DEL PORMA

#### 3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

- 3.1.1 Consumo sostenible, responsable y autosuficiente
- 3.1.2 Reactivación de una zona rural abandonada
- 3.1.3 Fomento del turismo rural
- 3.1.4 Creación de un puerto eléctrico
- 3.1.5 Acondicionamiento de la orilla como playa

#### 3.2 IMPLANTACIÓN

- 3.2.1 Estado actual
- 3.2.2 Propuesta de intervención

#### 3.3 USO, DISTRIBUCIÓN y RECORRIDOS

- 3.3.1 Uso
- 3.3.2 Distribución
- 3.3.3 Recorridos

#### 3.4 SISTEMA CONSTRUCTIVO

- 3.4.1 Cimentación
- 3.4.2 Estructura y cerramiento
- 3.4.3 Cubierta vegetal

#### 3.5 INSTALACIONES

- 3.5.1 Abastecimiento de agua potable
- 3.5.2 Saneamiento de aguas residuales
- 3.5.3 Calefacción, ACS y electricidad
- 3.5.4 Ventilación
- 3.5.5 Domótica

### 4 - DISEÑO EFICIENTE DEL COMPLEJO

#### 4.1 EL LUGAR

- 4.1.1 Situación
- 4.1.2 Orientación
- 4.1.3 Protección frente viento
- 4.1.4 Microclima

#### 4.2 MECANISMOS PASIVOS DEL EDIFICIO

- 4.2.1 Mecanismos solares
  - 4.2.1.1 Orientación del complejo
  - 4.2.1.2 Captación solar
  - 4.2.1.3 Protección solar mediante la cubierta
  - 4.2.1.4 Sistemas de captación activa
    - 4.2.1.4.1 Efecto invernadero
    - 4.2.1.4.2 Funcionamiento de los invernaderos
    - 4.2.1.4.3 Invernadero con captación directa
    - 4.2.1.4.4 Invernadero con captación directa y lazo convectivo
    - 4.2.1.4.5 Captación solar con superficie reflectante
  - 4.2.1.5 Fachada semienterrada
- 4.2.2 Protección térmica
  - 4.2.2.1 Aislamiento térmico de la envolvente
  - 4.2.2.2 Puentes térmicos
  - 4.2.2.3 Inercia térmica
  - 4.2.2.4 Muros ciegos
  - 4.2.2.5 Carpinterías y vidrios
  - 4.2.2.6 Cubierta vegetal



- 4.2.3 Mecanismos pasivos para ventilación
  - 4.2.3.1 Ventilación cruzada natural
  - 4.2.3.2 Forjado sanitario mediante encofrado perdido
- 4.2.4 Mecanismos para el aprovechamiento agua
- 4.3 MECANISMOS ACTIVOS DEL EDIFICIO
  - 4.3.1 Calefacción, ACS y electricidad
    - 4.3.1.1 Geotermia
    - 4.3.1.2 Biomasa
    - 4.3.1.3 Solar fotovoltaica
    - 4.3.1.4 Micro-cogeneración
      - 4.3.1.4.1 Micro-motor
      - 4.3.1.4.2 Motor Stirling
      - 4.3.1.4.3 Micro-turbina
      - 4.3.1.4.4 Pilas combustibles
      - 4.3.1.4.5 Micro-cogeneración con biomasa
      - 4.3.1.4.6 Micro-cogeneración con geotermia
    - 4.3.1.5 Ciclo Orgánico de Rankine
    - 4.3.1.6 Propuesta para la micro-cogeneración
    - 4.3.1.7 Posible funcionamiento de la instalación
  - 4.3.2 Ventilación mecánica
  - 4.3.3 Elementos de consumo eficientes
- 4.4 DOMÓTICA
  - 4.4.1 Paneles solares
  - 4.4.2 protección solar
  - 4.4.3 Termostatos
  - 4.4.4 control superficie reflectante
  - 4.4.5 Sistema de apoyo por biomasa

## 5 - JUSTIFICACIÓN CTE-DB HE1 Y HE0

### 5.1 JUSTIFICACIÓN DEL CTE DB HE1

- 5.1.1 Ámbito de aplicación y caracterización de la exigencia
- 5.1.2 Cuantificación de la exigencia
  - 5.1.2.1 Condiciones de la envolvente térmica
    - 5.1.2.1.1 Transmitancia de la envolvente térmica
    - 5.1.2.1.2 Control solar de la envolvente térmica
    - 5.1.2.1.3 Permeabilidad al aire
  - 5.1.2.2 Limitación de descompensaciones
  - 5.1.2.3 Limitación de condensaciones de la envolvente

### 5.2 JUSTIFICACIÓN DEL CTE DB HE0

- 5.2.1 Ámbito de aplicación y caracterización de la exigencia
- 5.2.2 Cuantificación de la exigencia
- 5.2.3 Procedimiento y datos para la determinación del consumo energético

## 6 - CONCLUSIONES

## E - BIBLIOGRAFÍA

# 1. UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LA ENERGÍA

## “ENERGÍA:

*Del lat. tardío energĭa, y este del gr. ἐνέργεια énergeia.*

*1. f. Eficacia, poder, virtud para obrar.*

*2. f. Fís. Capacidad para realizar un trabajo. Se mide en julios. (Símb. E).”*

La energía, como bien define la Real Academia, es la capacidad para realizar un trabajo. Es necesaria en todo proceso de transformación.

Todos los seres del planeta necesitan energía para sobrevivir, especialmente los humanos puesto que un correcto uso permite mejorar nuestra calidad de vida. Podemos consumir energía de diversas maneras para múltiples fines.

En el presente trabajo trataremos la energía consumida en las edificaciones para la generación de diferentes demandas con el fin de conseguir unas medidas de confort. Esto nos llevará por un proceso de estudio donde analizaremos la manera de consumir energía actualmente, los diferentes objetivos marcados por Europa, como afectan estos objetivos al ámbito de la edificación, la comparación entre la actual normativa europea y española y acabará con unas conclusiones finales.

## 1.1 CONSUMO DE ENERGÍA

En la realización de todo trabajo se necesita consumir energía. Según la ley de conservación de la energía, esta ni se crea ni se destruye sino que se transforma. Esta afirmación constituye el primer principio de la termodinámica. Por eso la energía no es algo que podamos crear directamente sino que es necesario un proceso de transformación para generarla.

Para la generación de energía se conocen diferentes procesos que transforman fuentes de energía en energía. Estas fuentes pueden ser clasificados en dos grandes grupos: Renovables y No Renovables. La diferencia entre estos dos grupos es la utilización de diferentes tipos de recursos naturales.

Las fuentes de energía renovable constan de recursos como la radiación solar, los vientos, mareas, saltos de agua, biomasa, geotermia, etc. Se consideran renovables por su posible utilización ilimitada en el tiempo. Otra de sus posibles cualidades es la producción nula de gases contaminantes como el  $\text{CO}_2$ , puesto que la mayoría de ellas no necesitan un proceso de combustión para generar energía. Es necesario puntualizar que la energía producida mediante biomasa sí genera gases de efecto invernadero aunque se considera renovable por su posible generación ilimitada y por la contabilización de todo su ciclo de vida. Al basarse en los residuos vegetales se considera que los años de vida de estos absorben los gases emitidos durante el proceso de transformación de la energía, generando así un ciclo constante donde los gases emitidos son absorbidos y teóricamente no existen emisiones contaminantes.

Por el contrario las fuentes de energía no renovables utilizan recursos finitos, de origen fósil principalmente, como el petróleo y sus derivados, el carbón vegetal y mineral, gas natural, uranio o plutonio entre otros. En los procesos de transformación la mayoría de estos recursos pasan por la combustión y la generación de gases contaminantes. A excepción de la energía procedente de centrales nucleares, donde no hay emisión de gases contaminantes pero sí la producción de residuos altamente radiactivos que necesitan de un almacenamiento especial y un ciclo temporal a muy largo plazo para no perjudicar directamente los ecosistemas.

El aumento de población global ligado al uso intensivo de las fuentes de energías no renovables como medio de generación de energía, ha derivado en un aumento exponencial de las emisiones de gases nocivos a la atmósfera. Aumentando el llamado efecto invernadero, el cual tiene como resultado un aumento de la temperatura global y por lo tanto el cambio climático.

Ante esta situación ampliamente investigada, las mayores potencias mundiales decidieron tomar medidas y acordar un compromiso mundial que culmina en el Acuerdo de París de 2015, donde 195 países adoptan un acuerdo climático, universal y vinculante jurídicamente, con el objetivo de conseguir mantener el incremento de la temperatura media mundial por debajo de los  $2^\circ\text{C}$  e intentar que dicho aumento quede limitado a  $1,5^\circ\text{C}$ . Para conseguir este compromiso la Unión Europea se ha fijado una serie de objetivos ambiciosos y necesarios.

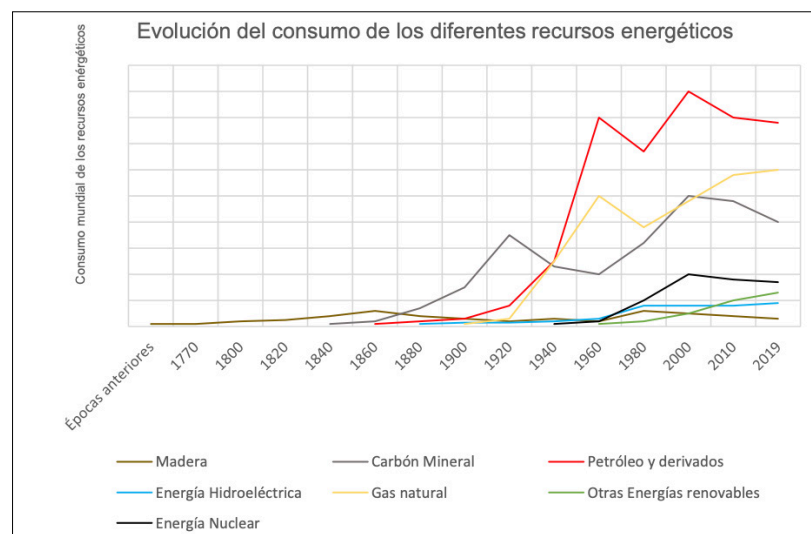


Figura 01: Evolución del consumo de los diferentes recursos energéticos  
(Fuente: "EDIFICIO nZEB(ECCN)  
Evaluación de estrategias arquitectónicas para  
la consecución del nuevo modelo energético"  
Abel Olmedo Rodríguez)

## 1.2 OBJETIVOS UNIÓN EUROPEA

### 1.2.1 OBJETIVO PARA EL AÑO 2020

Europa se propuso el objetivo de acabar el actual año 2020 dando un pequeño paso hacia la total descarbonización de la Unión Europea. Esto significa reducir las emisiones de gases contaminantes de Carbono, principalmente las emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

Este objetivo se basa en tres ámbitos:

- La reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a las emisiones producidas en el año 1990.
- El aumento del 20% de la producción de energía mediante fuentes renovables.
- La reducción del 20 % del consumo demandado de energía mediante el aumento de la eficiencia de los sistemas energéticos.

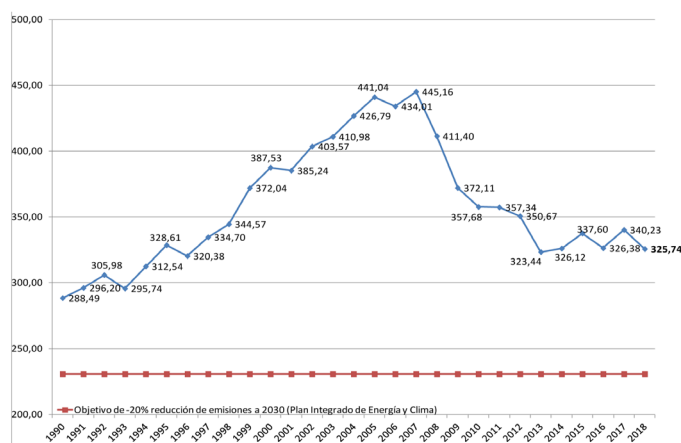


Figura 02: Evolución de las emisiones y comparativa objetivo 2020 (Fuente: "Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España (1990-2018),CCOO)

### 1.2.2 OBJETIVO PARA EL AÑO 2030

El siguiente paso hacia el objetivo final culmina a finales del año 2030, donde se espera haber conseguido los objetivos de 2020 con un aumento de estos porcentajes:

- La reducción del 40% en las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a las cifras de emisiones del año 1990.
- El aumento del 27% en la producción de energía mediante fuentes renovables.
- La reducción del 27% en el consumo de energía respecto del año 1990

### 1.2.3 OBJETIVO PARA EL AÑO 2050

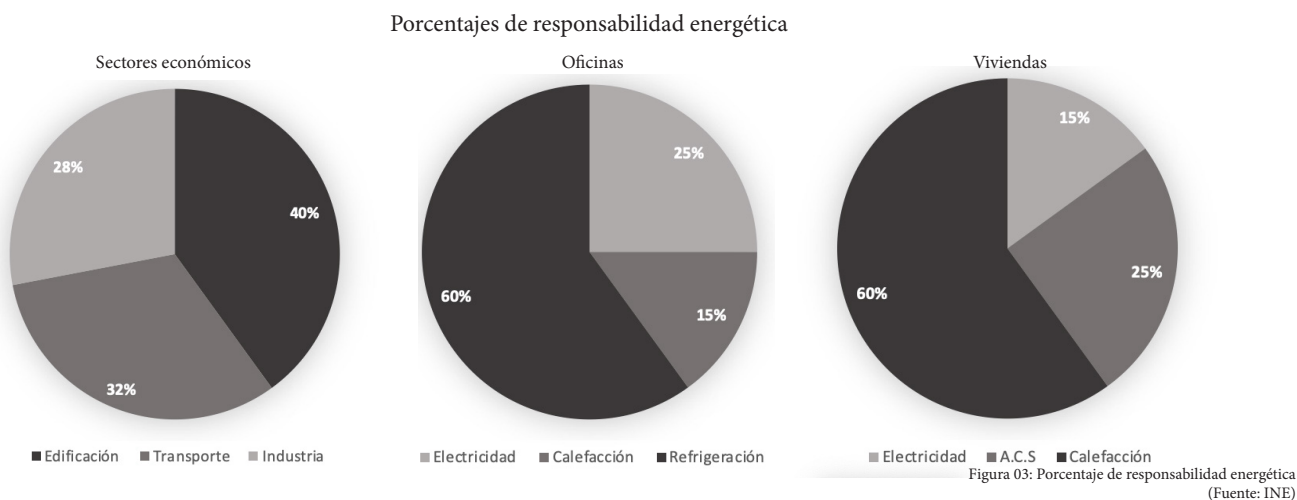
El objetivo estipulado para el año 2050 es conseguir la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero entre el 80% y el 90% de las reflejadas en 1990. Si se cumple este objetivo se puede considerar el triunfo de estas medidas y la descarbonización del territorio europeo.

Los porcentajes respecto al aumento de la producción de energía mediante fuentes de origen renovable y los porcentajes que definan la reducción del consumo de energía, se estipularan en el futuro. Teniendo en cuenta la progresión de los anteriores objetivos y el avance de la tecnología de aplicación en este ámbito.

## 1.3 APLICACIÓN DE LOS OBJETIVOS A LA EDIFICACIÓN

### 1.3.1 RESPONSABILIDAD ENERGÉTICA DEL SECTOR

Estos objetivos planteados por la Unión Europea afectan a todos los sectores que conforman la sociedad, pero entre estos la diferencia de porcentajes de responsabilidades energéticas es notable. Siendo el sector de la edificación el encargado del 40% de este consumo. Dentro de ese consumo, existen diferencias entre los distintos usos de los edificios e incluso dentro de los edificios hay diferencias entre los diferentes procesos de generación para la climatización de los interiores. Esto nos ayuda a saber donde centrarnos para paliar la situación actual y conseguir el cumplimiento de los objetivos propuestos.



Estos datos fomentan la investigación y el desarrollo de la tecnología para conseguir el correcto funcionamiento de todas las actividades de los diferentes sectores de la manera más eficiente posible. Por esto en el ámbito de la industria el desarrollo de tecnología se centra en técnicas de producción eficientes, que consuman menor cantidad de energía y produzcan menor cantidad de gases, sin perjudicar la producción. En el ámbito del transporte la dirección tomada es el desarrollo de modelos de tecnología que suplanen al actual, basado en combustibles fósiles. Principalmente todas las miradas se centran en conseguir mayores rendimientos de la energía eléctrica. Lo que conlleva al desarrollo de la infraestructura y de los sistemas, permitiendo un funcionamiento eficiente que compita y supere en funcionalidad a los combustibles fósiles. Ante esta situación que sitúa el sector de la edificación como el que más energía consume, la Unión Europea se plantea cambios en los modos de construcción. Desarrollando una serie de nuevas normativas y definiendo un nuevo modelo de edificación que promueva la concienciación y ayude a conseguir los objetivos establecidos.

Denominan Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo, EECN (por sus siglas en castellano) o como habitualmente se denomina a estos edificios, nZEB (nearly Zero Energy Buildings), al modelo implantado para la reducción del consumo de energía en el sector de la edificación. Este concepto es cualitativo, no cuantitativo, por lo que evolucionará a lo largo de los años adaptándose a la capacidad tecnológica del momento. Actualmente este modelo lo define el Código técnico de la Edificación a nivel nacional, estipulando los valores necesarios a cumplir. En el transcurso de los años, las diferentes directivas europeas han ido definiendo este concepto de edificio nZEB y los diferentes estados que conforman la Unión Europea han fijado los parámetros para considerar a un edificio de consumo de energía casi nulo. Europa redacta las condiciones y los estados las definen, encontrando alguna diferencia entre las directivas europeas y el CTE. De esta manera se consigue aplicar los conceptos de una manera adecuada a cada rincón del territorio europeo.

### 1.3.2 EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO (NZEB)

La “Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios” tiene como primer objeto fomentar la eficiencia energética de los edificios situados en la Unión. Tiene en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos de coste-eficacia. Para ello fija unos requisitos en relación con la metodología de cálculo común y la eficiencia energética entre otros.

En esta directiva aparece por primera vez la definición de lo que se considera un edificio de consumo de energía casi nulo: “Edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno;” punto 2 del Artículo 2, Directiva 2010/31/UE, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea a 18.6.2010.

Esta definición hace hincapié en el alto nivel de eficiencia energética y en la baja demanda de consumo energético de este modelo de edificios, la cual deberá ser producida en gran medida mediante el uso de fuentes de energía renovable. Propone partir de la cantidad de energía consumida en un año definiendo la energía destinada a calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Para diseñar un edificio cuyo consumo de energía este cerca del consumo nulo se establecen unos aspectos a considerar:

- Las características térmicas del edificio.
- Las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria.
- Las instalaciones de aire acondicionado.
- La ventilación natural y mecánica
- Las instalaciones de iluminación.
- El diseño, emplazamiento y orientación del edificio.
- Las instalaciones solares pasivas y de protección.
- Las condiciones ambientales exteriores e interiores
- Las cargas internas del edificio.

Por tanto para que un edificio sea de consumo de energía casi nulo deberá tener estipuladas y medidas todas estas características, de la manera más eficiente y con el objetivo de reducir el consumo de energía al mínimo posible con las condiciones tecnológicas que existan en el momento de su construcción.

Con el objetivo de establecer una serie de criterios, de entendimiento y cálculo, más concretos para verificar los criterios establecidos por cada normativa de los países que conforma la UE, se redacta un documento de recomendaciones publicado en 2016.

“La RECOMENDACIÓN (UE) 2016/1318 de la Comisión de 29 de julio de 2016 sobre directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo y las mejores prácticas para garantizar que antes de que finalice 2020 todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo.” En este documento se generan unos valores de referencia, teniendo en cuenta cuatro tipos de clima y unos conceptos sobre energía.

- Energía primaria total: es la suma de la energía primaria neta y la energía procedente de fuentes renovables in situ.
- Energía primaria neta: energía utilizada para la calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente e iluminación
- Energía producida in situ por fuentes de energía renovables: es la energía producida en el propio edificio, que abastece al propio edificio, mediante el uso de fuentes de energía renovables.

ZONAS CLIMÁTICAS		E. Primaria Neta kWh/m <sup>2</sup> año	E. Primaria Total kWh/m <sup>2</sup> año	E. procedente renovables kWh/m <sup>2</sup> año
Mediterránea	Oficinas	20-30	80-90	60
	Vivienda uni.	0-15	50-65	50
Oceánica	Oficinas	40-55	85-100	45
	Vivienda uni.	15-30	50-65	35
Continental	Oficinas	40-55	85-100	45
	Vivienda uni.	20-40	50-70	30
Nórdica	Oficinas	55-70	85-100	30
	Vivienda uni.	40-65	65-90	25

Tabla 01: Zonas climáticas  
(Fuente: Elaboración propia)

También se fijan en este documento dos fechas para empezar a diseñar y construir edificios con estas características:

- 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo.
- 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

De esta forma y con estos objetivos hemos llegado a la implantación oficial de este modelo en España, siendo obligatorio desde este año 2020, que toda nueva construcción, intervención en un edificio para la ampliación de un 10% de su superficie, cambio de uso para más de 50 m<sup>2</sup> o reforma de la instalación térmica, tenga que cumplir las características que acrediten a dicha edificación como un edificio nZEB.

La evolución de la normativa que defina los edificios que cumplen las características para ser considerados de consumo de energía casi cero, evolucionará cada 5 años, definiendo nuevos aspectos y nuevos parámetros a tener en cuenta. Ajustando cada vez más las exigencias hasta lograr el objetivo de reducir el consumo energético a cero, o bien conseguir no solo que los edificios consuman poca energía sino que la produzcan, siendo autosuficientes con la posibilidad de vender energía a la red.

### 1.3.3 PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE DIRECTIVAS EUROPEAS Y CTE ESPAÑOL

Con el objetivo de comparar los diferentes documentos normativos sobre la construcción de edificios de consumo de energía casi nulo, se hace una lista con los principales parámetros que contemplan ambas partes. Hay que tener en cuenta que el Código Técnico de la Edificación lleva a cabo una transposición de las directivas europeas, por lo que aunque utilice algún método diferente en cuanto a la evaluación de estos parámetros, el resultado debe cumplir con las medidas expuestas por el parlamento europeo.

Dentro de la Directiva europea 2010/31/UE se definen los siguientes parámetros para el cálculo dentro de los edificios:

- La eficiencia energética: cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación.
- Consumo de energía primaria: entendida esta como la energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación

En el documento de Recomendaciones (UE) 2016/1318:

- Consumo de energía primaria total ( $\text{kWh}/\text{m}^2\text{año}$ )
- Consumo de energía primaria procedente de fuentes de energía renovable producidas in situ ( $\text{kWh}/\text{m}^2\text{año}$ )
- Consumo de energía primaria no renovable o consumo de energía primaria neta

En el Código Técnico Documento Básico HE 2019:

- Consumo de energía primaria no renovable
- Consumo de energía primaria total (tiene en cuenta el consumo de energía primaria no renovable y el renovable)

Aparecen en el CTE unos parámetros secundarios

- Calidad mínima de la envolvente del edificio ( $U_{\text{envolvente}}$ ,  $q_{\text{sol}}$ , Permeabilidad)
- Calidad mínima de las instalaciones del edificio (deben cumplir el RITE)
- Aporte numérico de energía renovable (50% de energía renovable)

Existe una diferencia en la zonificación de climas entre ambas normativas, siendo la europea menos minuciosa que la nacional. Europa señala la existencia de cuatro clases de clima en todo su territorio: Mediterráneo, Oceánico, Continental y Nórdico. En la zonificación evalúa climas por países, figurando España como clima mediterráneo en toda su superficie. Por esta razón en la aplicación de las normativas europeas a las nacionales el CTE zonifica hasta 16 climas diferentes. El sistema de etiquetado se basa en la asignación de una letra y un número a todo el territorio. Las letras son A,B,C,D,E, $\alpha$  y hacen referencia a la severidad de los inviernos, siendo A el más suave y E el más severo. A su vez los números hacen referencia a la severidad climática en verano siendo 1 el menos severo y 4 el más severo.

Europa recomienda valores bajos de consumo de energía primaria no renovable y unos valores de energía primaria de origen renovable bastante altos, fijando los valores máximos de consumo de energía primaria total. Mientras que el Código Técnico fija los valores de consumo de la energía primaria total y se ciñe al uso del 50% de esta mediante energía procedente de fuentes renovables. De esta manera Europa fija tres indicadores donde da un rango de valores a cada uno, teniendo el valor de consumo de energía primaria neta, no renovable, que tomamos de la red, posteriormente establece el rango de valores para el consumo total de energía Primaria.

El Código Técnico de la Edificación considera dos indicadores donde fija un valor máximo para el consumo de energía primaria no renovable (no se puede sobrepasar) y el valor máximo de energía total, siendo el valor del consumo de energía renovable la diferencia entre ambos valores.

Para Europa a la hora de reducir el consumo energético, el valor del consumo de energía renovable es fijo e invariable, por lo que hay que reducir el consumo de energía no renovable. En contraposición, el CTE estima que para la reducción del consumo de energía primaria total, puedes reducir el consumo de energías procedentes de fuentes renovables y mantener el consumo de energías no renovables.

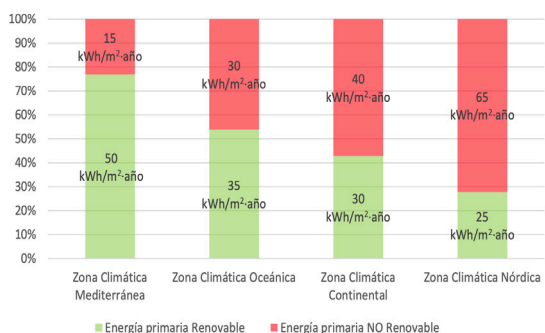


Figura 04: Relación entre el consumo máximo de Energía Primaria Renovable y consumo máximo de Energía Primaria No Renovable para viviendas nZEB

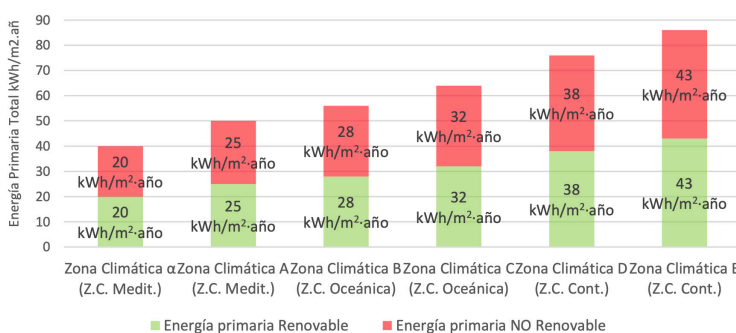


Figura 05: Relación entre consumo máximo de Energía primaria renovable y consumo máximo de Energía primaria no renovable para viviendas nZEB (Fuente: "EDIFICIO nZEB(ECCN) Evaluación de estrategias arquitectónicas para la consecución del nuevo modelo energético" Abel Olmedo Rodríguez)



## 1.4 CONCLUSIONES PARA EL DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN

### 1.4.1 DESARROLLO DE UN COMPLEJO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Para llevar a cabo el diseño de un edificio de consumo de energía casi nulo hay que tener en cuenta los valores de energía consumida e intentar reducirlos al máximo. Los valores de energía tomada de la red, energía de fuentes no renovables y energías de fuentes renovables son de vital importancia para paliar el problema actual de las emisiones de gases contaminantes. Como ya hemos visto el sector de la edificación es uno de los máximos exponentes en consumo de energía. Por ello se desarrollo un complejo donde las energías utilizadas sean completamente renovables, con el objetivo de que este consumo sea el mínimo posible.

Los pasos a seguir en el desarrollo de un complejo rural donde el consumo de energía sea la menor posible, sin ver mermadas las necesidades de confort en el interior, son los siguientes:



**El lugar:** hay que conocer las características de la ubicación escogida, la orientación es un factor determinante en el diseño. Además de saber la posición del sol, los vientos predominantes y las variaciones de temperatura exteriores. Se debe diseñar conociendo las características intrínsecas del lugar donde trabajamos.

**Estrategias pasivas:** El objetivo de usar este tipo de mecanismos y estrategias es de vital importancia para reducir el consumo de energía. Desde la captación solar cuando las condiciones lo necesiten hasta su protección, el uso de la vegetación a nuestro favor, etc.

**Sistemas de consumo eficientes:** Utilizando aparatos de consumo altamente eficientes reduciremos la demanda energética. Con los avances tecnológicos conseguimos iguales o incluso mejores prestaciones en los electrodomésticos y diversos aparatos que necesitan energía para su correcto funcionamiento.

**Sistemas activos de generación de energía:** La elección de los diferentes procesos de transformación de la energía con las condiciones de alta eficiencia y utilizando fuentes de energía renovable en su mayor parte. Este punto puede ser vital en la emisión de gases contaminantes y en la producción de una energía limpia y renovable. Cuanto más eficiente sea el proceso mejor funcionara todo el conjunto.

Siguiendo inteligentemente este procedimiento se logra el diseño y la construcción de edificios con consumo bajo de energía o incluso autosuficientes, logrando así un consumo nulo de energía.

Con el objetivo de contribuir al cambio de paradigma, diseñar un edificio acorde con las normativas, generar un modelo de edificio para lugares difícilmente accesibles, etc. Se pretende desarrollar una evolución por estos puntos, verificando durante el proceso cada elemento de diseño, haciendo un estudio amplio de las estrategias pasivas y bioclimáticas, estudiando diferentes métodos de transformación de la energía... Englobando todo este proceso en el diseño de un Complejo rural con la catalogación de edificio libre de emisiones, de consumo de energía nulo, un edificio que sea sostenible, responsable y autosuficiente.

## 2. DETERMINANTES DEL EMPLAZAMIENTO

---

La despoblación es un fenómeno demográfico y territorial. Consiste en la disminución de habitantes en un territorio en relación a un tiempo pasado. Esta involución puede ser producto de un crecimiento vegetativa negativo, una tasa de migración negativa o de ambos. En otras palabras la despoblación es el resultado de un mayor número de defunciones que de nacimientos, de un mayor número de emigrantes que de inmigrantes o de la suma de ambas.

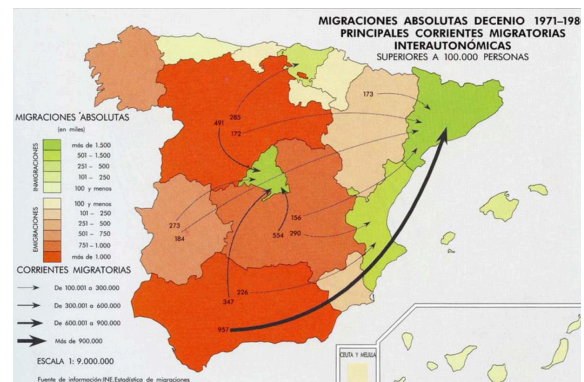
La economía tiene un papel principal en estos ámbitos. Localidades con menos oferta de empleo o de desarrollo ven reducida su demografía mientras que las que ofrecen estas condiciones reflejan aumentos de la población.

Esta involución demográfica tiene una presencia importante en el país. Ha conseguido que núcleos rurales donde la población estaba asentada caigan en picado y se consideren espacios destinados al turismo rural o como alternativa de las grandes ciudades.

## 2.1 DESPOBLACIÓN EN LA MONTAÑA ORIENTAL LEONESA

En los municipios interiores del territorio nacional se ha sucedido una despoblación continua a lo largo de los años. Producto de la economía local en competencia con las urbes próximas. A nivel nacional se contempla la migración hacia las Comunidades Autónomas más industrializadas como Madrid, Cataluña o País Vasco.

En los años 60, con la industrialización del país se produjo un éxodo rural. Mucha población de los pueblos se mudaban a las ciudades cercanas en busca de un empleo. Una vez instalados en las ciudades proseguían sus vidas, en la mayoría de los casos formando una familia y favoreciendo el crecimiento demográfico de la población. El avance de la industria fue creando focos destacados a nivel nacional que hicieron este proceso más grande. Llegando a una situación en la que los municipios de interior están perdiendo la poca industria que quedaba y con ello están involucionando demográficamente.



### 2.1.1 TERRITORIO LIGADO A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

#### 2.1.1.1 LA MONTAÑA DE LEÓN Y LAS MINAS DE CARBÓN

En la provincia de León, más concretamente en la Montaña Oriental Leonesa, se encuentra el municipio de Boñar. Según los datos del INE en 2019 contaba con 1832 habitantes. Esta población está ubicada a 51 km de la ciudad de León. Se considera que es una localidad en peligro de despoblación debido a no tener empadronadas más de 5000 personas. En esta zona de España el empleo se basaba principalmente en la agricultura, la ganadería y la minería, siendo esta último el sustento de la mayoría de familias. Entre la mina de carbón de Sabero y la industria de Talcos de Boñar, la comarca se mantenía con algo de industria. Junto con la ganadería conformaban el mayor sustento para las familias. La mina de carbón cierra en 1992 y debido a la crisis la industria de talcos en Boñar cierra en 2010, produciéndose un aumento gran aumento del paro.

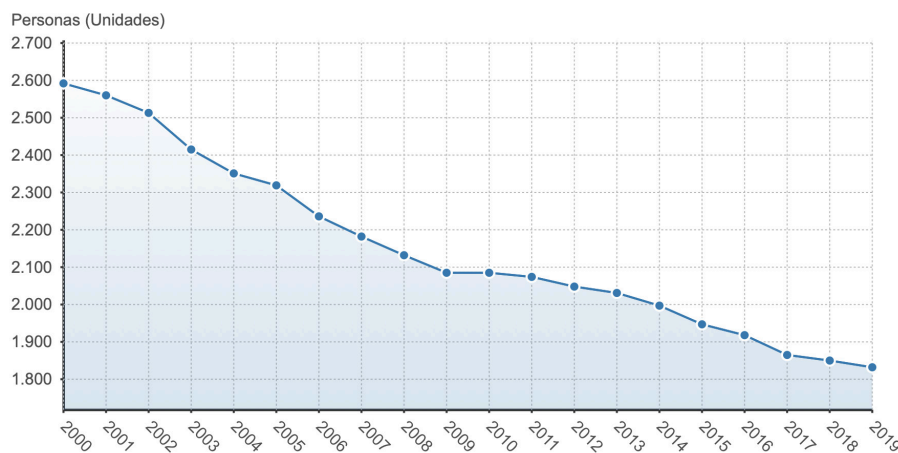


Figura 07: Datos demográficos municipio de Boñar, León (Fuente: INE)

El desarrollo de la minería en la montaña oriental y occidental leonesa se debe en gran medida a la extracción de carbón para abastecer las industrias del País Vasco. Así se desarrolla la línea de ferrocarril La Robla-Valmaseda, un ramal que recorre varias cuencas mineras leonesas y acaba en Bilbao.

Cuando España se abre al mercado en la década de los 1960 empiezan los problemas con la explotación carbonífera de León. Entra en competencia con el mismo producto extranjero, más competitivo, y en lucha directa con el petróleo. La industria debido a los mejores rendimientos del carbón extranjero decanta la balanza. Esto supone una caída del empleo fortísima en toda la región de la montaña leonesa. El abaratamiento del transporte de carbón extranjero hizo que este se volviera mucho más competitivo en la década de los 1970. En el año 1976 el carbón representa el 15 % del consumo interno de energía español, frente al 72% del petróleo. Avanzados los años entre los años 1989 y 2005 la plantilla de mineros del carbón se redujo un 78%, conformándola poco más de 2600 trabajadores. El 1 de Enero de 2019 por obligación del Ministerio de Transición Ecológica, se cierran todas las minas de carbón en la provincia, suponiendo el fin de la extracción del mineral y de los empleos que esta generaba.

### 2.1.1.2 EL EMBALSE DEL PORMA

En la provincia de León, más concretamente en la Montaña Oriental Leonesa, se encuentra el municipio de Boñar. Según los datos del INE en 2019 contaba con 1832 habitantes. Esta población está ubicada a

El embalse del Porma, embalse de Vegamián o embalse de Juan Benet, es el tercer embalse más grande de la provincia de León. Ubicado sobre el río Porma, fue inaugurado en 1968. Posee una capacidad de 317 hm<sup>3</sup>. Cumple las funciones de regulación de los ríos para evitar las riadas estacionales y es el encargado del abastecimiento de agua potable a la ciudad de León. Debido a esto solo puede ser navegable por embarcaciones a remo, vela o motor eléctrico. Desde el río curueño existe una aportación de agua mediante un túnel de 6 km, en la salida del túnel y en la presa, se construyeron en el año 2000 dos minicentrales hidroeléctricas operativas desde el año 2006, a su vez se ha contruido otra minieléctrica aguas abajo en la localidad de Boñar, municipio al que pertenece el embalse.

Durante la construcción del embalse quedaron sumergidos bajo las aguas las localidades de Vegamián, Campillo, Ferreras, Quintanilla, Armada y Lodares, a su vez afectó a Camposolillo y Utrero. Estos últimos no fueron inundados pero sí expropiados con la justificación de inaccesibles. Las localidades de Rucayo y Valdehuesa quedaron comunicadas por un camino de tierra que se asfaltaría en los años 80.

Es la localidad de Utrero la única que queda completamente libre de las aguas del embalse debido a su situación. Posee ciertas características que la convierten en el lugar idóneo para la implantación del Complejo Rural Embalse del Porma.



Figura 08: Utrero antes del embalse

(Fuente: <https://www.turismoreinodeleon.com/embalses/pueblos-anegados/>)



Figura 09: Utrero en la década 2010-2020

(Fuente: <http://lospueblosdeshabitados.blogspot.com/2014/01/utrero-leon.html>)

## 2.2 UTRERO: PUEBLO VACIADO

En la entrada al antiguo pueblo de Utrero hay un cartel informativo donde hablan de la construcción y las capacidades del embalse. También expone otra realidad: “ El embalse tuvo, no obstante, consecuencias bien distintas para la población y el territorio del valle de Vegamián, ya que produjo la salida forzosa de sus hogares de las gentes del valle. Para su ejecución y puesta en servicio fue necesaria la completa anegación de los pueblos de Armada, Campillo, Ferreras, Lodares, Quintanilla y Vegamián y la expropiación de dos más, Camposolillo y Utrero. Estos dos últimos, si bien no desaparecieron bajo las aguas del embalse, fueron privados de sus casas y fincas y quedaron incomunicados, por lo que tuvieron que ser igualmente abandonados.

En los años 1971 y 1983 se produjeron labores de mantenimiento que condujeron al desembalse del pantano, lo que dejó al descubierto el pueblo de Vegamián, único de los pueblos hundidos que no fue demolido antes de su inundación y cuya primera referencia histórica data del año 917. De Camposolillo y Utrero, como podemos observar a nuestro alrededor en el caso de este último, solo quedan las ruinas de lo que fueron antaño.” Texto elaborado por *ADRA ingeniería y gestión del medio,slp*.



Figura 10: Utrero, entrada al pueblo 17/8/2020  
(Fuente: Elaboración propia)

### 2.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

#### 2.2.1.1 UBICACIÓN

Las coordenadas de la localidad de Utrero son lat: 42,96 lon: -5,28. Está situado en la comunidad autónoma de Castilla y León, en la provincia de León, en la montaña oriental leonesa, es la localización más norte del municipio de Boñar. Antes de la construcción del embalse pertenecía al ayuntamiento de Vegamián, el cual se anexionó al término municipal de Boñar al quedar sumergido. Se encuentra a 72km de la ciudad de León.

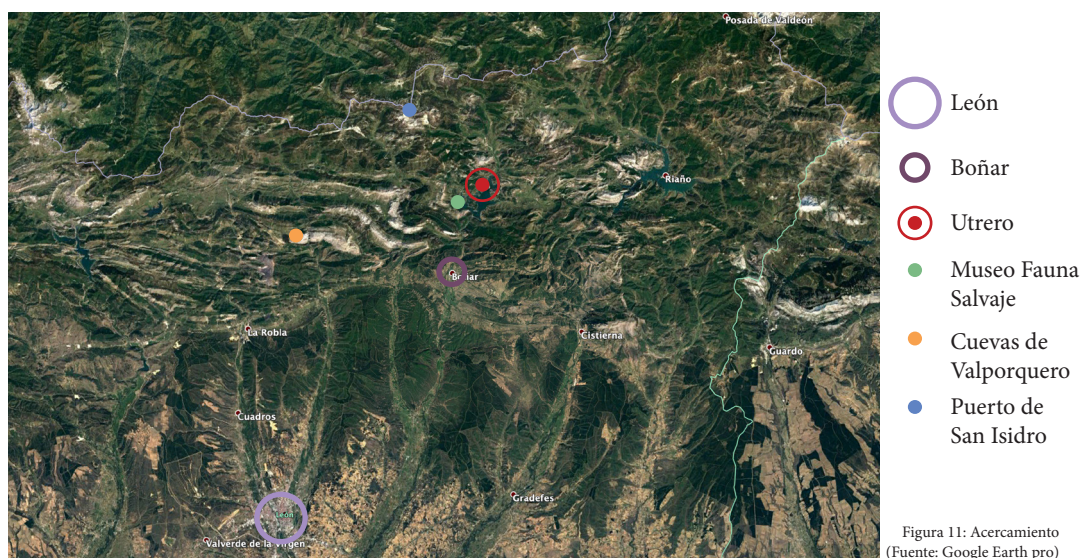


Figura 11: Acercamiento  
(Fuente: Google Earth pro)

### 2.2.1.2 CARTA SOLAR

Para aplicar medidas bioclimáticas para el diseño de un edificio es necesario conocer las características otorgadas por el sol. Entre ellas se encuentra la inclinación pues define el ángulo de incidencia de la radiación solar directa. Se mide a través de la carta solar, una gráfica que nos da la situación exacta del sol en cualquier día del año.

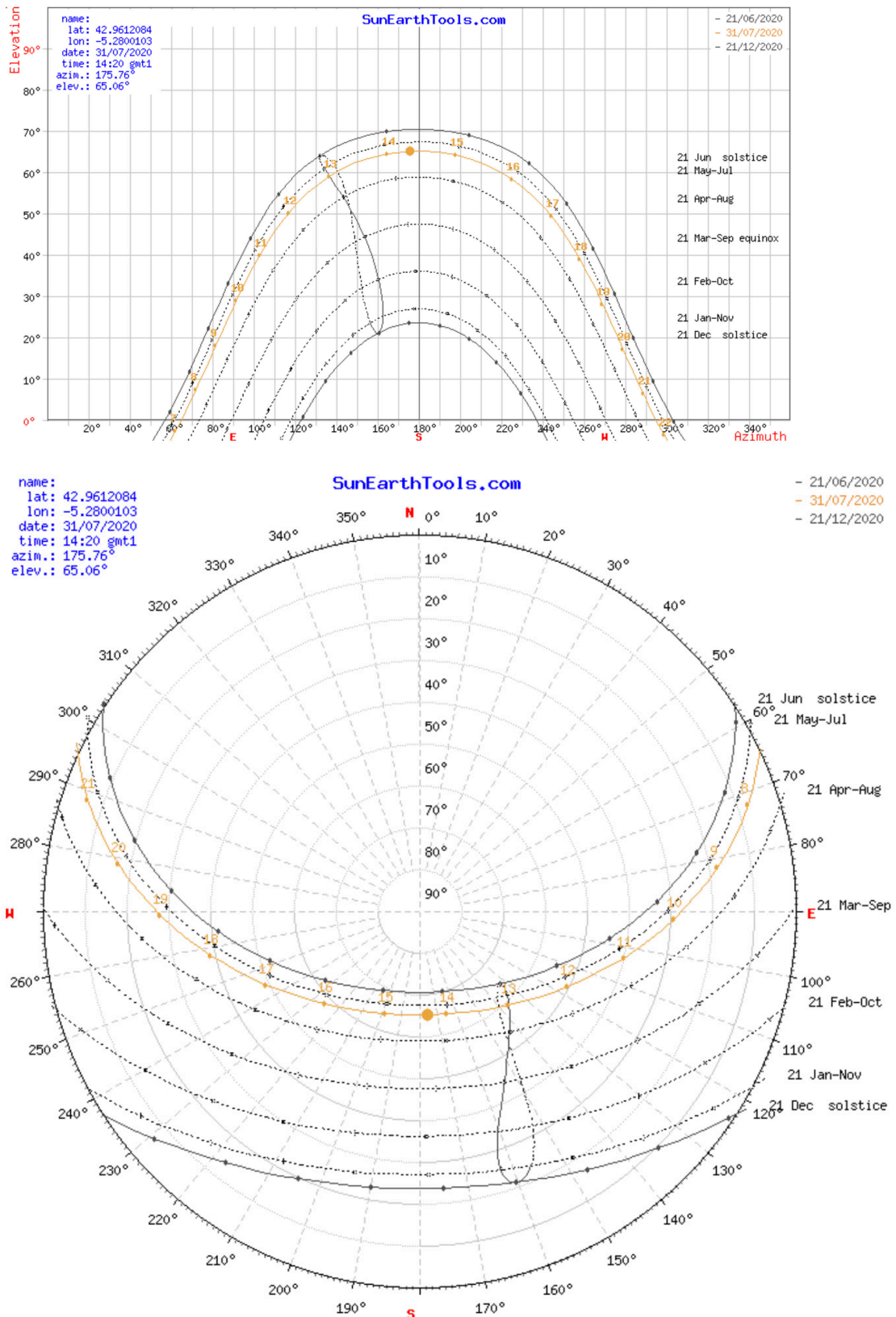


Figura 12: Carta solar localidad Utrero (Fuente: <https://www.sunearthtools.com>)

### 2.2.1.2 ROSA DE LOS VIENTOS

Utrero se ubica en la ladera de la peña a la que da nombre, esta queda al norte de la localidad, protegiendola de los vientos desde el Este al Oeste. Es por esto que en la rosa de los vientos los más recurrentes se ubiquen al Sur y al Sur-Suroeste.

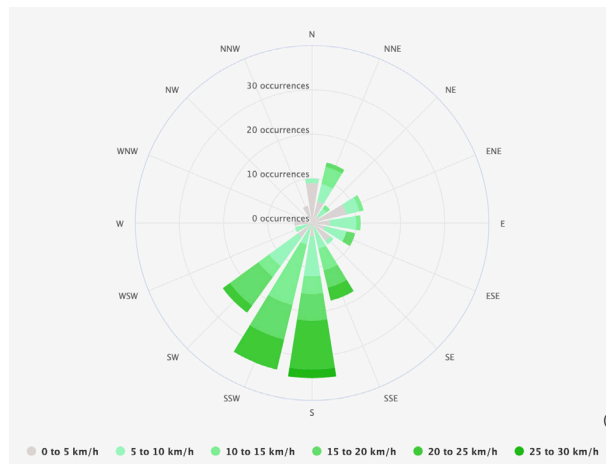


Figura 13: Rosa de los vientos localidat Utrero  
(Fuente: [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/utrero\\_españa\\_3107135](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/windrose/utrero_españa_3107135))

### 2.2.1.3 TEMPERATURAS MEDIAS

A continuación se muestran la tabla anuales de temperaturas máximas, medias y mínimas relacionadas con la humedad relativa, contabiliza todos los días del año 2019. De la misma forma se muestran las precipitaciones a lo largo del año 2019. Estas gráficas muestran datos de vital importancia en el diseño de nuestro complejo. Pues dependiendo de estas características utilizaremos unas soluciones u otras durante el diseño. Se puede concluir que los meses que más protección solar necesitan son Junio, Julio, Agosto y mediados de Septiembre a ciertas horas del día, pues como se puede ver en la gráfica hay días en Julio con una diferencia de temperatura de más de 20°. A su vez contemplamos que la mayoría de meses del año nos beneficiaría la captación de la radiación solar para conseguir aumentar la temperatura interior. Debido a las precipitaciones y la posibilidad de nevadas, lo correcto es plantear cubiertas inclinadas para el diseño.

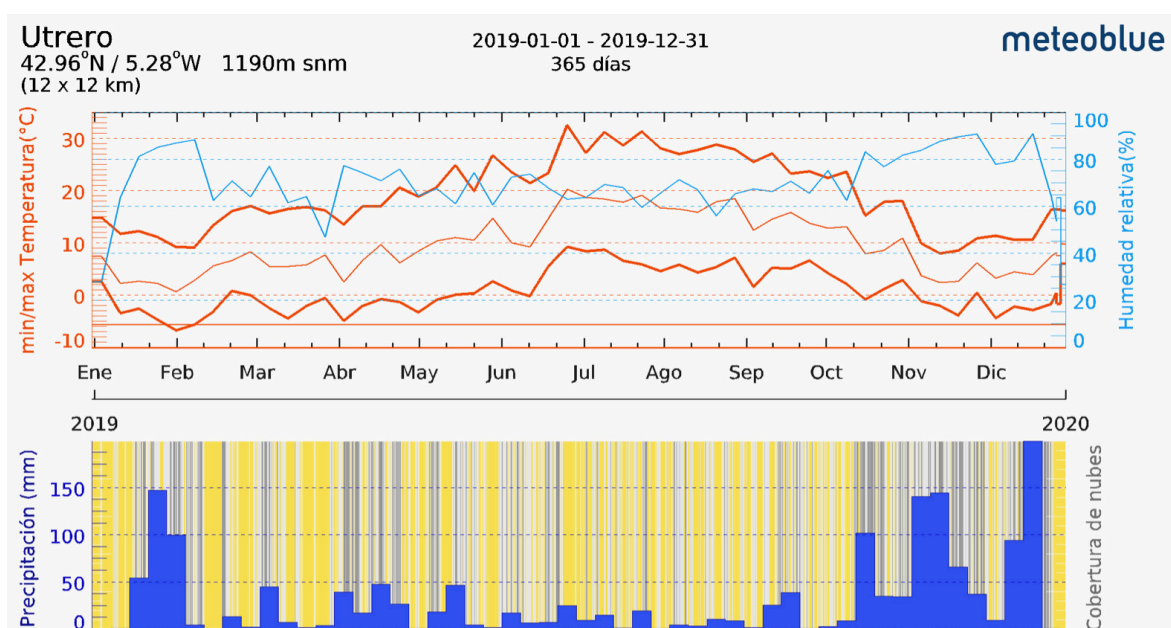


Figura 14: Temperatura y Precipitación a lo largo del 2019  
(Fuente: <https://www.meteoblue.com/es>)

#### 2.2.1.4 INDUSTRIA LOCAL DEDICADA A LA EDIFICACIÓN

Se estima oportuno señalar la ubicación de dos industrias dedicadas en gran medida al sector de la construcción. Como son la cantera de Boñar y la fábrica de pellets de Vegaquemada. La cantera de Boñar extrae piedra caliza de un yacimiento histórico, aportó la mayoría de piedra durante la construcción de la catedral gótica de León. Se ubica a 23 km de Utrero. La empresa dedicada a la fabricación de pellets está ubicada al Sur de Boñar en el municipio de Vegaquemada. Utiliza los restos sobrantes de las podas, bosques, etc, para la producción de pellets para calderas de Biomasa. Se ubica a 23 km de Utrero.

La cercanía de estas dos empresas nos genera menor recorrido para conseguir materiales necesarios en nuestro complejo. Por lo tanto distribuyendo estos materiales desde estas industrias conseguiremos acortar el trayecto de transporte, lo que significa menor consumo de combustible fósil de los vehículos y por lo tanto menos emisión de gases de efecto invernadero derivados de la construcción de nuestro complejo. Se ubica a 26 km de Utrero.

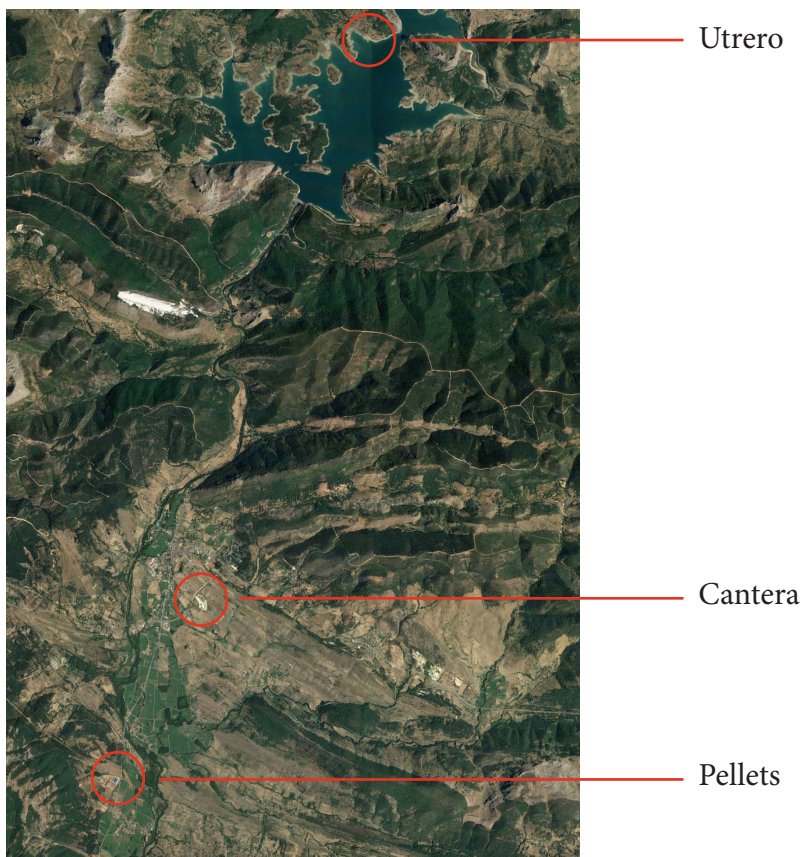


Figura 15: Ubicación cantera y fábrica de pellets respecto de Utrero  
(Fuente: Google Earth y Google maps)



## 2.2.2 POTENCIADORES TURÍSTICOS

### 2.2.2.1 EMBALSE

El embalse del Porma envuelve todo el paisaje y lo protagoniza. Genera un contraste natural entre el lago artificial y los diferentes picos montañosos. Sus aguas abastecen la ciudad de León y consiguen regar gran cantidad de hectáreas al sur de León, en la provincia de Palencia y el norte de Valladolid.

Sus aguas pueden ser navegables, aunque está prohibido el vertido de aceites debido al uso de este agua. Esta prohibición reduce las embarcaciones a tres tipos, vela, remo y motor eléctrico, desechando la opción de motores de combustión. La explotación de este uso no es anecdótica, pues no dispone de una instalación que haga su disfrute llamativo. También está permitido el baño en sus aguas, pero al igual que con la navegación, este uso es esporádico puesto que no existe una zona habilitada para este uso. Es por esto que se plantea la creación de un puerto eléctrico (habilitado para la carga de este tipo de motores), además de la habilitación de una playa artificial donde poder disfrutar del baño. Estas dotaciones convertirán al pantano en un reclamo turístico no solo del municipio sino de la provincia. Debido a su cercanía con León y estas nuevas dotaciones, se pretende generar un punto turístico que explote las capacidades del pantano y consiga situar a la localidad entre los principales puntos turísticos del municipio.

### 2.2.2.2 NATURALEZA

El enclave de Utrero proporciona imágenes idílicas con un contraste continuo entre escarpadas cimas, vegetación frondosa y agua. El pico más alto de la zona es el pico Susarón, situado al norte de Utrero. Domina las vistas de la zona siendo uno de los puntos de contemplación de la naturaleza más llamativos el mirador de Vegamián, desde el cual podemos observar al pico Susarón y a Utrero a la orilla del embalse. Todo el municipio tiene rutas de senderismo muy demandadas. Las más remarcadas desde el ayuntamiento de Boñar son las siguientes:

PRC LE-55: Ascensión a Pico Cueto

PRC LE-56: Por el Río Porma

PRC LE-57: Las Ermitas

PRC LE-58: Camino tradicional Adrados a Vozmediano

PRC LE-59: Por Valdehuesa

También existe la ruta PRC LE-15: Embalse del Porma. Esta ruta es la más interesante para este texto puesto que es el recorrido de llegada a Utrero. Parte desde Rucayo pasa por Utrero, y caminando por la ladera del Susarón llega hasta Camposolillo.



Figura 16: Vista de Utrero y pico Susarón desde el mirador de Vegamián  
(Fuente: Elaboración propia)

### 2.2.2.3 MUSEO DE LA FAUNA SALVAJE

El Museo de la Fauna salvaje está ubicado en el embalse del porma, es parte del pueblo de Valdehuesa. Fue inaugurado en el año 2004 en un entorno natural privilegiado. Presume de mostrar una representación amplia de la fauna procedente de los cinco continentes. Esta dividido en dos partes, la exposición permanente dentro del edificio donde tiene la colección de animales disecados de todos los continentes. Y el parque zoológico, de 30 hectáreas, donde existen recorridos guiados de dos a tres kilometros para la observación de robledales y de fauna en semi-libertad. Cuentan con una reserva de bisonte europeo, ciervos, gamos, muflones, jabalíes, rebeco y corzo. Tambien se pueden ver lobos ibéricos de la cordillera cantábrica.

### 2.2.2.4 ESTACIÓN DE ESQUÍ SAN ISIDRO

A escasos 24 km de Utrero se encuentra la estación de esquí San Isidro. Muchos habitantes de los pueblos de alrededores viven de la actividad existente en la estación durante los meses de invierno. Por lo que el enclave de Utrero se convierte en un potencial punto de ersidencia estacional para los amantes de este deporte.

### 2.2.2.5 PUEBLO ABANDONADO DE UTRERO

Se considera al enclave donde se ubica el pueblo como un potencial turístico. Por el encanto de sus ruinas y lo llamativo de visitar pueblos fantasmas donde un día hubo vida. Se diseñará el complejo contando con la potencia turística de estas ruinas y la historia que tienen, tomando la decisión de dejarlas intactas, respetando el paisaje natural generado por la proliferación de la vegetación entre las casas abandonadas.



Figura 17: Vista parcial de Utrero con el embalse y la naturaleza de fondo  
(Fuente: Elaboración propia)

## 2.3 EL COMPLEJO RURAL COMO CONCLUSIÓN

Juntando todos estos potenciadores turísticos se llega a la conclusión de que el complejo rural tiene un alto potencial para su uso constante a lo largo del año. Consiguiendo agrupar todas estas actividades estacionales como puede ser el esquí en los meses fríos y el baño en el embalse en los meses cálidos. Por esto crear un complejo rural en esta ubicación no solo devuelve vida al pueblo expropiado, sino que fomenta un turismo existente y otro que se pretende generar.

El objetivo principal de potenciar el turismo es la generación de empleo y el auge de la economía municipal, que debidamente invertida podría mitigar este impacto creado por la despoblación de las zonas rurales y aumentar en un tanto por ciento la vida habitual del territorio.

Para potenciar toda la dotación se diseña un restaurante y unas viviendas que sumadas a la playa y el puerto conformarán todo el complejo rural Embalse del Porma. Siendo el complejo en si mismo un potente reclamo turístico puesto que dentro de la arquitectura se engloba la tradición y la naturaleza de la zona. Generando una oferta residencial a orillas de este embalse y con un fondo único, el pueblo de Utrero.



Figura 63: Vista parcial del restaurante rural con Utrero de fondo  
(Fuente: Elaboración propia)

### 3. COMPLEJO RURAL EMBALSE DEL PORMA

---

El desarrollo de un Complejo rural a la orilla del embalse del Porma, como medida para fomentar el turismo rural de la zona, incrementando y completando las posibilidades dotacionales de un embalse, debe ser lo más sostenible y eficiente posible. Debe respetar la naturaleza que lo rodea y no suponer un componente llamativo, no generar un impacto visual que rompa con la armonía del entorno desarrollando una contaminación paisajística. Debe ser funcional y servir a su propósito, dando el mejor servicio posible para el fometno de su actividad.

## 3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 3.1.1 CONSUMO SOSTENIBLE, RESPONSABLE Y AUTOSUFICIENTE

El complejo rural Embalse del Porma tiene como principal objetivo el consumo sostenible, responsable y autosuficiente. Sostenible porque toda la energía consumida en el edificio se produce en el complejo con fuentes de energía renovables. Responsable por el compromiso que implica un edificio de estas características con el medioambiente, debido al bajo consumo de energía. Autosuficiente debido a que todas las demandas para conseguir las características de confort están cubiertas en el propio edificio: agua sanitaria, electricidad, calefacción y climatización.

Siguiendo la normativa que regula los edificios de consumo casi nulo, ECCN o por sus siglas en inglés nZEB, se pretende generar un complejo con un consumo de energía muy baja para sus características, con la capacidad de dotar de energía a elementos ajenos, por lo que hablaríamos de un edificio de consumo nulo e incluso de energía plus.

### 3.1.2 REACTIVACIÓN DE UNA ZONA RURAL ABANDONADA

Volver a dotar a la localidad abandonada de Utrero de un uso y una actividad, contando con sus potenciales posibilidades y sus atractivos claros, como son el paisaje natural de la montaña leonesa, la presencia dominante del embalse del Porma, la vegetación constante, los niveles nulos de contaminación atmosférica, acústica y lumínica, que pueden generar un lugar envidable para el ocio y la actividad montañesa.

### 3.1.3 FOMENTO DEL TURISMO RURAL

Mediante la incorporación de nuevos servicios en el municipio y el aprovechamiento de la potencialidad de un embalse como reclamo turístico, se pretende conseguir un lugar atractivo para el visitante que quiera recorrer la zona e incorporar una nueva opción al turismo como es el comer o dormir en un pueblo abandonado a escasos metros de un gran embalse en medio de la montaña.

### 3.1.4 CREACIÓN DE UN PUERTO ELÉCTRICO

Reincentivar una actividad casi olvidada del embalse del Porma, la práctica de deportes náuticos, mediante la creación de un puerto con tomas para embarcaciones eléctricas. El embalse solo tiene permitido las embarcaciones a vela, remo o motor eléctrico, pero no tiene habilitado un puerto para el amarre de estas. Se prevé el abastecimiento eléctrico necesario para este tipo de motores.

### 3.1.5 ACONDICIONAMIENTO DE LA ORILLA COMO PLAYA

Como un reclamo turístico que incentive la actividad y el uso de las edificaciones en el norte de la provincia de León e incluso en la capital provincial. Para su adecuación se cuenta con el material generado por el desmonte y adecuación de la ubicación en el proceso de construcción del complejo.

## 3.2 IMPLANTACIÓN

### 3.2.1 ESTADO ACTUAL

Actualmente el pueblo de Utrero se encuentra en estado de ruina. Es una localidad olvidada en todo el municipio a la cual el tiempo está pasando factura cada vez más rápido. Desde que catalogaron el emplazamiento como incomunicado, como acción secundaria de la construcción del embalse, no ha recibido ningún tipo de mantenimiento, acondicionamiento o rehabilitación. Es uno de los pueblos que no derrumbaron durante la construcción de la presa junto con Camposolillo, pero el único que no queda inundado cuando el embalse llega al 100% de su capacidad.

Según el planeamiento actual todo el terreno es suelo rústico de protección natural, debido al abandono del pueblo nunca se clasificó como suelo urbano consolidado. Este hecho convierte en teórica la propuesta de construcción del complejo rural la cual queda completamente descartada por no guardar las distancias de lindes del dominio público hidráulico del embalse.

Está ubicado dentro de los ejes de dinamización turística planteados en las Directrices de Ordenación Territorial de la Montaña Cantábrica Central (DOTMCC) de la Junta de Castilla y León. Donde aparece resaltado el Museo de la Fauna Salvaje de Valdehuesa, ubicado en la orilla Oeste del Embalse.



Figura 18: Planta de situación estado actual  
(Fuente: Elaboración propia con imagen de Google earth pro)  
Escala: 1:2500

### 3.2.2 PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Se decide generar un recorrido empezando desde el poblado de Rucayo al Oeste, adecuando la vía de acceso, sin crear una barrera para la fauna, permitiendo el paso de vehículos mediante la limitación de la velocidad. En la entrada de Utrero se proyecta un aparcamiento para vehículos con varias tomas para vehículos eléctricos.

Con tratamiento del suelo se pretende generar una direccionalidad hacia la entrada del restaurante. En la construcción de este, tiene lugar la mayor intervención, teniendo que desmontar parte del terreno y adecuarlo para la construcción. Los pequeños desmonte de las viviendas están proyectados para continuar con el nivel del terreno. Para la construcción de los muros de mampostería de los edificios se re-utilizan las piedras existentes en varios muros limitadores de antiguas fincas los cuales están derrumbados y parte de las viviendas menos importantes de la aldea, las cuales ya están completamente derrumbadas. Con la tierra generada en la adecuación del desmonte se pretende generar una playa más amplia con más superficie para albergar más personas. Para la construcción del puerto se decide construir una rampa de hormigón con las instalaciones necesarias para la toma de corriente, canalizaciones y amarres.



Figura 19: Planta de situación con la propuesta  
(Fuente: Elaboración propia con imagen de Google earth pro)  
Escala: 1:2500

## 3.3 USO, DISTRIBUCIÓN Y RECORRIDOS DEL COMPLEJO RURAL

### 3.3.1 USO DEL COMPLEJO

Se proyectan seis zonas diferentes dentro del complejo. Cada zona está destinada para un uso diferente, funcionando entrelazadamente entre si y con el paisaje de fondo, conformando un enclave rodeado de naturaleza.

Zona de aparcamiento: Lugar destinado al aparcamiento de vehículos, ubicado en la entrada a la localidad y vinculada al uso y disfrute del complejo. Aparcamiento libre y gratuito con tomas de corriente para la carga de vehículos eléctricos.

Zona de playa: Dividida en dos subzonas, la pública y la privada, destinada a los clientes de las viviendas. Después de las intervenciones de adecuación del terreno y el conformado de la línea real de capacidad máxima del embalse, nos queda un área de grandes dimensiones para el ocio y disfrute de las personas que visiten Utrero.

Zona del restaurante: Conformada por el propio restaurante, el cuarto de instalaciones y los alrededores del edificio. Es la zona donde encontramos a los empleados del complejo con los servicios y a los clientes del restaurante, en el interior o en el exterior. El restaurante está abierto a cualquier público para el consumo interior. Dividido en zona pública y privada. Es en esta última donde se hayan los servicios de cocina y lavandería que dotan de servicio a las viviendas de alquiler.

Zona de las viviendas: Cuatro viviendas más sus correspondientes patios privados y una zona reducida de aparcamientos con tomas eléctricas y lavado de coches. Destinado al uso exclusivo de los inquilinos durante su estancia. Las viviendas funcionan a través de un alquiler por días mediante reserva online, por lo que no necesitan de una puesto estricto de recepción para los clientes. Demandan servicios de limpieza y la posibilidad de alquilar las estancias en régimen de pensión completa (alquiler con comidas incluidas).

Zona del poblado: El pueblo abandonado y en ruinas de Utrero es el nexo de unión de todo el proyecto. Se pretende potenciar su uso como telón de fondo del complejo. No se contempla la intervención en sus construcciones ni la rehabilitación de estas, sino que se pretende enmarcar la historia acontecida durante la construcción del embalse. Como un reclamo turístico añadido al complejo, que refleje el paso del tiempo por los muros del pueblo abandonado.

Zona de embarcaciones: Constituida por el puerto y la rampa de embarque conforma un límite para el baño en la playa, dividiendo la orilla del embalse en dos subzonas, la zona de baño y la zona de navegación. Su uso claro es posibilitar atracar a las embarcaciones y recargar los motores eléctricos. Las embarcaciones que atraquen en este puerto deberán alquilar su plaza y tendrán que tener permiso de navegación.



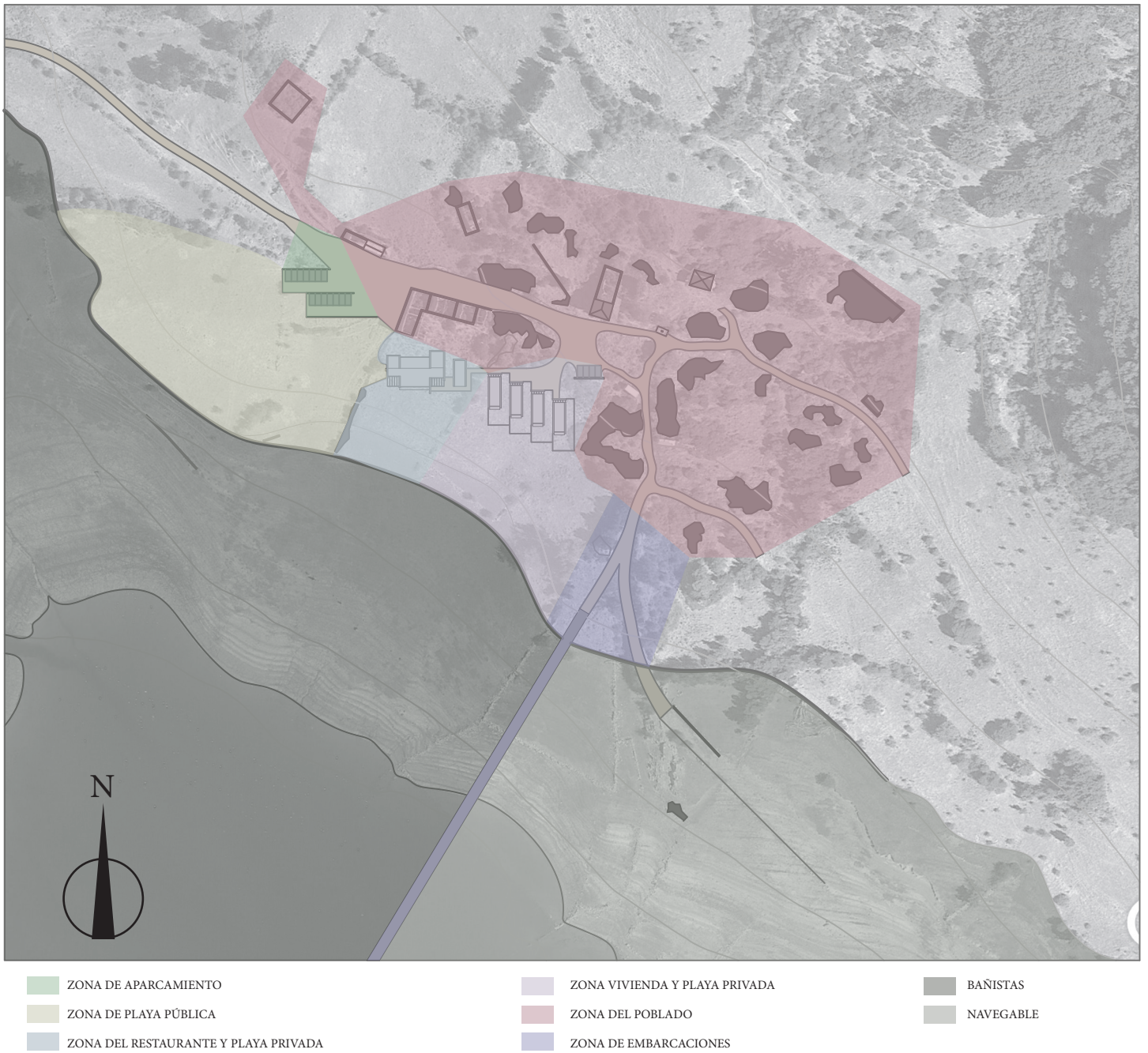


Figura 20: Zonificación por usos  
 (Fuente: Elaboración propia con imagen de Google earth pro)  
 Escala: 1:2500

### 3.3.2 DISTRIBUCIÓN DEL COMPLEJO

En este punto se explica la distribución de las diferentes estancias existentes en los diversos edificios del complejo rural. Se definirán los edificios del restaurante y una de las viviendas.

**Restaurante:** La entrada se realiza a través de un cortavientos que conecta directamente con una estancia para consumiciones rápidas que no suponen una estancia prorrogada en el tiempo. Esta estancia está comunicada directamente con el salón cuyo uso principal es habilitar una zona como comedor. Tiene un acceso directo a los lavabos a través de un pasillo de servicio. Este pasillo comunica la entrada de servicio con la cocina y da acceso al invernadero, utilizado como tendedero, a la lavandería, el comedor y la cocina. La cocina tiene la encimera distribuida en U, tiene una conexión directa con la barra del bar y otra con la despensa donde se ubican instalaciones de climatización en el falso techo.

**Vivienda:** Las viviendas tienen una distribución sencilla. El acceso está en la fachada norte y se accede a un pasillo distribuidor. De Norte a sur disponemos una habitación doble con un armario, con luz natural este y un acceso al patio de la vivienda. También entra la luz natural por el lucernario del techo. La siguiente estancia es un baño habilitado para minusválidos con una ducha. La última estancia de la vivienda es la sala de estar combinada con la cocina y el comedor. Esta estancia es la principal de la vivienda con vistas directas al paisaje y al embalse.

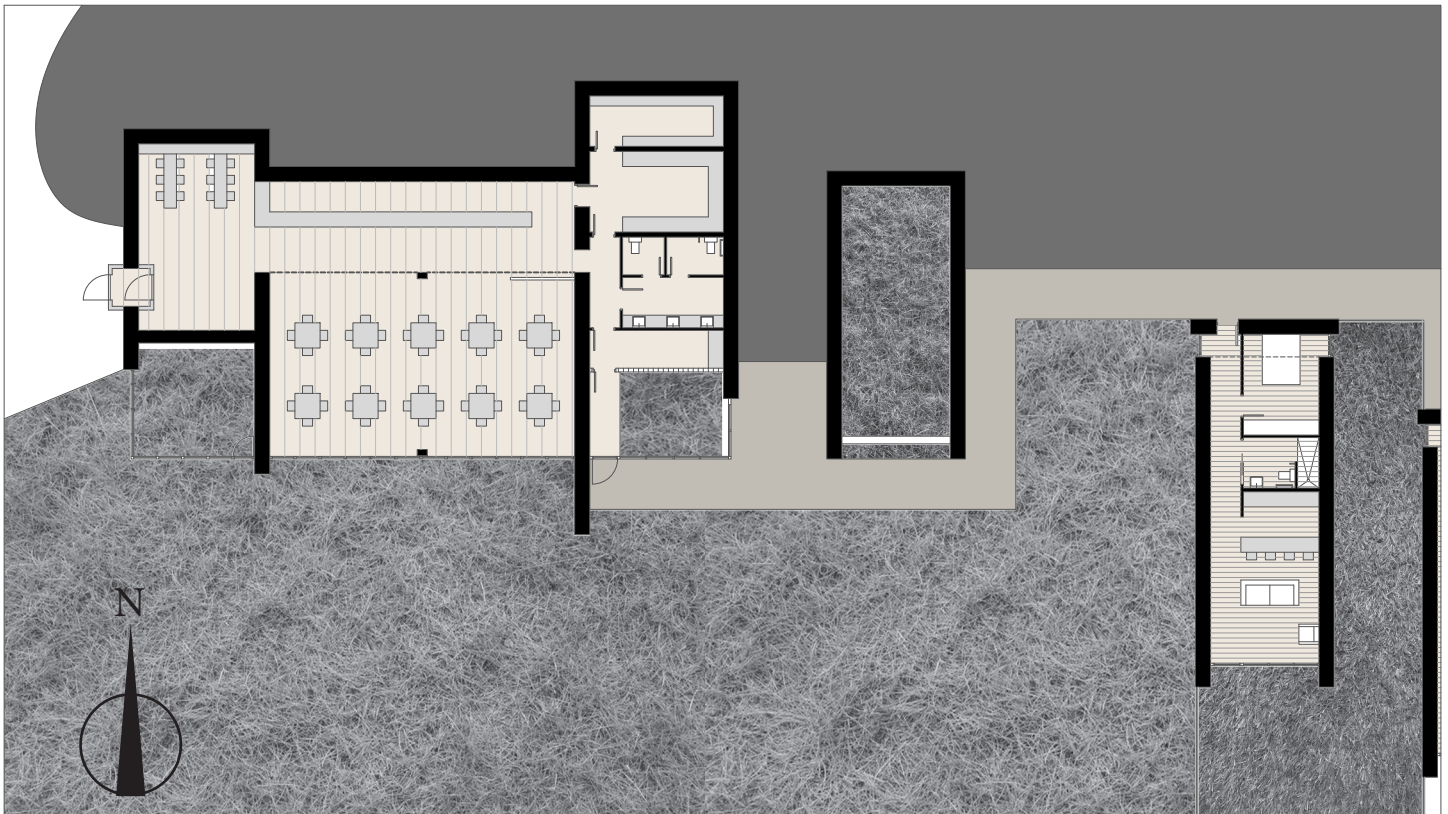
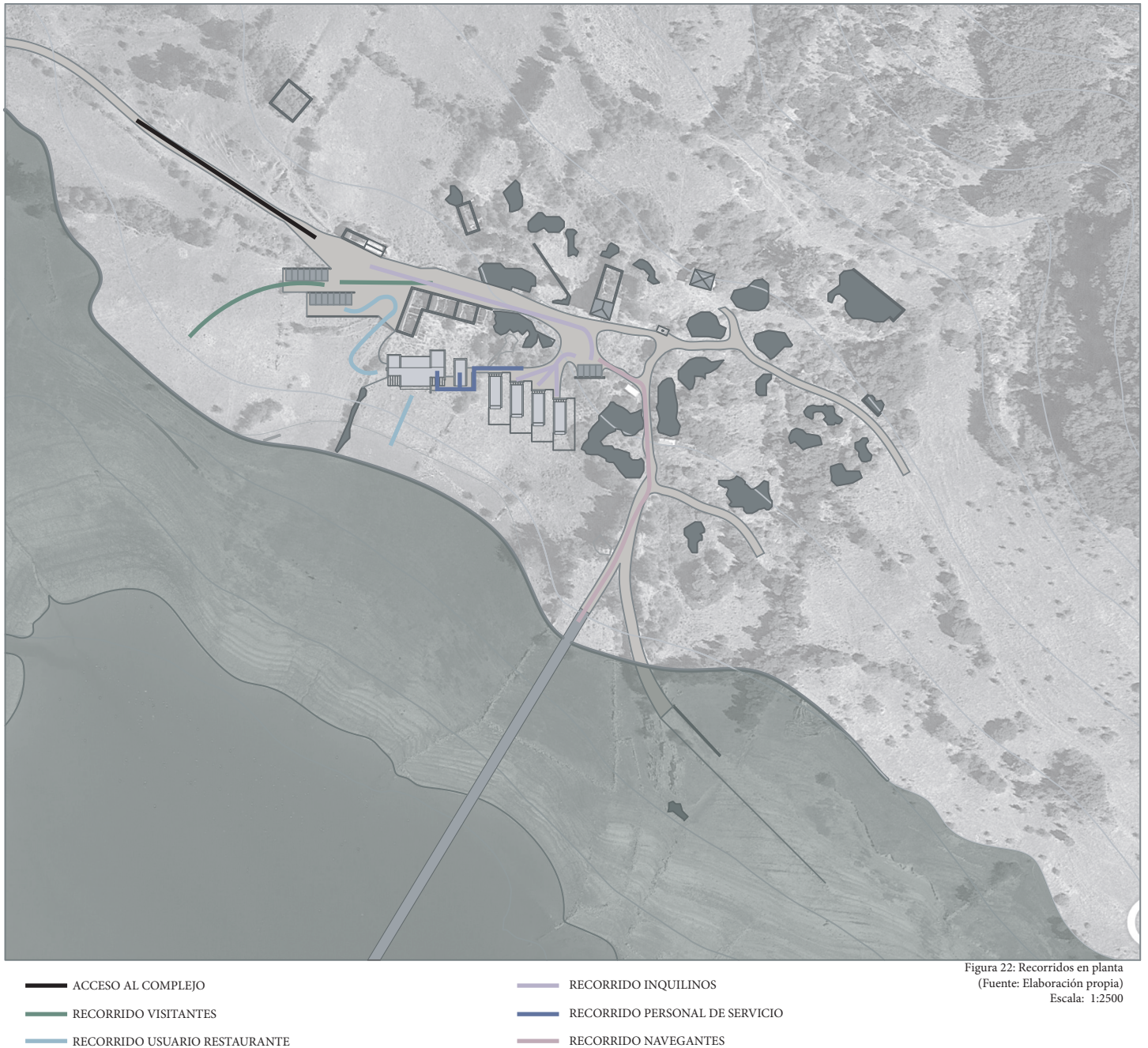


Figura 21: Distribución en planta  
(Fuente: Elaboración propia)  
Escala: 1:300

### 3.3.3 RECORRIDOS DEL COMPLEJO

En el diseño del complejo se plantean diferentes recorridos dependiendo del uso que den los usuarios al complejo, se identifican cinco tipos. Los visitantes que harían un uso esporádico como la utilización de la playa, una visita al pueblo, etc; los usuarios que harían uso del restaurante, los inquilinos alojados en las viviendas, las personas que utilicen el puerto para navegar y el personal de servicio del complejo.



## 3.4 SISTEMA CONSTRUCTIVO

### 3.4.1 CIMENTACIÓN

Al encontrarnos en la orilla de un embalse y en la ladera de una montaña, donde la aglomeración de nieve tiene lugar a lo largo de los meses de invierno, el terreno es más blando de lo habitual por lo que necesitaremos una cimentación profunda.

Se proyecta una cimentación mediante zapata corrida y murete perimetral, de hormigón armado, con un relleno de hormigón pobre hasta conseguir llegar a la capa de firme que necesitamos. Sobre este murete descansarán los muros de carga del edificio.

### 3.4.2 ESTRUCTURA Y ACABADO EXTERIOR

La estructura está formada por muros de mampostería de 30cm de espesor. El interior del restaurante está dividido en 3 crujías. La estructura de la primera y tercera crujía corresponde con muros de cargas a ambos lados sobre los que descansan viguetas de madera laminada con el debido tratamiento para cumplir la normativa estructural y de incendios, a su vez tienen la posibilidad de movimiento en su cabeza para evitar la aparición de fisuras en los muros.

La crujía central, correspondiente a la sala del comedor, debido a la necesidad de crear un espacio amplio con las mínimas particiones, ha sido proyectada mediante dos muros de carga de 30 cm de espesor sobre los cuales descansan dos vigas de madera laminada apoyadas en el centro del vano en dos pilares de madera maciza. Estas vigas sirven de apoyo a las viguetas que acabarán conformando la inclinación de la cubierta vegetal.

Las viviendas tienen el mismo sistema estructural de las primera y tercera crujías del restaurante. Muros de carga de 30 cm con viguetas de madera apoyadas.

Este muro trabaja junto con la hoja exterior mediante unas llaves dispuestas en toda la superficie, conformando un muro final de 66 cm de espesor (30cm de muro de carga, 16cm de asilamiento, 5cm de cámara de aire y 15 cm de cerramiento de fábrica de piedra caliza.)

Gran cantidad de la piedra destinada a la construcción de los muros de carga será reutilizada de los muros de linde y de las edificaciones derruidas de las inmediaciones, consiguiendo reducir costes y la huella de carbono que conllevaría el desplazamiento desde una cantera de toda la piedra a utilizar.

### 3.4.3 CUBIERTA VEGETAL

Sobre las viguetas de madera se fija una base de panel “Thermochip” con 10cm de aislamiento en el interior. Para reforzar la estructura se disponen de correas que aumenten la capacidad resistente de las viguetas. Al panel resistente se fijará otra capa de 5cm de aislante térmico, una capa separadora, una lámina impermeable, otra capa separadora, una estructura diseñada para la creación de cubiertas vegetales inclinadas y una capa de grava y tierra donde se plantará vegetación autóctona con la capacidad de resistir el clima.

## 3.5 INSTALACIONES

Necesitamos ser lo más eficientes a la hora de escoger los diferentes sistemas para abastecer y cubrir las necesidades de confort dentro del edificio. Con el objetivo de conseguir un conjunto de edificaciones sostenibles, responsables y autosuficientes. Para ello es necesario reducir el consumo de energía al mínimo para lo que contaremos con sistemas de una alta eficiencia energética. Pero necesitamos que las necesidades no se cubran únicamente mediante el gasto de energía generado por las instalaciones, por lo que la fase de diseño bioclimático (punto 4.2 del presente trabajo) es de vital importancia, son mecanismos que usaremos en nuestro beneficio para conseguir el mínimo consumo de las instalaciones y su mayor rendimiento. Debido al aislamiento que sufre Utrero no existen redes de abastecimiento de ninguna clase de suministro, por lo que el adjetivo de autosuficiente se vuelve necesario y obligatorio.

Como ya se ha comentado la elección de los diferentes tipos de instalaciones es de vital importancia. En este punto se hace un pequeño resumen del funcionamiento de estos sistemas dentro del edificio. Se procede a la posterior explicación pormenorizada de las instalaciones para la generación de energía destinada a la producción de calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad (página 67).

### 3.6.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Para el abastecimiento de agua en el complejo se desarrolla la perforación de un pozo de infiltración que nos abastezca de agua subterránea. Es necesario la utilización de máquinas perforadoras y de bombas de extracción. Se usará una máquina rápida de rotopercusión para la excavación, y una bomba con la potencia necesaria para la extracción demandada, esta bomba será de alta eficiencia. Para comprobar si el caudal de extracción es sostenible a lo largo del tiempo llevaremos a cabo un ensayo de bombeo.

Para la depuración que habilite el consumo del agua se instala un esterilizador ultravioleta. Este esterilizador contiene una lámpara ultravioleta que elimina los microorganismos responsables de enfermedades dañando su ADN e impidiendo su reproducción. También se instala un descalcificador y una serie de filtros para el tratamiento del agua dura, o la contaminación de nitratos y nitritos.

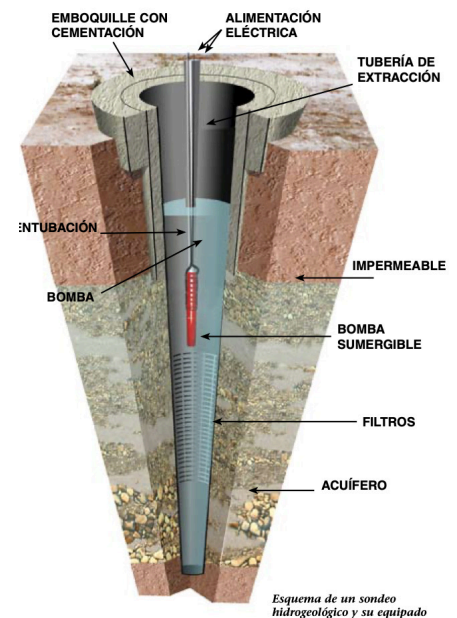


Figura 23: Esquema pozo de extracción acuífero  
(Fuente: Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo Instituto Geológico y Minero de España, 2009)

### 3.6.1 SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para la evacuación de aguas residuales se dispone de una red separativa, diferenciando entre aguas grises y aguas negras. Las aguas grises se canalizaran hasta un depósito para su posterior tratamiento por membranas biológicas para su reutilización. Las aguas negras se canalizan hasta una fosa séptica donde mediante un proceso de depuración anaerobia y el paso por filtros se depuraría el agua para su filtrado. Este sistema genera residuos que hay que retirar periódicamente.

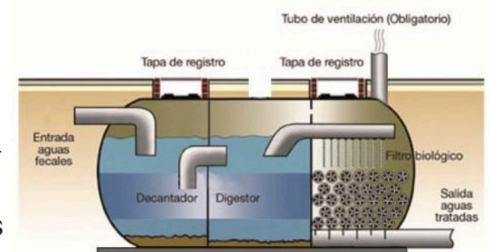


Figura 24: Esquema fosa séptica  
(Fuente: <http://www.depositosparaliquidos.com/home/59-depuradora-com-pacta-fosafiltro-biologico.html>)

### 3.6.3 GENERACIÓN DE CALEFACCIÓN, ACS y ELECTRICIDAD

Necesitamos cubrir las demandas de calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad de la vivienda. Para ello se estudio los diferentes sistemas que podrían satisfacer las necesidades, llegando a la conclusión de utilizar un sistema de micro-cogeneración a partir de geotermia y un apoyo de biomasa. Este sistema nos permite tener un flujo constante derivado de una fuente de energía renovable como es el calor contenido en la corteza terrestre. Ante un posible fallo de la instalación geotérmica se incorpora un sistema de generación de calor mediante biomasa. Podemos conseguir este recurso energético cerca del emplazamiento, ya que a escasos kilómetros encontramos una producción de pellets. Este apoyo entraría en funcionamiento ante un posible fallo del sistema principal, pasando a cubrir las necesidades térmicas y eléctricas que demanda el complejo.

La mayor ventaja que nos aporta este sistema es la generación de Agua caliente sanitaria, calefacción y electricidad en un espacio reducido con una maquinaria altamente eficiente, para el abastecimiento de todo el complejo rural al completo incluidos parte de los puntos de carga de los aparcamientos y del puerto.

El funcionamiento de una instalación geotérmica se basa en la captación de energía térmica existente en el interior de la corteza terrestre. Mediante una perforación con la profundidad necesaria para conseguir los grados demandados por el sistema. Mediante un estudio geotérmico del terreno verificamos los puntos donde es posible la instalación y concretamos la profundidad de la perforación. La instalación consta de una tubería en forma de “U” por donde viaja un fluido caloportador impulsado por una bomba.

Una caldera de biomasa funciona mediante la combustión de materia orgánica. En la instalación del complejo, el sistema de apoyo a la micro-cogeneración con geotermia, funciona a través de pellets. Un biocombustible generado a partir de partículas de madera, principalmente serrín prensado. Este combustible natural procede de una fábrica a 15,5 km del complejo en la localidad de Vegaquemada, en la fábrica aseguran que no existe la tala destinada a su producción sino que utilizan desperdicios de podas, carpinterías o talas ajenas.

El conjunto que conforma el sistema se basa en el Ciclo Orgánico de Rankine que se explicará en el punto 4.3.1.6, junto con el funcionamiento de la instalación de micro-cogeneración escogida. Este mecanismo de transformación de la energía aprovecha al máximo sus potenciales utilizando el calor para generar electricidad a la vez que cubre la demanda de agua caliente sanitaria y calefacción del complejo. Una explicación esquemática y breve sería la encontrada en la figura 25.

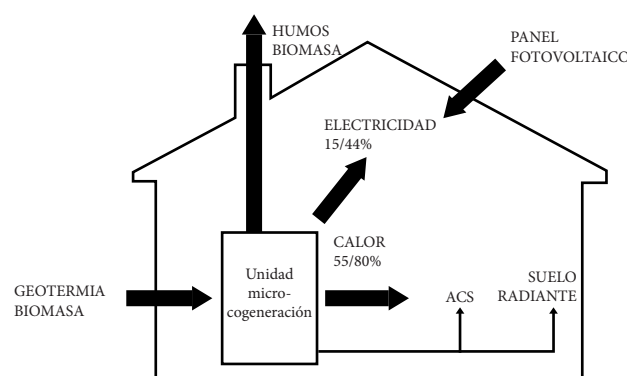


Figura 25: Esquema Micro-cogeneración  
(Fuente: Elaboración propia)

Debido a las condiciones climatológicas existentes en la localidad, la generación de electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos alcanza su máxima productividad en los días despejados de verano. Al ser el complejo rural un punto de interés turístico, donde dos de sus mayores atractivos son el baño y la navegación por las aguas del embalse los cuales están supeditados a días sin lluvias y con temperaturas agradables, se instalan paneles solares fotovoltaicos en las cubiertas de las edificaciones y en los muros del aparcamiento para lograr abastecer todas las estaciones de cargas de vehículos exteriores que conforman parte del complejo.

### 3.6.4 VENTILACIÓN

La ventilación de los espacios interiores se necesita para garantizar la calidad del aire interior y conforma uno de los parámetros necesarios para conseguir las características de confort. Esta ventilación debe ser controlada para no generar pérdidas energéticas en los edificios. Por ello se instala un sistema de doble flujo con recuperación de calor, que permitirá recuperar parte de la energía utilizada para calentar el aire. En días donde la temperatura exterior no suponga un empeoramiento de las calidades del aire interior, el edificio está dispuesto para ventilarse mediante ventilación cruzada. Hecho que aporta un ahorro energético claro.

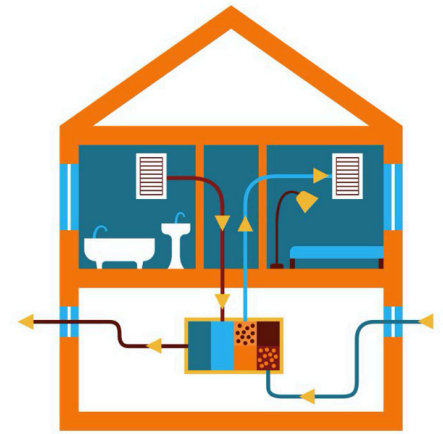


Figura 26: Esquema sistema de doble flujo con recuperador  
(Fuente: <https://www.certificadosenergeticos.com/sistemas-doble-flujo-recuperacion-calor-viviendas>)

### 3.6.5 DOMÓTICA

Se quiere generar un ambiente donde el control de las prestaciones del edificio esté domotizado. De esta manera el usuario no tiene que ser consciente de como es el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas incorporados en las edificaciones. Mediante sensores se quiere controlar la incidencia del sol en el interior del edificio a través de la extensión de persianas. También conseguir la mayor eficiencia posible mediante el control de la inclinación de los paneles solares respecto a la inclinación del sol, las horas en las que ciertos aparatos tienen mayor rendimiento, control del riego de los jardines, control sobre termostato por estancias, etc. Se trata de crear un sistema de apoyo informático que consiga el funcionamiento óptimo de todos los mecanismos del edificio, con el objetivo de mantener el confort interior de una manera precisa y controlada.



Figura 27: imagen esquemática de las posibilidades de la domótica  
(Fuente: <https://www.topdomo.com/blog/deberia-instalar-domotica-casa/>)

## 4.

DISEÑO EFICIENTE DEL COMPLEJO

---

Para conseguir un edificio de consumo responsable, sostenible y autosuficiente la fase de diseño es la más importante dentro del proceso de desarrollo. En ella se estipulan los diferentes mecanismos que consiguen hacer del complejo un edificio sostenible, responsable y autosuficiente. Desde su ubicación en el lugar hasta la elección de los mecanismos encargados de producir y consumir la energía, pasando por las estrategias bioclimáticas y mecanismos pasivos que consiguen reducir los niveles de consumo del edificio utilizando su entorno estratégicamente.



## 4.1 LUGAR

### 4.1.1 SITUACIÓN DEL NÚCLEO ABANDONADO DE UTRERO

Utrero se encuentra al norte del municipio leonés de Boñar a orillas del embalse de Juan Benet o embalse del Porma, a una altitud de 1100 m respecto del nivel del mar. Fue un núcleo poblacional de alta montaña ubicado en la cordillera cantábrica.

El Código Técnico en su anejo B del documento básico HE Ahorro de energía nos permite obtener la zona climática del emplazamiento, gracias a la “Tabla a-Anejo B” ubicamos Utrero en una zona climática E1, lo que significa que suceden inviernos muy severos y veranos suaves.

La siguiente tabla muestra las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales a lo largo del treinteno de 1981-2010 en la localidad de Boñar, donde se encuentra el ayuntamiento del municipio al que pertenece Utrero. (fuente: Instituto Tecnológico Agrario CyL)

°C	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T° Máx	6,6	8,9	12,0	12,9	17,2	22,7	26,5	25,5	22,1	15,7	10,3	7,3
T° Mín	-2,6	-2,4	-0,5	1,1	3,9	7,2	8,3	8,3	6,3	4	0,7	-1,6
T° Med	1,9	2,7	5,4	6,7	10	17,1	17,4	16,9	13,9	9,6	5,4	2,8

Tabla 02: Temperaturas en Boñar (Fuente: <http://www.atlas.itacyl.es/descarga>)



Figuras 28: Ubicación Utrero (Fuente: <https://idecyl.jcyl.es/vcig/>)

### 4.1.2 ORIENTACIÓN DEL NÚCLEO ABANDONADO DE UTRERO

Utrero cuenta con la posibilidad de orientar cualquier edificación al sur, puesto que en esta orientación se ubica la orilla del pantano. La orografía de la localidad está definida por montañas a los alrededores, abrazando el emplazamiento desde el este al oeste. Está ubicado en la ladera de la Peña de Utrero la cual define su paisaje de Este a Norte aportando protección frente al viento.

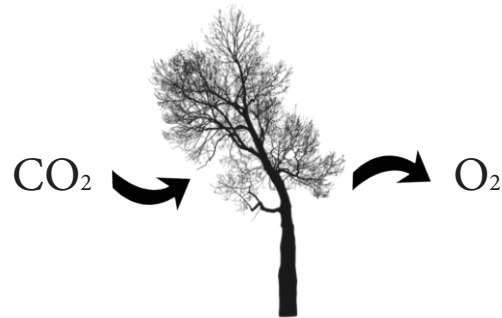


Figuras 29: orografía Utrero (Fuente: Google Earth 3D)

### 4.1.3 PROTECCIÓN FRENTE AL VIENTO Y CAPTACIÓN DE CO<sub>2</sub>

Debido a la topografía en forma de cuenca del embalse, la ubicación está protegida naturalmente frente a los vientos. A una menor escala nos encontramos con la protección de la vegetación autóctona, la cual ha prosperado durante todos estos años en los cuales la localidad ha estado abandonada.

Gracias al clima y al abandono, las masas arbóreas han proliferado en las calles y patios del antiguo núcleo. Hecho a destacar debido al proceso fotosintético mediante el cual la vegetación es capaz de capturar CO<sub>2</sub> del ambiente, intercambiándolo por oxígeno mejorando las condiciones ambientales.

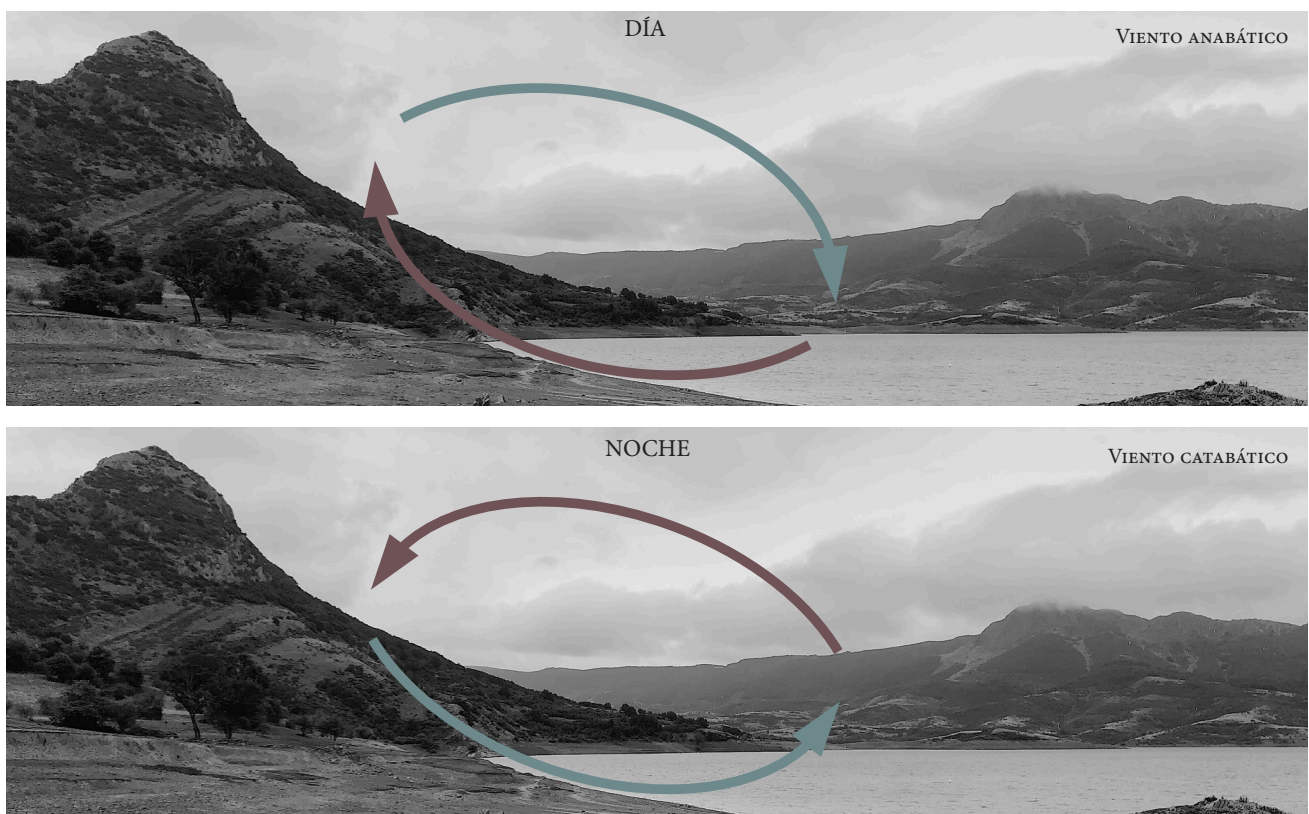


Figuras 30: Captación CO<sub>2</sub> (Fuente: Elaboración propia)

### 4.1.4 MICROCLIMA GENERADO POR LA MASA DE AGUA DEL EMBALSE

En el artículo “El embalse duplica los días de niebla en Vegamián” del Diario de León, Javier Martínez de Orueta, técnico superior de ciencia ambiental, destaca “Los embalses suavizan las temperaturas extremas porque la aportación de agua favorece la formación de nieblas. Las temperaturas máximas disminuyen y las mínimas aumentan.”

Las temperaturas medias anuales tienden a suavizarse en el emplazamiento escogido para este complejo rural, con respecto al mismo lugar sin el embalse. Por el día el Sol calienta la tierra, el viento húmedo y cálido se eleva por la ladera y se condensa, este proceso se conoce como viento anabático. Por la noche el ciclo se invierte, la masa acuática aporta el calor acumulado por la radiación solar, el aire fresco y seco desciende de la montaña por el lado de sotavento después de condensarse la humedad de barlovento, este proceso es conocido como viento catabático.



Figuras 31: Viento anabático y catabático en Utrero (Fuente: Imagen propia)

## 4.2 MECANISMOS PASIVOS DEL EDIFICIO

### 4.2.1 MECANISMOS PASIVOS SOLARES

#### 4.2.1.1 ORIENTACIÓN DEL COMPLEJO RURAL

La ubicación escogida para el desarrollo del complejo rural de Utrero, otorga ventajas estratégicas como punto de partida para afrontar el diseño de todas las edificaciones. Debido al uso turístico del conjunto y el objetivo de otorgar a los espacios vistas directas al paisaje y al embalse, las construcciones se orientan estrictamente al Sur.

Esta orientación directa es uno de los mecanismos pasivos más eficientes, puesto que se pueden aprovechar los recursos solares la mayor cantidad de horas diurnas anualmente, con el añadido del componente visual que engloba todo el paisaje.

Debido a la morfología del embalse del Porma, es obligatorio destacar que la visión en línea recta desde la ubicación escogida es una de las más amplias del entorno, lo que significa que al sur tenemos el mayor porcentaje de superficie acuática sin obstáculos. En otras palabras, no tenemos un pico que nos oculte el Sol de invierno.

Estas características convierten al emplazamiento de la antigua aldea de Utrero en una de las mejores ubicaciones para construir un complejo rural altamente eficiente que pretende aprovechar al máximo los recursos naturales y en especial los recursos que nos otorga el Sol.



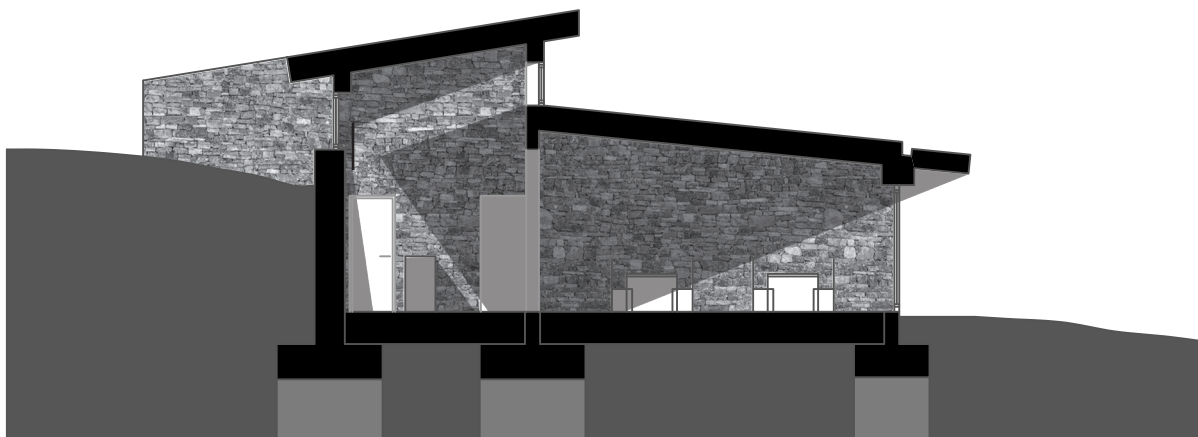
Figuras 32: Orientación Complejo Rural (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.1.2 CAPTACIÓN SOLAR

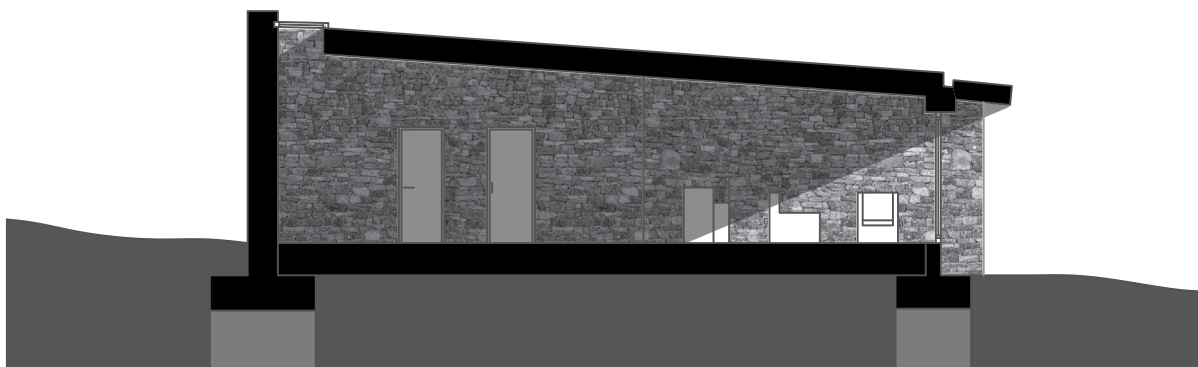
La orientación Sur consigue que el sol pueda bañar el edificio la mayor cantidad de horas posibles, como toda la construcción principal tiene un fondo considerable, se decide partir la cubierta generando una apertura en altura también orientada al sur.

Esto nos permite el aprovechamiento de la radiación solar en el fondo de los espacios interiores además de una iluminación mayor. Para un aprovechamiento mayor de esta radiación se coloca un elemento metálico cromado en la abertura norte del establecimiento, lo que permite la reflexión de los rayos solares que penetran aumentando de esta manera la capacidad de captación de energía solar.

En las viviendas la mayoría de captación solar se hace a través de la gran apertura al sur, pero se dispone de un lucernario en cubierta que permite esta captación en las estancias más profundas de la vivienda y aporta iluminación al vestíbulo y la habitación. Se complementa esta captación solar por dos aperturas laterales en las fachadas Este y Oeste, con el mismo funcionamiento que el lucernario superior, pensadas para aportar radiación al amanecer y al atardecer. Todos los rayos del sol que penetran en la habitación no llegan a incidir directamente en el mobiliario en ningún momento, puesto que no reciben sol hasta ya entrada la mañana. Las múltiples aperturas hacen que en todas las estancias con mayor ocupación tengamos iluminación natural.



Figuras 33: Captación solar restaurante Escala 1:150(Fuente: Elaboración propia)



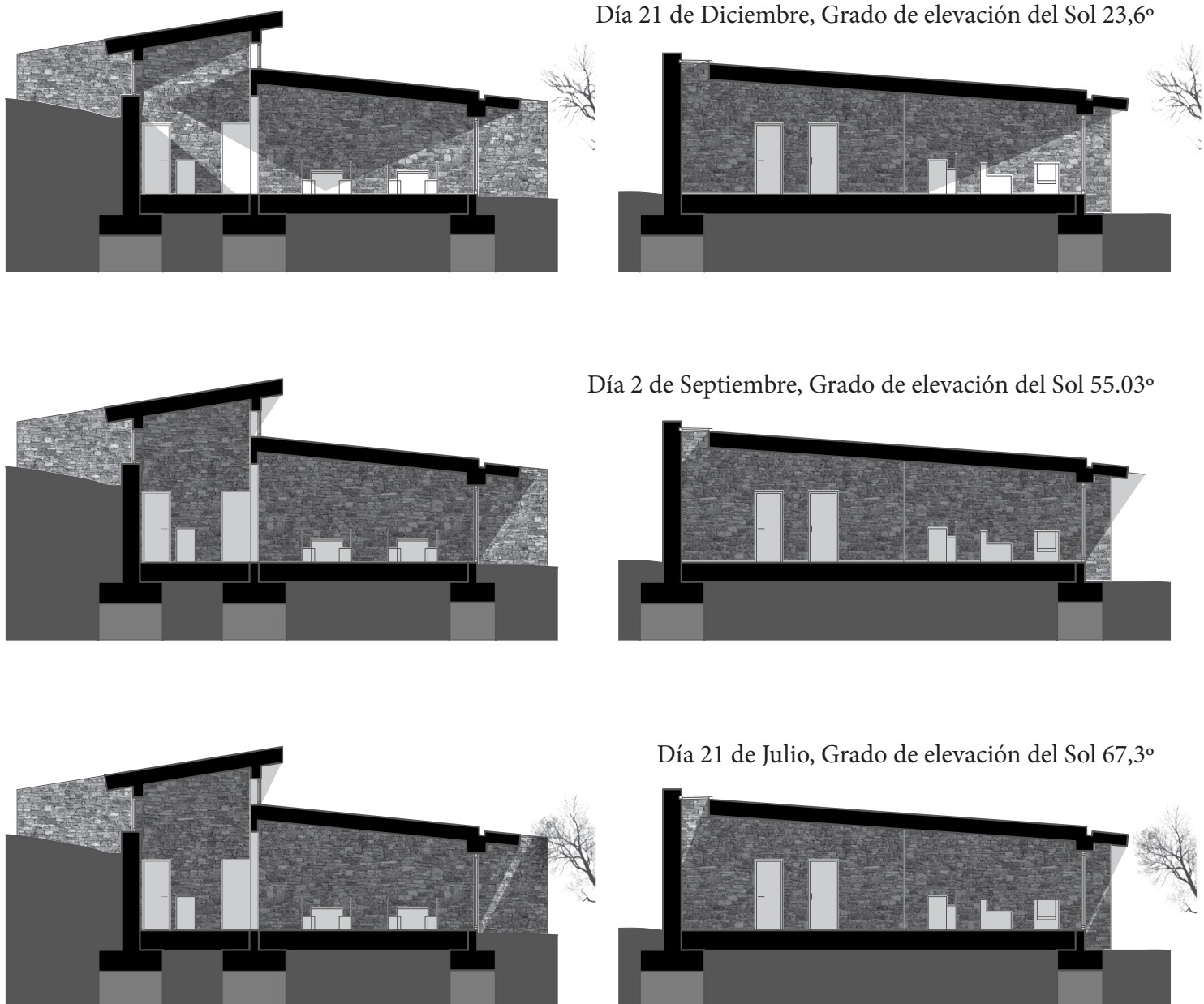
Figuras 34: Captación solar vivienda Escala 1:150(Fuente: Elaboración propia)

### 4.2.1.3 PROTECCIÓN SOLAR MEDIANTE LA CUBIERTA

Utrero es una localidad donde las temperaturas cálidas se dan en unos meses concretos al año, exactamente según los datos aportados por el atlas de ITAcyl, situamos estos meses entre Junio a principios de Septiembre con algún pico en Mayo, por lo que la protección solar fija debería cubrir estos meses.

Como la inclinación del sol consigue su punto más alto el día 21 de Junio, la protección fija que cubriría la entrada de sol los meses de Julio y Agosto también protegería los meses de Abril y Mayo cuando necesitamos cierta incidencia del sol. Por lo que se propone una protección fija para el mes de Junio y Julio junto con Mayo y una protección móvil domotizada que controle mediante una persiana eléctrica la entrada de radiación solar los meses de Agosto y principios de Septiembre.

De esta manera conseguimos evitar la radiación solar los meses que no necesitamos captarla. A mayores de estas medidas aportadas por los aleros y parasoles, se sitúan árboles de hoja ca-duca la cual protegerá del exceso de captación en los meses más calurosos y permitirá esta en los meses más fríos de invierno.



Figuras 35: Protección Solar en restaurante (izq.) y vivienda (der.) Escala 1:200 (Fuente: Elaboración propia)

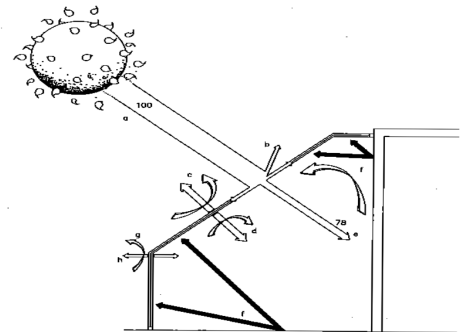
#### 4.2.1.4 SISTEMAS DE CAPTACIÓN ACTIVA

##### 4.2.1.4.1 EL EFECTO INVERNADERO

Es un sistema de captación solar directa. Se basa en la permisividad de los vidrios a dejar pasar la longitud de onda de la radiación solar que incide sobre ellos y no permitir el paso de onda larga del interior, lo que genera un efecto dado en los invernaderos mediante el cual el vidrio deja pasar la energía del sol pero no la deja salir.

El proceso empieza cuando la radiación solar incide en el vidrio, con una longitud de onda corta a la cual el vidrio es permeable. Aunque no toda la radiación solar que incide sobre un vidrio lo atraviesa, un porcentaje de esta es reflejada y otro es absorbido. Esto calienta el vidrio lo que hace que ceda la energía tanto al ambiente exterior como al interior por radiación y convección. La energía cedida al interior calienta los materiales del espacio, que a su vez calientan el aire por convección al ponerse en contacto. Estos materiales emiten radiación de onda larga que no puede atravesar el vidrio.

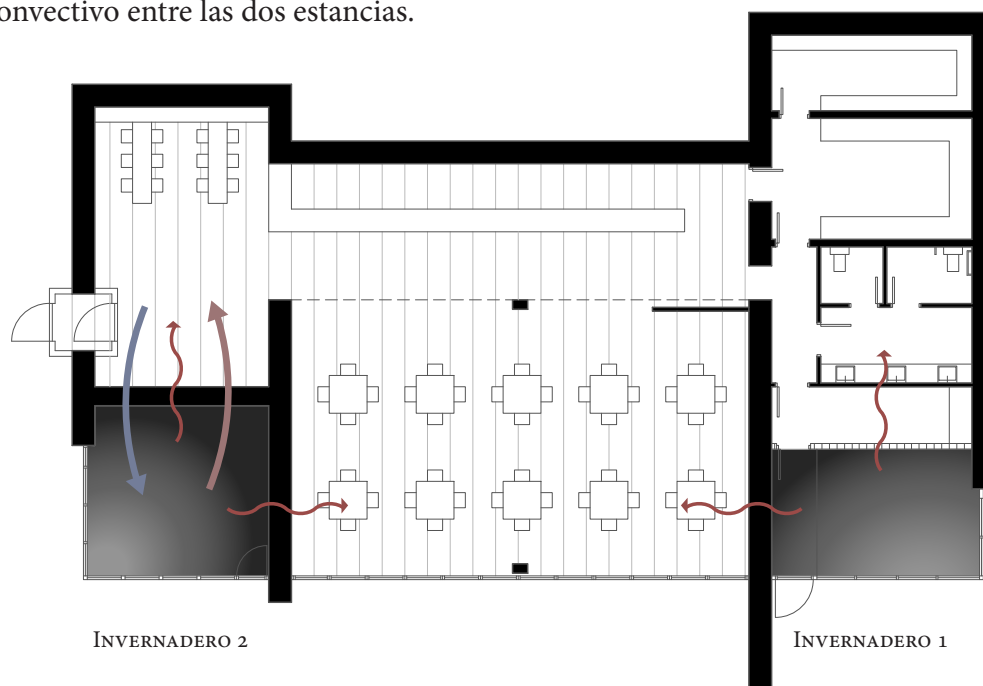
Este sistema genera una trampa que aumenta las temperaturas del interior aunque genera pérdidas, por eso se plantea la creación de invernaderos con doble acristalamiento bajo emisivo, este vidrio reduce la captación de energía pero también reduce las pérdidas, por lo que la energía captada podrá almacenarse en los materiales y utilizarse en el resto de los edificios.



Figuras 36: Esquema efecto invernadero  
(Fuente: Neila González, Javier  
"Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible")

##### 4.2.1.4.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS INVERNADEROS

Se distribuyen dos invernaderos anexionados al restaurante. Estos dos invernaderos funcionan como captadores directos de energía solar, estos ceden al restaurante por conducción de los muros estructurales de piedra como si fueran dos fuentes de calor en contacto con este espacio. A su vez ambos invernaderos ceden calor a sus correspondientes crujías. El invernadero 1 mediante conducción a través de los espacios. El invernadero 2 cede por conducción a través del muro y mediante la creación de un lazo convectivo entre las dos estancias.



Figuras 37: funcionamiento en planta de los invernaderos Escala: 1:200  
(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.1.4.3 INVERNADERO CON CAPTACIÓN DIRECTA

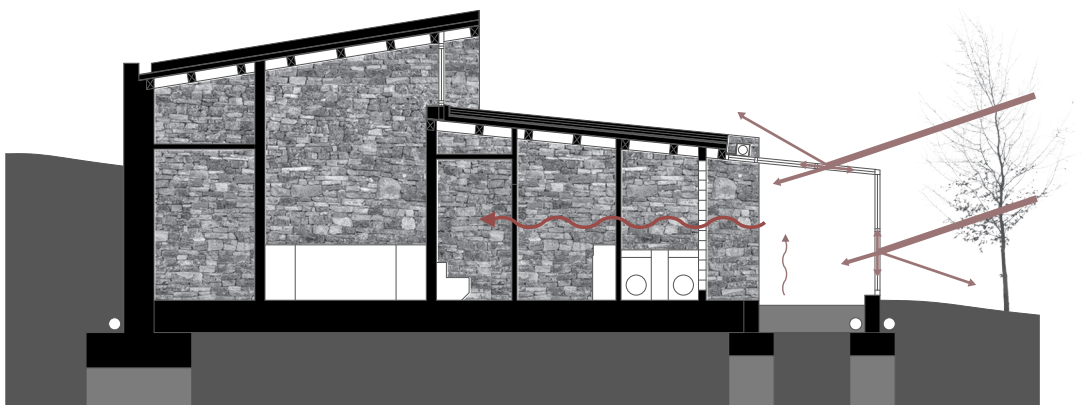
En la zona de servicios incorporamos una habitación acristalada que aporte calor mediante captación directa de radiación solar y lo mantengan debido al efecto invernadero. El objetivo es generar un mecanismo pasivo que trabaje mediante conducción de los elementos adyacentes, aumentando la temperatura del ambiente interior del invernadero y cediendo este calor mediante conducción a los espacios colindantes. De esta manera conseguimos atrapar energía de una manera pasiva mediante los elementos arquitectónicos consiguiendo reducir la demanda energética.

El funcionamiento de este invernadero varía dependiendo de la estación del año en la que estemos y de la demanda energética del momento exacto del día, puesto que gracias a la domótica podemos controlar la entrada de radiación solar sobre la superficie del invernadero.

En invierno la radiación solar penetra en toda la superficie, funcionando el invernadero a su máximo potencial. En verano, el Sol que incide en la cubierta está controlado mediante una cortina reflectante exterior que cubre todo el acristalamiento. Por los laterales la protección viene dada por la vegetación controlada.

Este espacio, al estar vinculado al área de servicios del restaurante y conseguir un ambiente cálido y soleado, se utiliza como tendedero de la colada correspondiente al servicio de limpieza de las viviendas.

FUNCIONAMIENTO EN INVIERNO



FUNCIONAMIENTO EN VERANO



Figuras 38: funcionamiento invernadero 1 Escala: 1:150  
(Fuente: Elaboración propia)

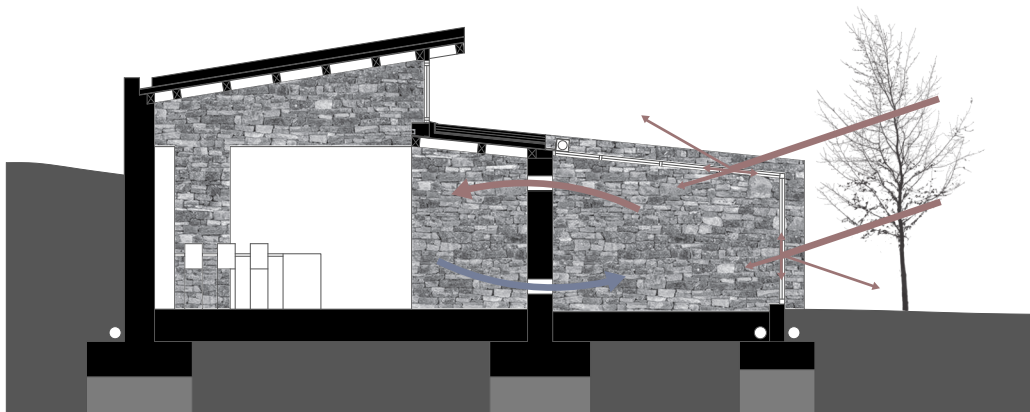
#### 4.2.1.4.4 INVERNADERO CON CAPTACIÓN DIRECTA Y LAZO CONVECTIVO

El funcionamiento de este invernadero se basa en los mismos principios que el anterior. Aprovecha el efecto que genera el cristal dejando pasar la radiación solar y manteniendo esta en su interior. Lo ubicamos al lado de la entrada del restaurante, adyacente al vestíbulo.

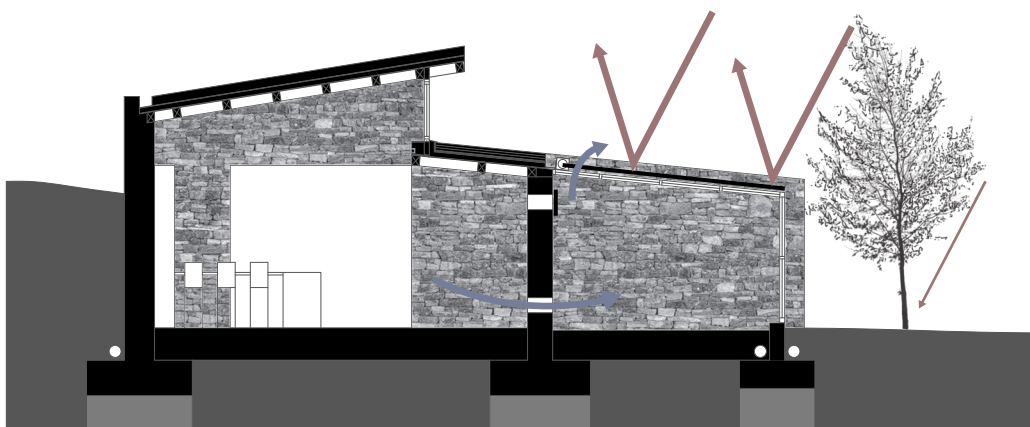
Este invernadero también crea una cesión de energía por conducción a través del muro norte y del este, el muro que separa este espacio con el comedor. La diferencia con el otro invernadero es la aparición de una serie de perforaciones en la parte superior e inferior que comunican directamente con el vestíbulo y el bar. Estas ranuras tienen como objetivo mejorar la distribución del aire caliente captado, a través de ellas se genera una corriente de aire. El aire calentado en el interior del invernadero asciende y traspasa las ranuras superiores, aportando este calor a la estancia contigua. A la vez que sucede esto se genera una depresión en el interior del invernadero que succiona aire frío de la estancia contigua a través de las ranuras inferiores. Este aire se calentará en el invernadero repitiendo otra vez el proceso. Este lazo convectivo consigue distribuir correctamente el aire hasta el fondo de la habitación.

En verano, para evitar sobrecalentamientos derivados de la radiación solar, se cubre la superficie de la cubierta acristalada con una persiana de acabado reflectante y la existencia de vegetación de hoja caduca cubrirá las fachadas acristaladas sur y oeste. A esto se le añade la apertura de una ventana en la parte más alta de la cubierta permitiendo la ventilación y la pérdida del aporte de temperatura dentro del invernadero, obstruyendo las perforaciones superiores del muro.

FUNCIONAMIENTO EN INVIERNO



FUNCIONAMIENTO EN VERANO



Figuras 39: Funcionamiento invernadero 2 Escala: 1:150  
(Fuente: Elaboración propia)



#### 4.2.1.4.5 CAPTACIÓN SOLAR CON SUPERFICIE REFLECTANTE

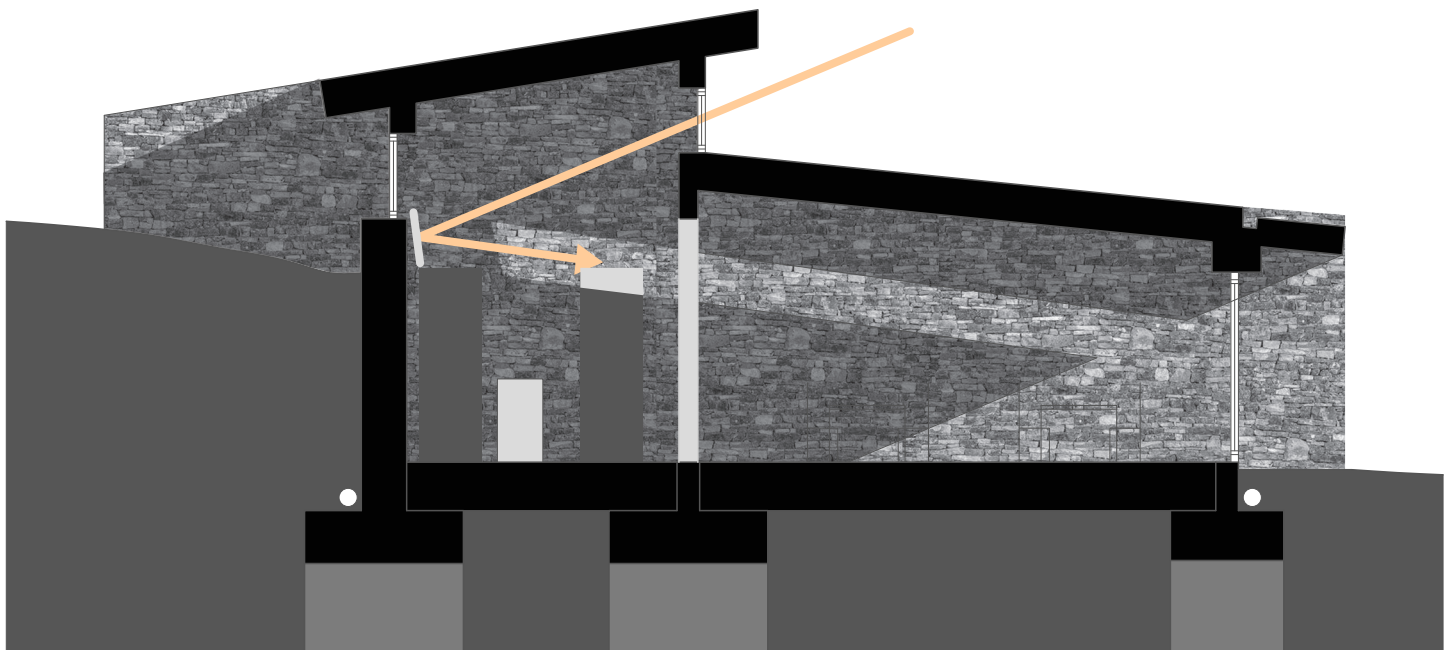
Se dispone de una apertura horizontal continua para la entrada de radiación solar directa desde el sur en los meses que la necesitamos. Esta apertura divide el espacio inferior del comedor y la barra del restaurante gracias a la diferencia de altura. Pero supone un punto muy importante para conseguir que la radiación solar llegue a toda la superficie del edificio.

Para potenciar esta cualidad se dispone una superficie reflectante y regulable en la pared norte por encima de la barra del restaurante. Mediante un programa informático esta superficie está domotizada y con un cálculo sencillo se coloca en la posición correcta para reflejar esta radiación hacia los muros laterales de la sala, consiguiendo así un mayor aprovechamiento de la radiación solar a la vez que cumple una función decorativa en el interior del restaurante.

Esta superficie reflectante está compuesta por lamas de acero cromado. Tienen dos movimientos modificando sus grados de inclinación en vertical y en horizontal, permitiendo un margen de movimiento bastante amplio.

Esta estructura está conectada a un programa informático capaz de calcular la posición del sol y por tanto puede situar estas lamas en la posición correcta para reflejar la luz los meses más fríos, cuando los rayos solares penetran por las ventanas superiores. Estos rayos se redirigen hacia la superficie de los muros sin producir destellos en los usuarios.

El objetivo es conseguir aumentar la superficie donde incide la radiación solar y aumentar la iluminación natural interior. A mayores genera un elemento característico y decorativo en el interior del restaurante



Figuras 40: Superficie reflectante Escala: 1:100  
(Fuente: Elaboración propia)

### 4.2.1.5 FACHADA ENTERRADA

Para explicar el aporte calorífico del terreno y por consiguiente su contribución a reducir el consumo de energía necesaria para cubrir la demanda de calefacción y refrigeración, se explica como funciona térmicamente la capa más externa de la corteza terrestre y como los cambios de temperatura afectan a las temperaturas en esta capa.

La efectividad de este sistema se basa en la inercia térmica de la propia tierra, solo las capas más externas se ven afectadas por las variaciones térmicas. Es por esto que a una profundidad de entre 50 y 150 cm la temperatura no varía a lo largo de un día coincidiendo con la media diaria, y a una profundidad de entre 10 y 15 m la temperatura no varía a lo largo del año coincidiendo con la media anual. A medida que profundizamos más en el terreno el gradiente térmico evoluciona, desde la temperatura exterior a la media diaria, encontrando la mayor esta temperatura entre los 50 y 75 cm, a partir de 150cm empezaremos a encontrar temperaturas cercanas a la media mensual y a partir de los 10 m estas temperaturas se acercan a la media anual. En la siguiente gráfica aparecen los datos de gradiente térmico del terreno para la localidad de Utrero.

Los datos de la temperatura exterior hacen referencia a la temperatura máxima media mensual del año 2019, la temperatura a 0,5 m de profundidad es la media del día 15 de cada mes del año 2019, a 1,5 m de profundidad la temperatura es la media mensual del año 2019 y la temperatura a 10 m es la media anual de 2019. Estos datos están tomados del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, y de la página web [es.weatherspark.com](http://es.weatherspark.com)

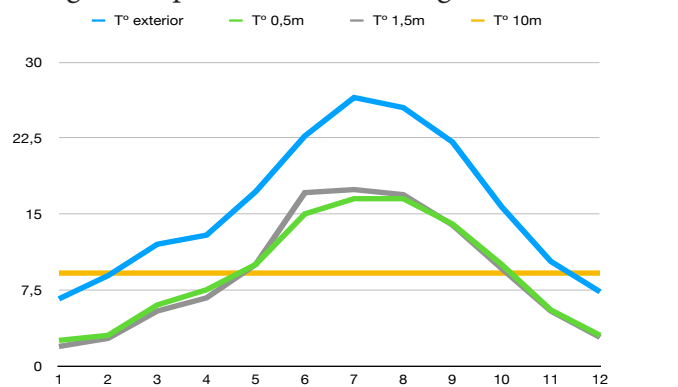
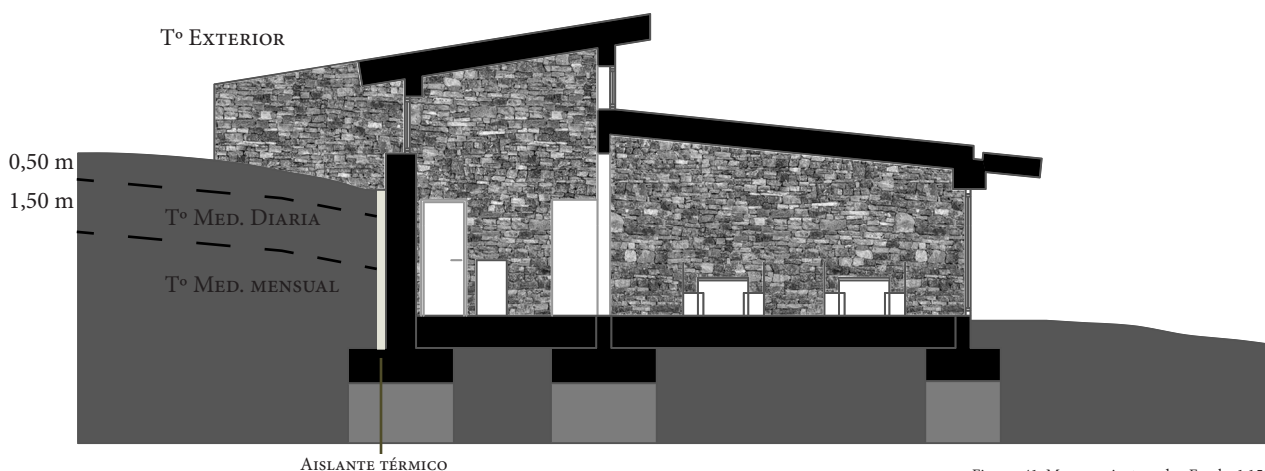


Tabla 03: Gráfica temperatura terreno mensual

En el restaurante se proyecta la fachada norte semienterrada con el objetivo de aprovechar la estabilidad térmica del terreno hasta los 2,5m de profundidad. De esta manera se busca que la diferencia entre temperatura exterior e interior sea menor. En los meses de invierno cuando la temperatura exterior cae por debajo de 0°C por la tarde y la noche, esta la temperatura exterior del terreno es de 2°C. En los meses calurosos de verano, cuando la temperatura exterior es de 30°C La temperatura del terreno estará en 17°C, sirviendo de refrigeración natural.



Figuras 41: Muro semienterrado Escala: 1:150 (Fuente: Elaboración propia)

## 4.2.2 MECANISMOS DE PROTECCIÓN TÉRMICA

### 4.2.2.1 AISLAMIENTO DE LA ENVOLVENTE

Evitar el trasvase energético durante el año es la función principal del aislamiento, consiguiendo mantener el calor en los espacios interiores en invierno y en verano evitando la entrada del calor exterior. La mejor medida para reducir el consumo energético en un edificio es diseñar un buen aislamiento térmico. Los materiales aislantes térmicos presentan una baja conductividad térmica, propiedad física innata en los materiales que impide en gran medida la conducción de calor a través de ellos, debido a que las moléculas que los conforman no transfieren la energía a las adyacentes. Cuanto menor sea la conductividad térmica el material aislará mejor el interior del exterior.

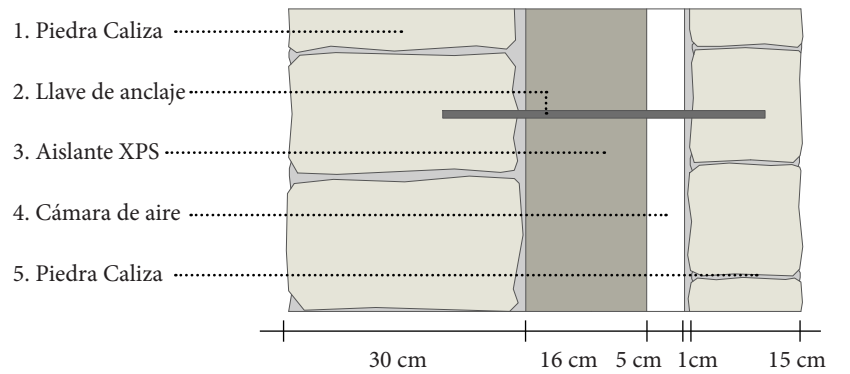
Por esto es muy importante la colocación de materiales aislantes en la envolvente del edificio, consiguiendo un abrigo continuo que cubra toda la superficie del edificio sin generar ningún puente térmico. El cálculo de los espesores de la capa aislante es de vital importancia en el diseño, es una de las principales propiedades en el desarrollo de muros, generando la capa que más protege el ambiente interior del exterior. De esta forma podremos saber la transmitancia térmica del muro y limitar las necesidades energéticas del complejo rural.

Diseñando adecuadamente esta envolvente térmica conseguiremos reducir con un alto porcentaje, el consumo energético global del edificio, conformándose una de las mayores estrategias pasivas de todo la fase de diseño del proyecto.

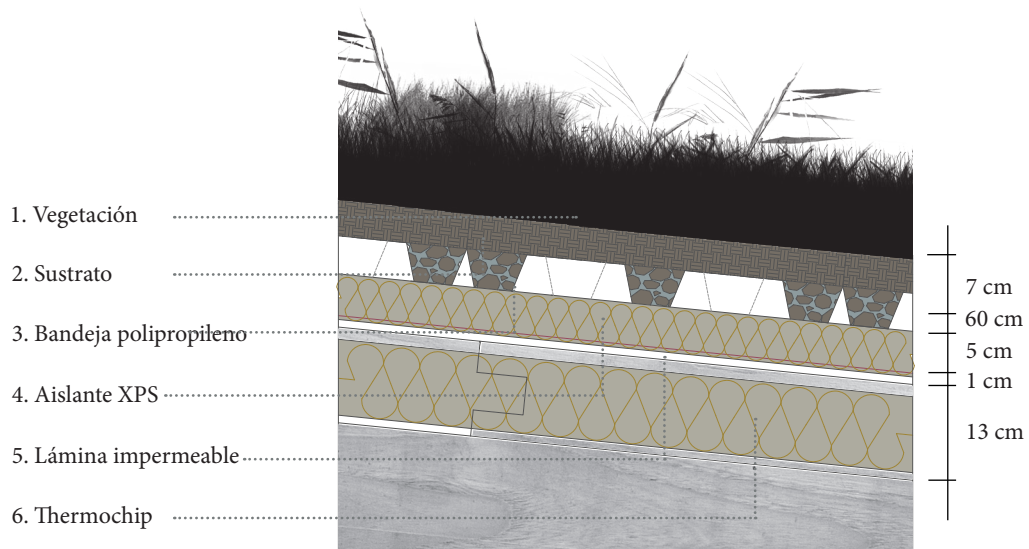
El Código Técnico de la Edificación Documento Básico HE, Ahorro de energía, en la sección HE 1 limita la transmitancia térmica dependiendo del tipo de elemento constructivo y del clima de la zona. Utrero es zona climática E1. A continuación se dispone la tabla 3.1.1.a - HE1 de este código donde se plasman los datos.

<b>Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, <math>U_{lim}</math> [<math>W/m^2K</math>]</b>						
<b>Elemento</b>	<b>Zona climática de invierno</b>					
	<b><math>\alpha</math></b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s$ , $U_M$ )	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior ( $U_c$ )	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno ( $U_T$ ) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica ( $U_{MD}$ )	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) ( $U_H$ )*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%			5,7			

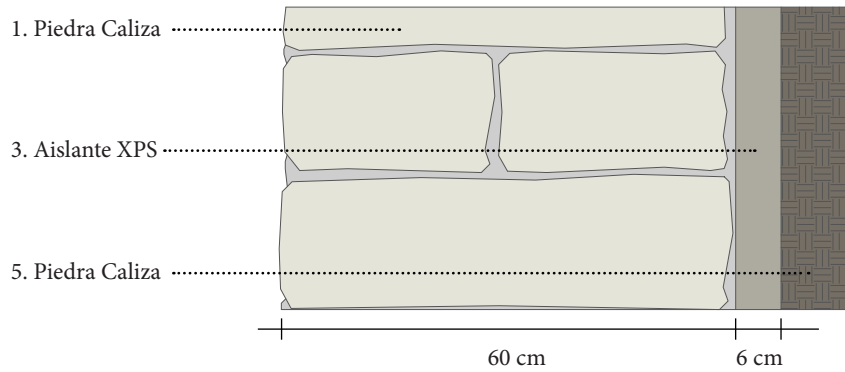
Tabla 04: Valores límite de transmitancia térmica  
(Fuente: CTE DB HE1)



Muro de Piedra Caliza		Espesor	Conductividad	Resistencia	Transmitancia
Elemento	Material	(m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m2K/W)	U (W/m2K)
Exterior					0,0400
Hoja exterior	Caliza	0,1500	2,3000	0,0652	
Mortero H.	Mortero	0,0100	0,5500	0,0182	
Cámara NV	Aire	0,0500		0,1800	
Aislante	XPS	0,1600	0,0330	4,8485	
Hoja interior	Caliza	0,3000	2,3000	0,1304	
interior				0,1300	
				5,4123	0,1848

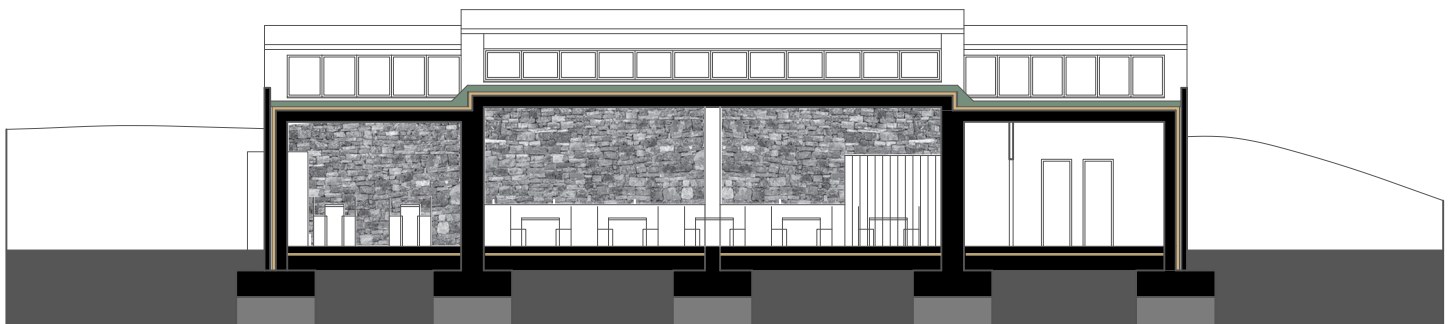
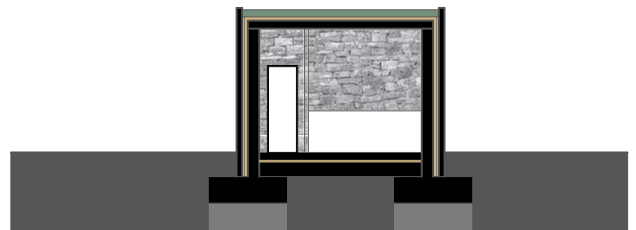


Cubierta Vegetal		Espesor	Conductividad	Resistencia	Transmitancia
Elemento	Material	(m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m2K/W)	U (W/m2K)
Exterior					0,0400
Sustrato	Tierra	0,0700	2,0000	0,0350	
Aislante	XPS	0,0500	0,0330	1,5152	
Geotextil	espuma	0,0050	0,0600	0,0833	
Lámina impermeable	Bituminoso	0,0100	0,2300	0,0435	
Panle Madera	Pino	0,0190	0,2200	0,0864	
Aislante	XPS	0,1000	0,0330	3,0303	
Panel madera	Pino	0,0100	0,2200	0,0455	
interior				0,1700	
Total				5,0491	0,1981



Muro en contacto con el terreno		Espesor	Conductividad	Resistencia	Transmitancia
Elemento	Material	(m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Exterior					
Aislante	XPS	0,0600	0,0330	1,8182	
Hoja interior	Caliza	0,6000	2,3000	0,2609	
interior				2,0791	0,3400

En el diseño de la envolvente térmica es muy importante proyectar una envolvente térmica con la capa aislante continua. Evitando la creación de puentes térmicos que aumentarían las pérdidas energéticas del complejo rural.



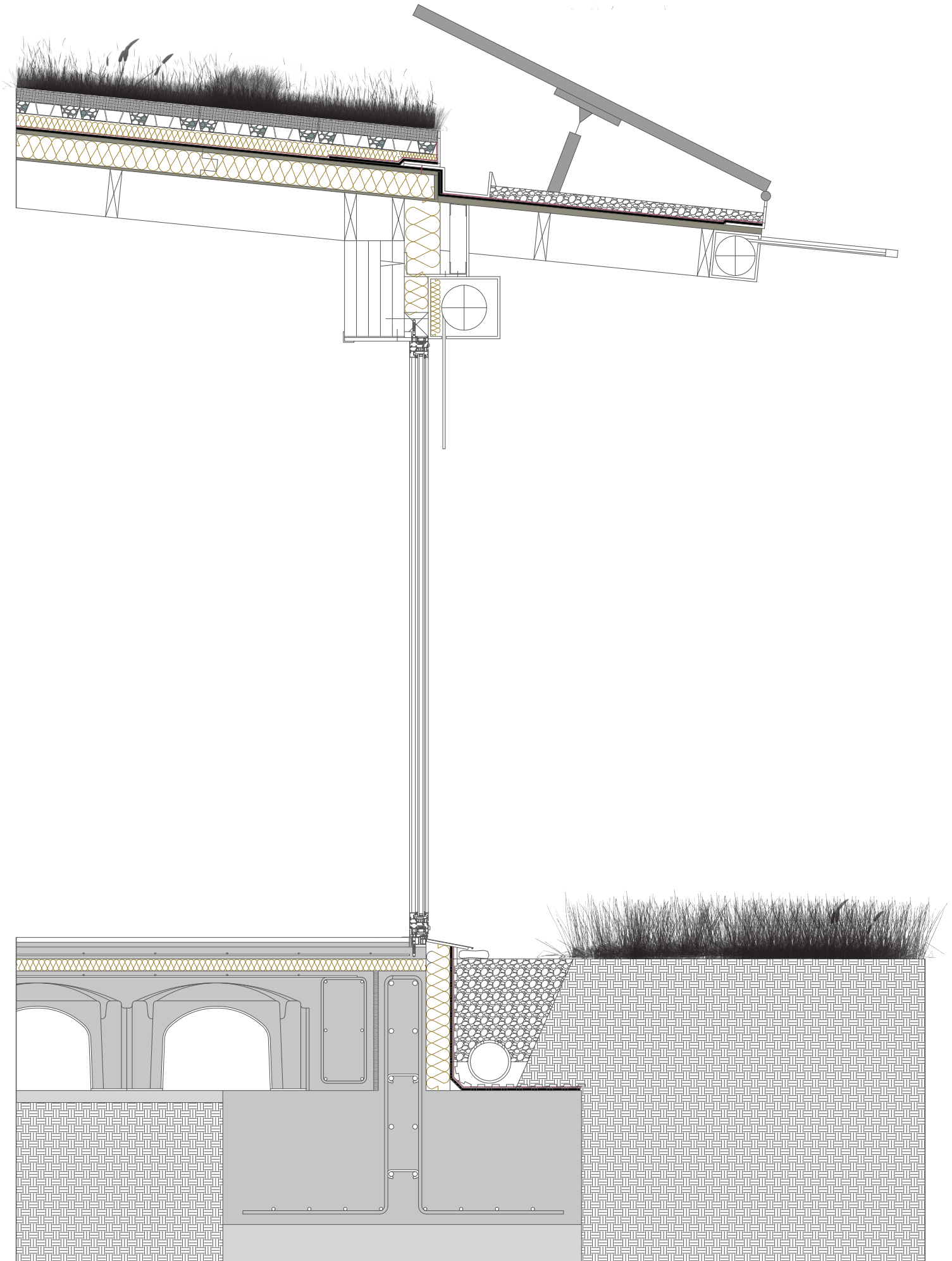
Figuras 42: Continuidad del Aislamiento Térmico Escala: 1:200 (Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.2.2 PUENTES TÉRMICOS

En la proyección del edificio se han visualizado varios puntos susceptibles de generar puentes térmicos, debido al encuentro de diferentes elementos constructivos. Mayoritariamente todos se dan en el encuentro de muros con huecos de ventanas, aunque el más importante tendría lugar en el encuentro de la carpintería sur, que envuelve el espacio del comedor.

En este punto no tiene presencia el muro de carga y la alta carpintería se encuentra con el pavimento del suelo interior y el exterior, a la vez tiene lugar el encuentro de la viga estructural de madera laminada con la carpintería y el alerón que sostiene los paneles solares, el canalón de la cubierta vegetal y cubre el cajón de la persiana eléctrica.

Por considerar este uno de los puntos más críticos de todo el proyecto se procede a la elaboración del detalle constructivo conjunto de toda la carpintería exterior.



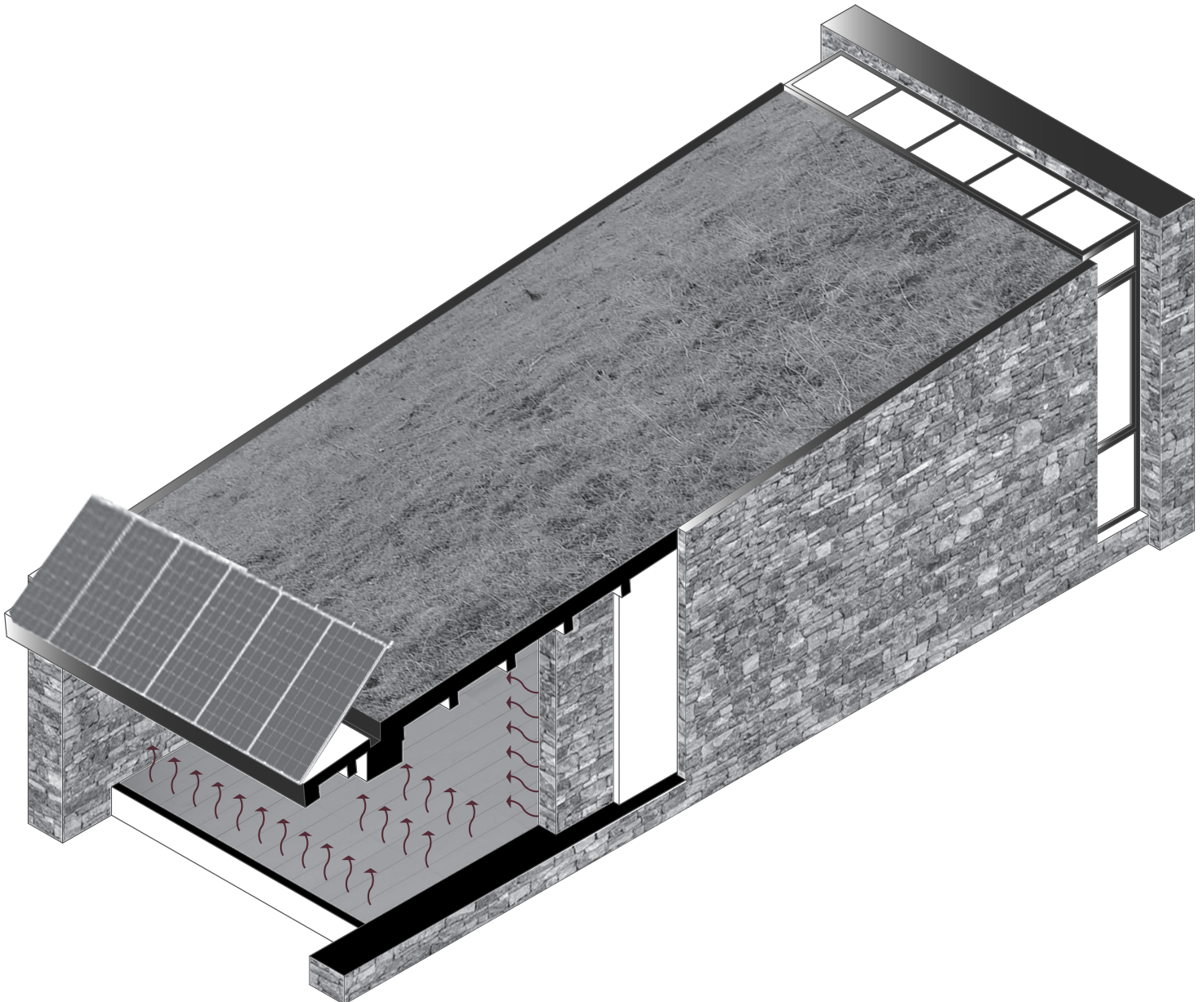
Figuras 43: Detalle constructivo fachada sur Escala: 1:20 (Fuente: Elaboración propia)

### 4.2.2.3 INERCIA TÉRMICA

“La inercia térmica es la dificultad que ofrecen los cuerpos para cambiar el estado en el que se encuentran... es, por tanto, la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura.” Así define Javier Neila el concepto de inercia térmica en el libro “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible”. Es la capacidad de un material para acumular energía e ir cediéndola poco a poco al espacio. Este comportamiento nos ofrece una oportunidad de reducir el consumo energético de nuestro complejo aprovechando esta energía para mantener la temperatura de confort en el interior.

Aislar adecuadamente un espacio favorece la eficiencia térmica y por ende energética del edificio. Al colocar el aislamiento en el exterior de la hoja resistente de piedra caliza aumentamos la eficiencia del edificio puesto que no solo evita el trasvase térmico sino que permite al material interior almacenar por más tiempo el calor, mejorando la eficiencia del muro gracias a la inercia térmica del material, en este caso piedra caliza.

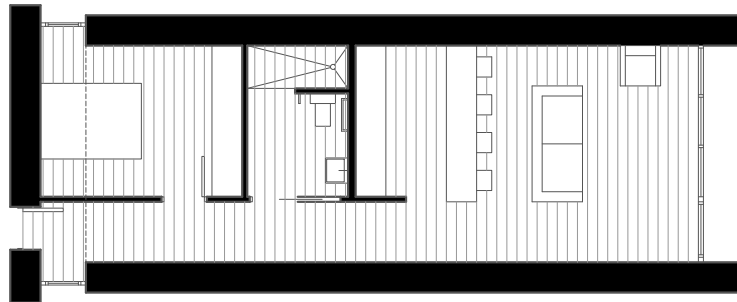
Al calentarse los espacios internos de las edificaciones, la piedra de los muros almacenará calor hasta que la temperatura interior comience a disminuir. Es entonces cuando el muro cede calor hasta que el ambiente consigue una temperatura estable. Este mismo efecto sucede en el pavimento, gracias a la utilización de la misma piedra caliza del muro, aunque será en menor medida es un aporte más de energía.



Figuras 44: Axonometría vivienda (Fuente: Elaboración propia)

### 4.2.2.4 MUROS CIEGOS

En el diseño de las viviendas se opta por la proyección de tres muros ciegos con el sistema constructivo visto anteriormente. La decisión se toma con el objetivo de reducir la existencia de aberturas al exterior y todos los problemas que pueden generar, destacando sobre todo la proliferación de puentes térmicos y la mayor conductividad de las carpinterías y vidrios respecto de los muros. Otro factor es el aumento del aporte energético debido a la inercia térmica existente en el muro.



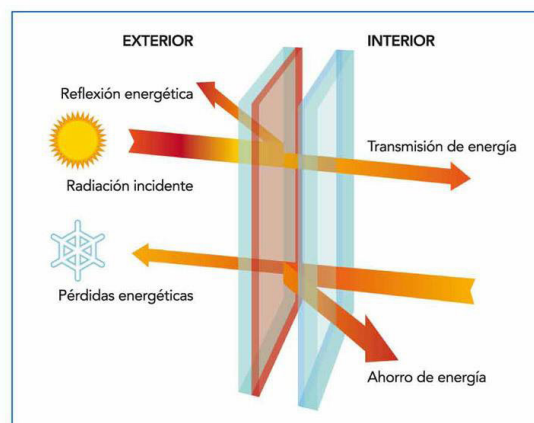
Figuras 45: Planta vivienda Escala: 1:200  
(Fuente: Elaboración propia)

### 4.2.2.5 CARPINTERÍAS Y VIDRIOS

Con el objetivo de reducir las pérdidas de calor en el interior de las edificaciones que se pudieran originar en los huecos existentes del complejo, se toma la decisión de utilizar carpintería de PVC con rotura de puente térmico, para disminuir la transmisión térmica en este punto débil. Con un objetivo parecido se decide utilizar vidrios con doble acristalamiento, de baja emisividad con una cámara de 16 mm de espesor (4-16-6) y una capa de óxido metálico extremadamente fino. El funcionamiento de estos vidrios es el de la figura 47, en los invernaderos la utilización de este tipo de vidrio evita que entre la cantidad de radiación que entraría con un solo vidrio. Pero nos aporta una característica más útil, un mayor porcentaje de energía que penetra en el interior se puede mantener en este, puesto que reducimos las pérdidas caloríficas.

Composición <sup>5</sup>	4-6-4	4-10-4	4-12-4	4-16-6
con un vidrio normal y un vidrio de baja emisividad ( $\epsilon \leq 0,01$ )				
U (W/m <sup>2</sup> ·°K)	2,4	1,8	1,6	1,3

Figuras 46: comparación diferentes tipos de vidrio y sus conductividades térmicas  
(Fuente: "GUÍAS:Soluciones de Acristalamiento y Cerramiento Acristalado." www.idae.es)



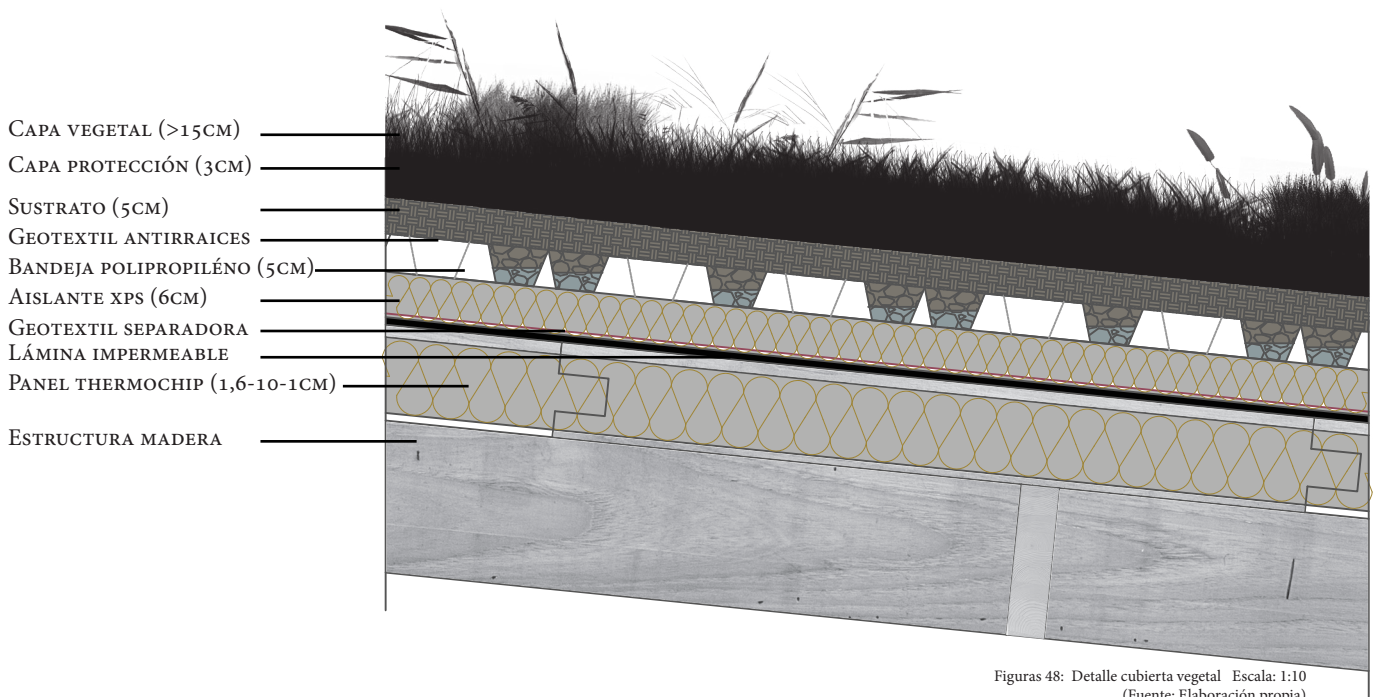
Figuras 47: Actuación radiación solar frente al vidrio  
(Fuente: <https://retokommerling.com/vidrio-bajo-emisivo/>)



#### 4.2.2.6 CUBIERTA VEGETAL

Las ventajas que ofrece la construcción de una cubierta vegetal en las edificaciones son diversas y potencian la sostenibilidad del edificio reduciendo su consumo. Según Gernot Minke, en el libro “Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos.” Estas son algunas de las ventajas ofrecidas:

- Producción de oxígeno y consumo de dióxido de carbono: Gracias al proceso de fotosíntesis las plantas captan CO<sub>2</sub> del aire y liberan oxígeno. Este proceso aumenta dependiendo de la superficie de hojas que encontremos en la cubierta vegetal.
- Limpieza del aire: Las vegetación puede filtrar polvo y partículas de suciedad filtrandolas después por la lluvia.
- Reducción del remolino de polvo: como consecuencia de la disminución del recalentamiento de las cubiertas, evitan la creación de capas de gases, humos y suciedad, generadas por la convección producida por la cesión de calor de las cubiertas no ajardinadas.
- Regulación de la temperatura: Mediante la evaporación de agua, la fotosíntesis y el almacenamiento de calor por el agua contenida en la vegetación. Es por esto que las plantas pueden reducir las variaciones de temperatura en la parte más baja del sustrato. Consiguiendo reducir la temperatura en contacto con la primera capa de aislante durante los meses más cálidos, y aumentar la temperatura en la misma parte del sistema constructivo en los meses más fríos de invierno.
- Protección de la lámina impermeable: Debido a la cualidad de regular la temperatura la lámina impermeable está protegida de los cambios drásticos de temperatura, a la vez que se protege de los rayos ultravioletas y daños mecánicos.
- Aislante térmico: Las propias plantas guardan aire entre sus hojas funcionando como un aislante térmico natural. Parte de la radiación de onda larga emitida por el edificio se refleja en las hojas y otra parte es absorbida. Si la vegetación es densa impide las pérdidas térmicas por acción del viento. La formación de rocío aumenta la temperatura en la capa de vegetación.
- Integración con el paisaje: La utilización de la vegetación autóctona consigue un efecto de camuflaje, reduciendo el impacto visual que produciría la intervención. Esta vegetación se conforma en gran parte por carquesa (*Genista tridentata*), Cantueso (*lavandula stoechas*), tomillo (*thymus*) y en su mayoría Brezo (*Calluna vulgaris*), plantas con una envergadura entre los 15-30 cm.



Figuras 48: Detalle cubierta vegetal Escala: 1:10  
(Fuente: Elaboración propia)

## 4.2.3 MECANISMOS PASIVOS PARA LA VENTILACIÓN

### 4.2.3.1 VENTILACIÓN CRUZADA NATURAL

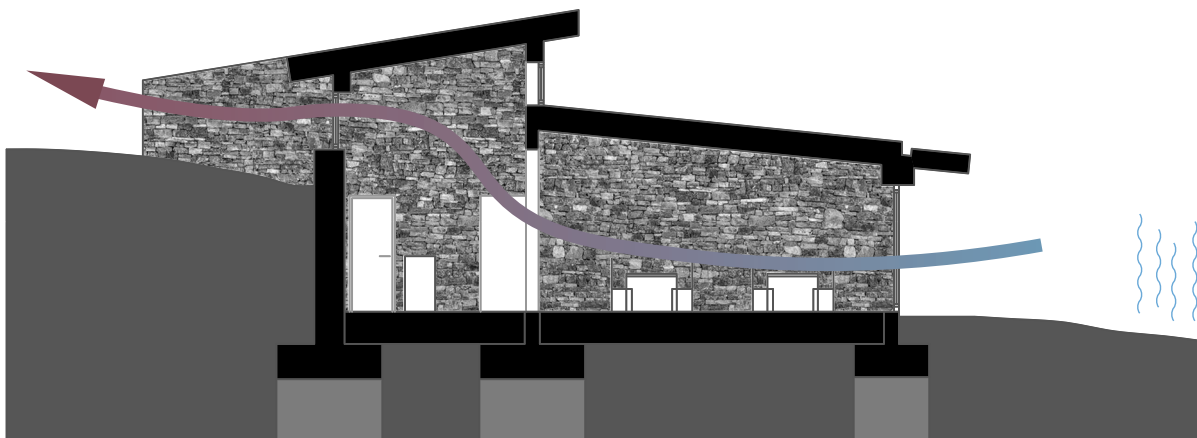
Para conseguir una situación de confort real en un edificio tenemos que tener en cuenta la renovación del aire como mejora del aire interior, de esta manera conseguimos un ambiente salubre sin concentraciones de CO ni de CO<sub>2</sub> altas, ni un exceso de humedad ambiental. Un aire pobre en oxígeno puede generar mareos, dolores de cabeza, fatiga, náuseas, irritación de los ojos y congestión nasal.

Otra de las ventajas que tiene una buena ventilación es evitar la aparición de humedades por condensación y las deficiencias asociadas a estas, también reduce la presencia de alérgenos y agentes patógenos que podrían derivar en problemas respiratorios.

Para generar una corriente de aire debe existir una diferencia de presión o viento. Una forma de aprovechar esta corriente pasivamente es la ventilación natural a través de la apertura de ventanas y generando una continuidad de aire entre fachadas. Por este motivo en todas las edificaciones de este complejo rural se disponen aperturas en la fachada sur y en la norte, para permitir ese flujo de aire entre las estancias y una renovación de aire de una manera sencilla y eficaz.

Esta corriente de aire no solo sirve para renovación del aire de las estancias sino que también nos ayuda en la climatización del edificio durante ciertos meses, ya que puede permitir la refrigeración de espacios. Todo esto está potenciado por la presencia del embalse cerca, gracias al proceso de evaporación provocado por el impacto directo de la radiación solar en el agua.

Debido al clima en el que nos ubicamos y a las temperaturas medias exteriores a lo largo de todo el año, es importante destacar que la ventilación natural solo es efectiva en determinados momentos al año, cuando la temperatura exterior no reduce las condiciones térmicas del exterior. Una mala ventilación en un mes incorrecto puede hacer aumentar la demanda energética e inutilizar todas las medidas pasivas de captación de energía. Si ventilamos las estancias naturalmente cuando en el exterior hace una temperatura de -2°C el ambiente interior reduciría drásticamente las temperaturas. Por es necesario la proyección de un sistema de renovación del aire mecánico mediante una ventilación controlada de doble flujo con recuperación de calor, la cual se explicará en el punto 4.3.2 de este trabajo.



Figuras 49: Ventilación cruzada con evaporación de agua Escala: 1:150  
(Fuente: Elaboración propia)

#### 4.2.3.2 FORJADO SANITARIO MEDIANTE ENCOFRADO PERDIDO

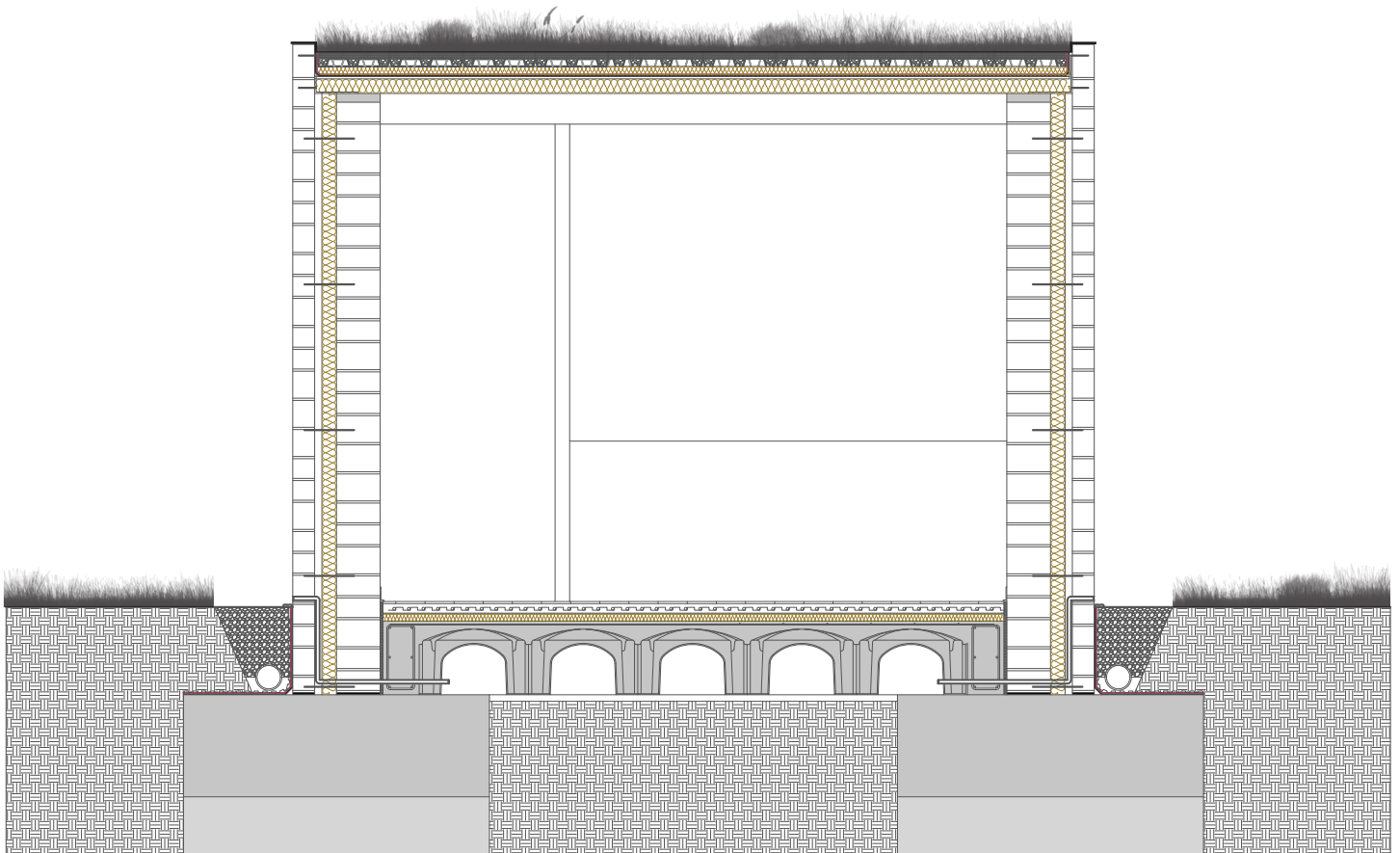
El sistema de construcción de un forjado sanitario mediante encofrados perdidos parte de la colocación de estos generando un molde de polipropileno, conformando una plataforma consistente, para su posterior hormigonado in situ.

Estos moldes suelen tener unas dimensiones superficiales de 750x500mm y una profundidad entre los 50 y los 700mm. Tienen la forma de pequeñas bóvedas de crucería. Una vez colocados forman una serie de pilares que soportan una losa de hormigón.

Su geometría está diseñada para el mínimo uso de material, esto es un factor favorable a tener en cuenta en la producción final de emisiones de carbono, puesto que cuanto menos hormigón utilicemos, menos demandaremos y nuestro edificio será responsable de una cantidad inferior de emisiones.

El molde de polipropileno está diseñado para evitar las humedades por capilaridad que tendrían lugar en el apoyo de los pilares de hormigón con el terreno, que previamente abremos adecuado para la construcción de este forjado.

Las ventajas que ofrece este sistema constructivo son varias y muy beneficiosas para el complejo. En primer lugar y la ventaja decisiva para su incorporación, es la evidente incompatibilidad del sistema con las humedades que nos provocaría el terreno en los interiores del edificio. Al separarse del terreno se genera una cámara de aire ventilada bidireccionalmente, potenciando la salubridad del edificio, sumado a un buen aislamiento nos genera un sistema de baja transmisión térmica. La temperatura de esta cámara de aire no sería como la exterior puesto que estamos captando radiación directa del terreno, la cual es constante. Otra ventaja que ofrece este sistema es el aprovechamiento del espacio, generando un ámbito idóneo para el paso de instalaciones.



Figuras 50: Detalle constructivo sección transversal vivienda Escala: 1:50 (Fuente: Elaboración propia)

## 4.2.4 MECANISMOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA

### 4.2.4.1 RED SEPARATIVA DE SANEAMIENTO

Una de las principales funciones de las instalación existentes en los edificios es la evacuación y el saneamiento de las aguas. En el complejo rural el ciclo del agua empieza en el pozo de infiltración y tras servir al uso destinado acaba en diferentes puntos dependiendo del tipo de agua.

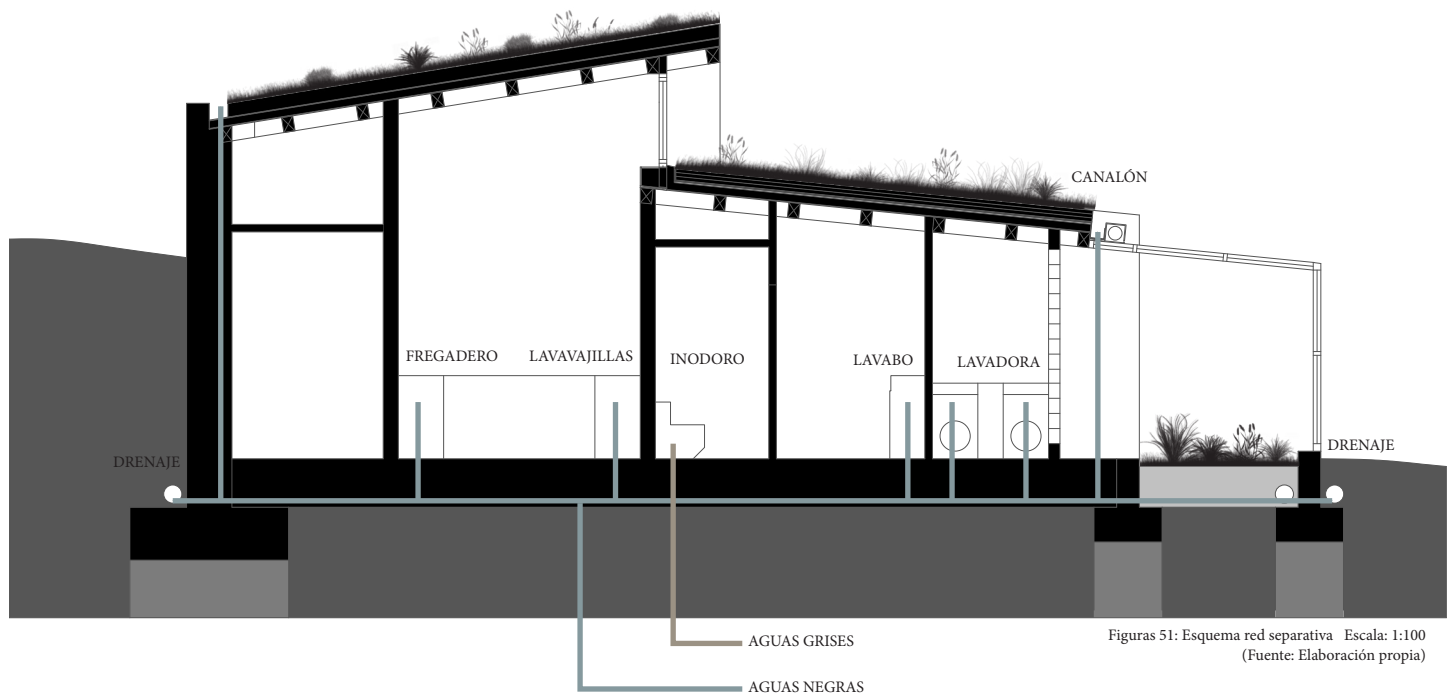
Contamos con tres tipos de aguas dentro de los edificios:

El agua pluvial, un agua sin cal ni cloro. Resultado de las lluvias, principalmente se encuentra en la cubierta del edificio aunque mediante filtración también transcurre por los tubos drenantes del terreno.

Las aguas grises, aquellas provenientes de un uso poco contaminante. Son aguas principalmente claras, con productos de limpieza y algún resto de materia orgánica. Proceden de los sumideros de las duchas, lavabos, lavavajillas, lavadoras y de los sumideros de garajes o aparcamientos con toma de agua para el lavado de los vehículos.

Las aguas negras, aguas con contenidos en contaminantes microbiológicos y potencialmente químicos. Producidas en los inodoros y que necesita de un proceso de depuración para el posterior vertido.

El objetivo de instalar una red separativa de saneamiento es diferenciar las aguas negras de las pluviales y grises, generando dos redes de recogida distintas. Las aguas negras se dirigirán a un proceso de depuración y las pluviales y grises a otro que permitirá su almacenamiento en tanques para su reutilización en otras funciones. Entre estas funciones encontramos el rellenado de las cisternas de los inodoros, el riego de jardines exteriores y la limpieza de los vehículos. Esta medida aporta unos beneficios directos ya que se utiliza menos agua potable, llega menos caudal a las fosas sépticas y la purificación del agua se vuelve altamente efectiva. Para el correcto funcionamiento de este sistema se debe informar bien a los usuarios de los vertidos que pueden realizar por cada sumidero mediante cartelería u otros medios.



## 4.3 MECANISMOS ACTIVOS DEL EDIFICIO

Una vez conocidas las estrategias de diseño pasivas es necesario explicar todas las estrategias activas que consiguen cubrir las necesidades de confort permitiendo generar un clima idóneo para habitar un espacio. Mediante procesos de transformación de la energía conseguimos abastecer todas estas necesidades. También exploramos las medidas activas que fomentan un consumo responsable dentro del complejo, explicando las elecciones tomadas para reducir el consumo de energía y conseguir los objetivos del proyecto.

### 4.3.1 CALEFACCIÓN, ACS Y ELECTRICIDAD

Como continuación del punto 3.6.3 de este trabajo, se desarrollan a continuación las diferentes posibilidades para la generación de la demanda de calefacción, ACS y electricidad. Haciendo un repaso por diferentes tipos, geotermia, biomasa, captación solar fotovoltaica y la micro-cogeneración, entendiendo esta como la opción más eficiente para este proyecto.

#### 4.3.1.1 GEOTERMIA

Los sistemas de captación energética mediante geotermia se basa en el aprovechamiento de la energía térmica almacenado en el interior de la corteza terrestre. Proviene generalmente del calor emitido por el núcleo terrestre y en muy menor medida de la radiación solar. Se caracteriza por ser una energía limpia, ilimitada y de producción continua durante todo el año. Hay dos tipos de energía geotérmica: La energía geotérmica de alta entalpía (se aprovecha un recurso geotérmico con unas condiciones de presión determinadas y con unas temperaturas mayores a los 150°C) y la energía geotérmica de baja entalpía (aprovecha la acumulación de calor del subsuelo constante, a partir de los 10-20 metros a lo largo de todo el año. Sus temperaturas son menores de 70°C). Estos dos tipos establecen cuatro categorías dependiendo de la temperatura que consiguen alcanzar:

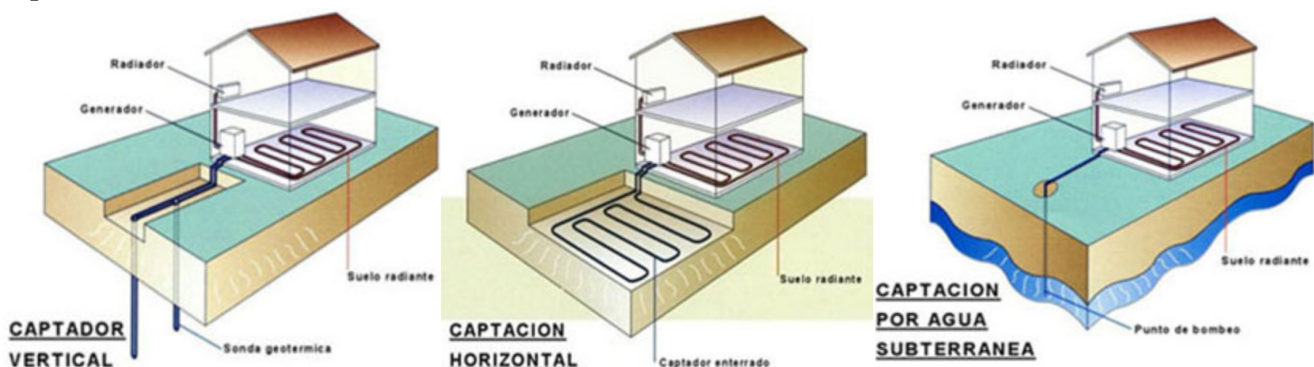
Alta temperatura (>150°C): permite transformar la energía térmica en eléctrica mediante la producción de vapor de agua.

Media temperatura (150°C-80°C): puede producir energía eléctrica mediante un fluido de intercambio.

Baja temperatura (80°C-30°C): no produce energía eléctrica mediante los métodos convencionales, pero es adecuado para la calefacción en hogares.

Muy baja temperatura (<30°C): se puede usar para calefacción y refrigeración empleando bombas de calor.

La utilización de sistemas de captación de energía geotérmica tienen utilidades directas en las viviendas y los edificios públicos. Cubrir la demanda de calefacción mediante suelo radiante, la refrigeración y la producción de agua caliente sanitaria (ACS), para lo que será necesario calcular el número de pozos y la capacidad de extracción de los mismos. Los principales sistemas de captación geotérmica para uso doméstico son tres:



Figuras 52: Tipos de sistemas de captación geotérmica  
(Fuente: <http://www.grupovisiona.com/es/geotermia/tipos%20de%20captación%20geotérmica>)

#### 4.3.1.2 BIOMASA

Los sistemas de captación energética mediante biomasa se basan en el aprovechamiento de la energía térmica procedente de la combustión de la biomasa. El combustible proviene de materia orgánica derivada de vegetación o incluso animales. Se considera una fuente de energía renovable debido a su origen ilimitado, también se considera una fuente de energía limpia puesto que los gases que emite durante la combustión son absorbidos por la vegetación que la genera cerrando un ciclo natural. Las diferencias entre los sistemas de producción de energía térmica mediante biomasa varían dependiendo del combustible, la forma que tiene dicha biomasa:

- Biomasa natural: procedente de ecosistemas naturales sin intervención del hombre, la leña, ramas y astillas, derivan principalmente de explotaciones forestales y bosques.
- Biomasa residual: procedente de actividades agrícolas, ganaderas, industria maderera o agroalimentaria.
- Residuos orgánicos: pueden llegar a utilizarse mediante combustión, las basuras de las ciudades son un ejemplo de este tipo. Dar una salida a los residuos almacenados en vertederos.
- Pellets: es un combustible procedente de la compactación de material, principalmente serrín de madera. Los restos de vegetación de bosques se triturarían para su prensado posterior. Mediante las propiedades del propio material quedaría compactado en cilindros de 1 a 2 cm de largo.

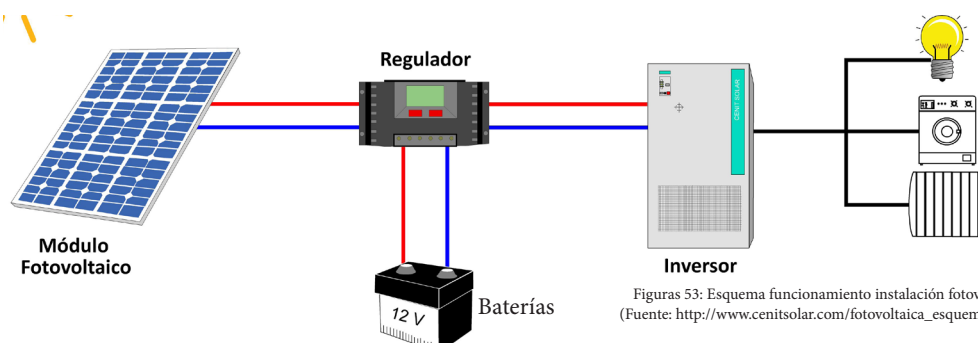
En la selección de la fuente es recomendable buscar los sellos de calidad, como por ejemplo el sello PEFC, que nos indica que la procedencia de toda la materia prima es un bosque gestionado de forma sostenible y con fuentes controladas.

El funcionamiento de estos sistemas consta de una caldera para la combustión del material, que calienta un fluido para el aprovechamiento de la energía térmica. Se puede distribuir por suelo radiante o cualquier elemento tradicional. Presentan la ventaja de ser una fuente de energía renovable y limpia hasta la fecha.

#### 4.3.1.3 SOLAR FOTOVOLTAICA

Tiene como fuente de energía el Sol. Se basa en el aprovechamiento de la radiación solar que mediante el fenómeno fotoeléctrico (determinados materiales son capaces de absorber fotones y liberar electrones produciendo una corriente eléctrica) la transforman en energía eléctrica. El proceso cuenta con un dispositivo llamado celda o célula fotovoltaica. Estas celdas pueden ser de silicio monocristalino (obtenidas de un único cristal de silicio puro) con una eficiencia del 18% y 20%. O de silicio policristalino (formadas a partir de varios cristales de silicio) con una eficiencia media entre el 16 y el 17,5%. También se encuentran las de silicio amorfo (red cristalina desordenada) con peores prestaciones y eficiencia media entre el 8 y el 9%.

Si queremos utilizar este sistema sin conexión a la red de abastecimiento hay que instalar baterías que almacenen la energía producida y no consumida, y reguladores que protejan la batería frente posibles sobrecargas y prevengan un uso ineficiente. Estas baterías deben tener capacidad para almacenar la cantidad demandada durante 3 días, así en días nublados donde no tenga lugar el efecto fotoeléctrico se puede satisfacer la demanda eléctrica. También se debe instalar un inversor encargado de transformar la corriente continua generada por las celdas fotovoltaicas en corriente alterna para su consumo.



Figuras 53: Esquema funcionamiento instalación fotovoltaica  
(Fuente: [http://www.cenitsolar.com/fotovoltaica\\_esquema.php](http://www.cenitsolar.com/fotovoltaica_esquema.php))

#### 4.3.1.4 MICRO-COGENERACIÓN

La cogeneración es la producción termodinámica de dos o más formas de aprovechamiento energético mediante el uso de una fuente primaria de energía.

Los dos sistemas de cogeneración más extendidos son los que utilizan fuentes de energía mecánica y térmica. La producción del sistema aporta energía eléctrica y térmica.

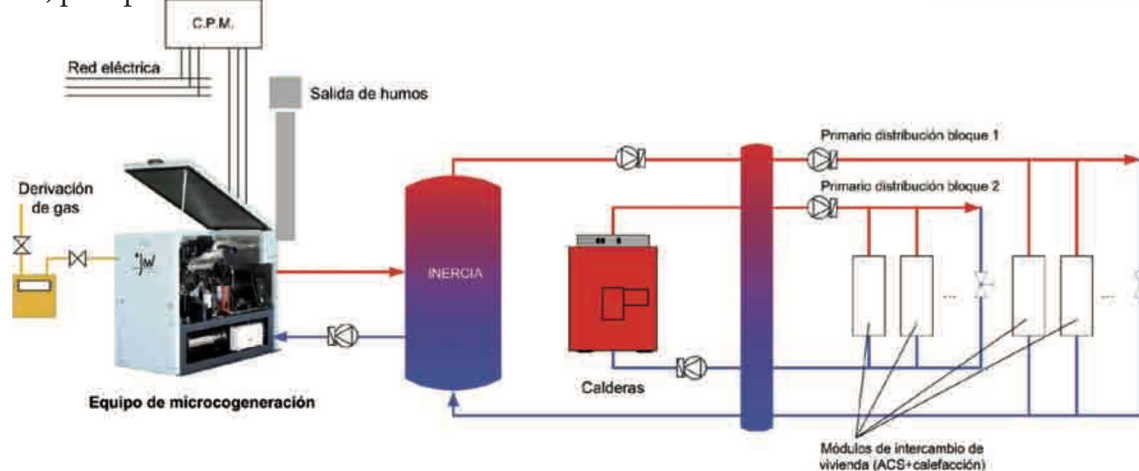
La micro-cogeneración es la utilización de este sistema a pequeña escala, produciendo una potencia eléctrica inferior a los 50kW eléctricos.

A continuación se desarrolla brevemente los diferentes sistemas de micro-cogeneración.

##### 4.3.1.4.1 MICRO MOTORES

Son los motores alternativos de combustión interna utilizados en vehículos, transforman la energía química de los combustibles tras su explosión en energía eléctrica. Estos motores aprovechan el giro producido en su interior para la generación de energía eléctrica, a su vez aprovechan los gases producidos durante su funcionamiento para la generación de energía térmica. De este modo conseguimos la producción de electricidad y mediante un intercambiador de calor el abastecimiento de Agua caliente sanitaria y calefacción. Se puede ampliar el ciclo con una máquina de absorción para producir frío y generar de esta manera refrigeración en el edificio. Este sistema se denomina micro-trigeneración. Los motores utilizados son de combustión interna y están alimentados principalmente con gas natural aunque pueden utilizar gas licuado del petróleo (GLP).

El mayor problema encontrado es la utilización de recursos fósiles para la combustión y la producción de gases contaminantes ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  y  $\text{CO}_2$ ). Estos sistemas necesitan de una evacuación de gases a la atmósfera. Otro inconveniente es la producción de vibraciones y la contaminación acústica que conllevan, para paliar este hecho se instalan envolventes aislantes.



Figuras 54: Esquema funcionamiento micro-cogeneración por micro-motor y aporte de caldera  
(Fuente: Guía básica de microcogeneración, Fenercom 2012, Consejería de economía y hacienda de la comunidad de Madrid)

##### 4.3.1.4.2 MOTOR STIRLING

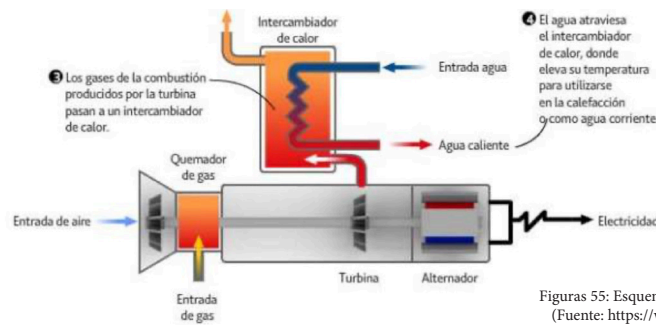
En estos sistemas están basados en la utilización de un motor Stirling de combustión externa. Este motor está formado por un fluido inerte (Helio) que pasa por un proceso de calentado y enfriado de manera indirecta y alternativa por el circuito de gases de combustión. En este proceso de calentado y enfriado, el pistón interno del motor asciende y desciende produciendo electricidad mediante un campo magnético. Los humos de esta combustión pasan por un intercambiador de calor consiguiendo un funcionamiento más eficiente.

La mayor ventaja de estos sistemas es la comercialización, son equipos con el tamaño de una caldera mural convencional y llevan incorporado un sistema de condensación. Su instalación es sencilla pues está preparada para conectarse a la red eléctrica, de gas y agua de la vivienda. La desventaja es la producción de gases contaminantes, aunque en menor medida que las anteriores, y la baja producción de energía eléctrica (1kW). Podrían utilizarse en las viviendas del complejo individualmente.

### 4.3.1.4.3 MICRO TURBINAS

En la micro-cogeneración mediante turbinas, estas convierten la energía contenida en los combustibles en energía térmica y eléctrica. En este sistema los turbogeneradores están alimentados por gas, al igual que los micromotores. Se constituyen por una turbina de gas y una serie de complementos, una cámara de combustión, intercambiador de calor, compresor, etc.

El funcionamiento del sistema pasa por la aspiración de aire exterior para su compresión en un compresor que lo dirigirá a la cámara de combustión donde los productos de la combustión se expanden hasta la presión atmosférica. Un alternador acoplado puede producir la energía eléctrica o también puede añadirse un reductor acoplado al eje de la turbina que aprovecharía el movimiento de esta para la generación. La generación de energía térmica se produce a través de los gases de escape. La producción de gases contaminantes también tiene lugar en este sistema aunque tiene la ventaja de poder utilizar gases de características no estándar como ácidos o biogas, para su funcionamiento.

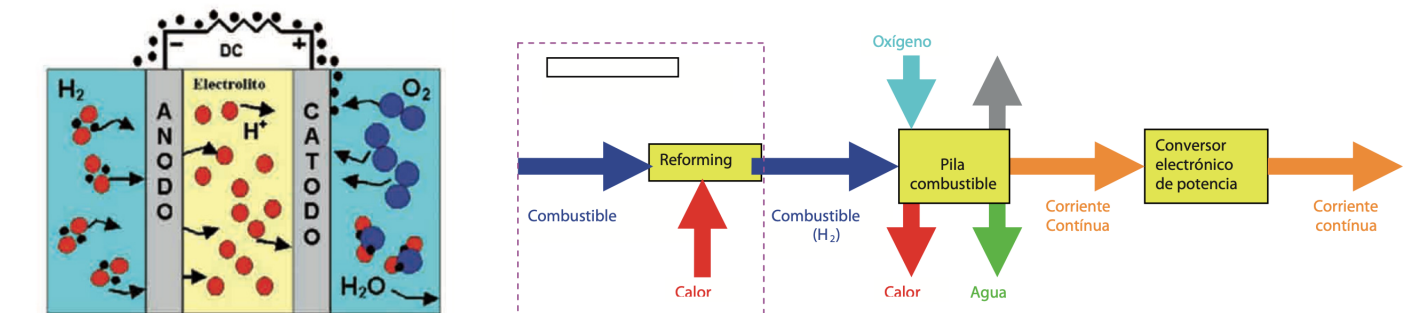


Figuras 55: Esquema funcionamiento micro-cogeneración por microturbina (Fuente: <https://www.certificadosenergeticos.com/micro-cogeneracion-viviendas-generar-agua-caliente-electricidad>)

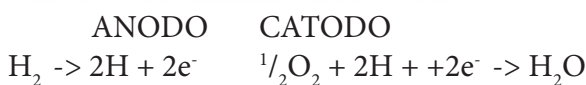
### 4.3.1.4.4 PILAS COMBUSTIBLES

El sistema de cogeneración mediante pilas combustibles utiliza como combustible el gas natural o el hidrógeno, para la generación de energía térmica y eléctrica. La mayor diferencia de la pila con los sistemas anteriores está en el modo de producción de electricidad, sustituyen el anterior empleo de energía mecánica por un proceso de electrólisis inversa. Lo que aumenta la recuperación directa de energía eléctrica.

Cuando el sistema utiliza Hidrógeno como combustible no emite emisiones contaminantes, sino que su residuo es agua. La generación de energía tiene lugar en la celda de combustible. El hidrógeno es alimentado hacia el ánodo y el aire que contiene el oxígeno es alimentado hacia el cátodo. De esta forma tiene lugar la electrólisis. El exhausto anódico es derivado al quemador para el calentamiento del reformador. Tiene un alto rendimiento eléctrico aunque su mayor desventaja es la baja vida útil derivada de la degradación del electrolito.



Figuras 56: 1-Esquema funcionamiento electrólisis 2-Esquema funcionamiento micro-cogeneración por pila combustible (Fuente: Guía básica de microcogeneración, Fenercom 2012, Consejería de economía y hacienda de la comunidad de Madrid)



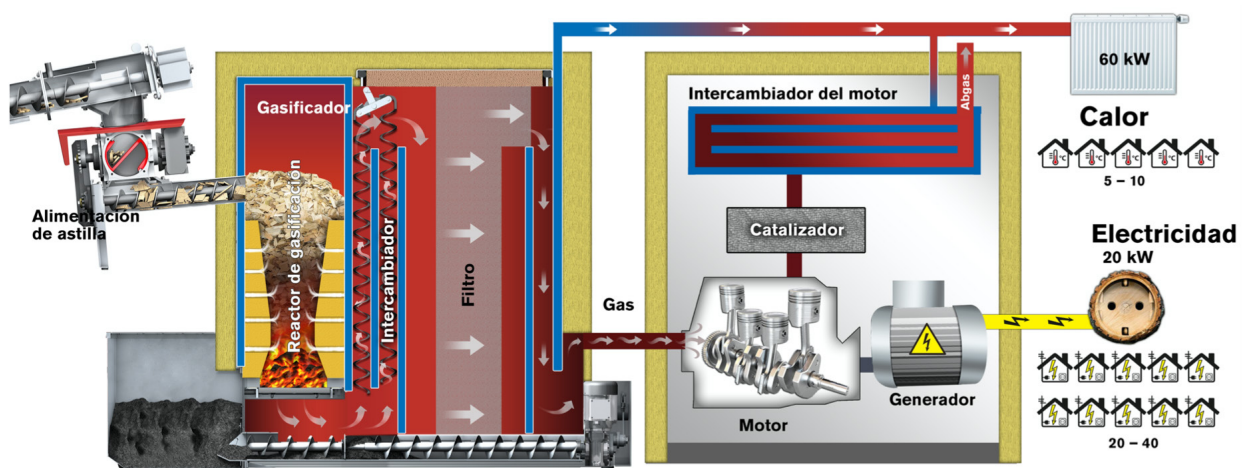


#### 4.3.1.4.5 MICRO COGENERACIÓN CON BIOMASA

La utilización de la biomasa como fuente primaria de energía en la microcogeneración tiene dos procesos de transformación. Mediante la aplicación de la energía térmica producida en su combustión a un Ciclo Orgánico de Rankine (ORC), este ciclo se explica en el punto 4.3.1.5. También existe un proceso de apoyo y abastecimiento de un sistema de microgeneración por motor, mediante la gasificación de la biomasa. En la aplicación de la biomasa a un ciclo de Rankine orgánico, se utiliza la energía térmica producida en la combustión para evaporar un fluido orgánico y generar electricidad a través de una turbina.

En el sistema de gasificación encontramos una secuencia de dos fases. La primera fase es la gasificación de la biomasa mediante la combustión, creando syngas y generando cenizas reutilizables, los gases pasan por un intercambiador de calor antes de su filtrado. Una vez filtrados pasarían al módulo dos comenzando la segunda fase. En esta primera fase se genera agua caliente sanitaria mediante captación térmica a los gases.

La segunda fase es donde se produce la micro-cogeneración. Los gases filtrados de la combustión alimentan un motor de syngas, este motor está conectado a un generador para la producción de energía eléctrica. Los gases salientes del motor son aprovechados previo paso por un catalizador para la transmisión térmica y producción de agua caliente sanitaria y calefacción.



Figuras 57: Esquema funcionamiento micro-cogeneración por gasificación de biomasa  
(Fuente: <https://www.hargassner.es/2016/07/11/generacion-de-electricidad-y-calor-con-biomasa/>)

#### 4.3.1.4.6 MICRO-COGENERACIÓN CON GEOTERMIA

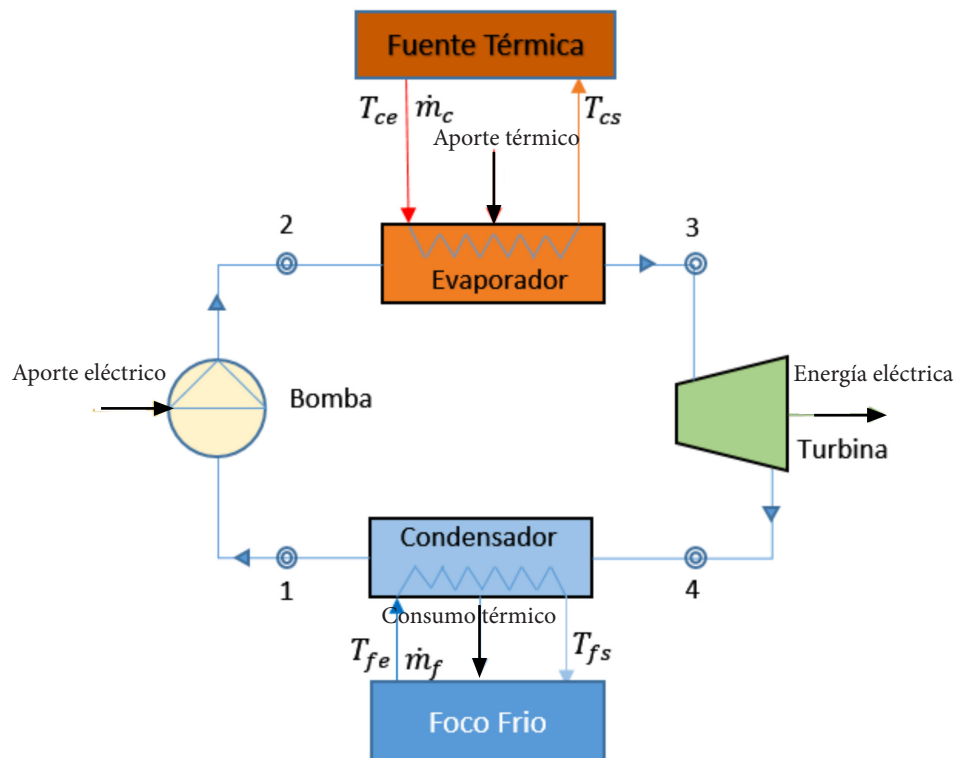
Se puede aprovechar la energía geotérmica de alta temperatura (>100°C) para la generación de energía eléctrica a través de una turbina. El calor proveniente de la corteza terrestre elevaría el agua a su punto de ebullición, consiguiendo girar una turbina mediante vapor de agua y generando así electricidad. Este mismo sistema puede usarse para la cogeneración de energía eléctrica por turbina y el aprovechamiento de la energía térmica producida por el sistema de geotermia y los vapores de la turbina.

Este sistema permite un flujo continuo de ambos tipos de energía, constituyendo una energía limpia y renovable, puesto que no tiene emisiones de gases nocivos y es ilimitada. El único problema de suministro vendría dado por una avería en el sistema de captación geotérmico.

### 4.3.1.5 CICLO ORGÁNICO DE RANKINE

Varios de los sistemas de cogeneración explicados en el apartado 4.3.1.4 de este texto funcionan mediante Ciclos de Vapor Rankine, los que utilizan como fuente de energía primaria la geotermia y la biomasa. Estos ciclos utilizan agua como fluido base, tanto en estado líquido como gaseoso, para la generación de energía eléctrica y térmica. Estos ciclos funcionan con temperaturas elevadas, suelen operar entre los 400°C y los 600°C cuando se utilizan en centrales térmicas. El problema de este tipo de ciclo es su limitación en cuanto a la temperatura, ya que su rendimiento es proporcional a la temperatura de entrada en la turbina.

Los Ciclos Orgánicos de Rankine (OCR) cambian el agua como fluido base por un fluido orgánico cuyas propiedades termodinámicas críticas son menores que las del agua, consiguiendo funcionamientos a menor temperatura. Estos ciclos están formados por cuatro elementos: Evaporador, turbina, condensador y bomba. Su funcionamiento parte del evaporador, donde utilizando la energía térmica de una fuente se consigue el cambio de estado del líquido orgánico (de líquido a gaseoso). Una vez evaporado entra en la turbina expandiéndose y produciendo la rotación de esta. Esta rotación ligada a un alternador produce energía eléctrica. El fluido en estado gaseoso continua por el ciclo llegando al condensador, donde un foco frío reducirá su temperatura hasta el cambio de estado. En estado líquido es impulsado por la bomba y sometido a una presión alta vuelve a empezar el ciclo entrando de nuevo en el evaporador. Estos ciclos proporcionan la posibilidad de funcionar a baja temperatura y ajustarse a la demanda reducida de una vivienda unifamiliar, o en nuestro caso, del complejo rural. Aunque la mayor ventaja es la posibilidad de producción de electricidad y calor suficientes para no necesitar una conexión a la red. Con la aplicación de fuentes de energía renovable se pretende utilizar el ciclo de Rankine orgánico para el abastecimiento de nuestro complejo, produciendo energía sostenible, limpia y autosuficiente.



Figuras 58: Esquema funcionamiento Ciclo orgánico de Rankine  
(Fuente: Sampedro Redondo, José Luis.  
Aplicación de ciclos Rankine orgánico de baja temperatura a sistemas de microgeneración)

#### 4.3.1.6 PROPUESTA PARA LA MICRO-COGENERACIÓN EN EL COMPLEJO RURAL

Conocidas varias estrategias de micro-cogeneración y algunas de sus ventajas, se procede a definir la propuesta particular para el suministro de energía térmica y energía eléctrica en el complejo rural Embalse del Porma.

Considerando el objetivo de conseguir un consumo sostenible, responsable y autosuficiente, se elige la geotermia como fuente primaria de energía. Por su condición estacional, siendo un aporte que no depende de las estaciones, ser una fuente inagotable, continua y limpia. Esta instalación está condicionada por la temperatura que debe alcanzar la instalación, siendo de baja temperatura.

A este sistema de captación geotérmico se le añade un apoyo mediante una caldera de biomasa. En caso de fallo del sistema geotérmico, para no suprimir el flujo de energía que cubre el consumo, se instala una caldera de pellets con las medidas necesarias para contribuir al resto de la instalación con las mismas características térmicas de la instalación de geotermia.

Estos sistemas de captación tienen el cometido de interactuar en el Ciclo Orgánico de Rankine, entrando en el evaporador y aportando la energía térmica necesaria para evaporar el fluido orgánico interior. Poniendo en marcha el ciclo, consiguiendo la energía térmica y eléctrica necesaria para el complejo.

El calor producido en el condensador se utiliza para la producción de calefacción y ACS. Está conectado a un intercambiador que cede energía al suelo radiante calefactando los espacios interiores del edificio. A su vez cede calor al acumulador mediante un serpentín.

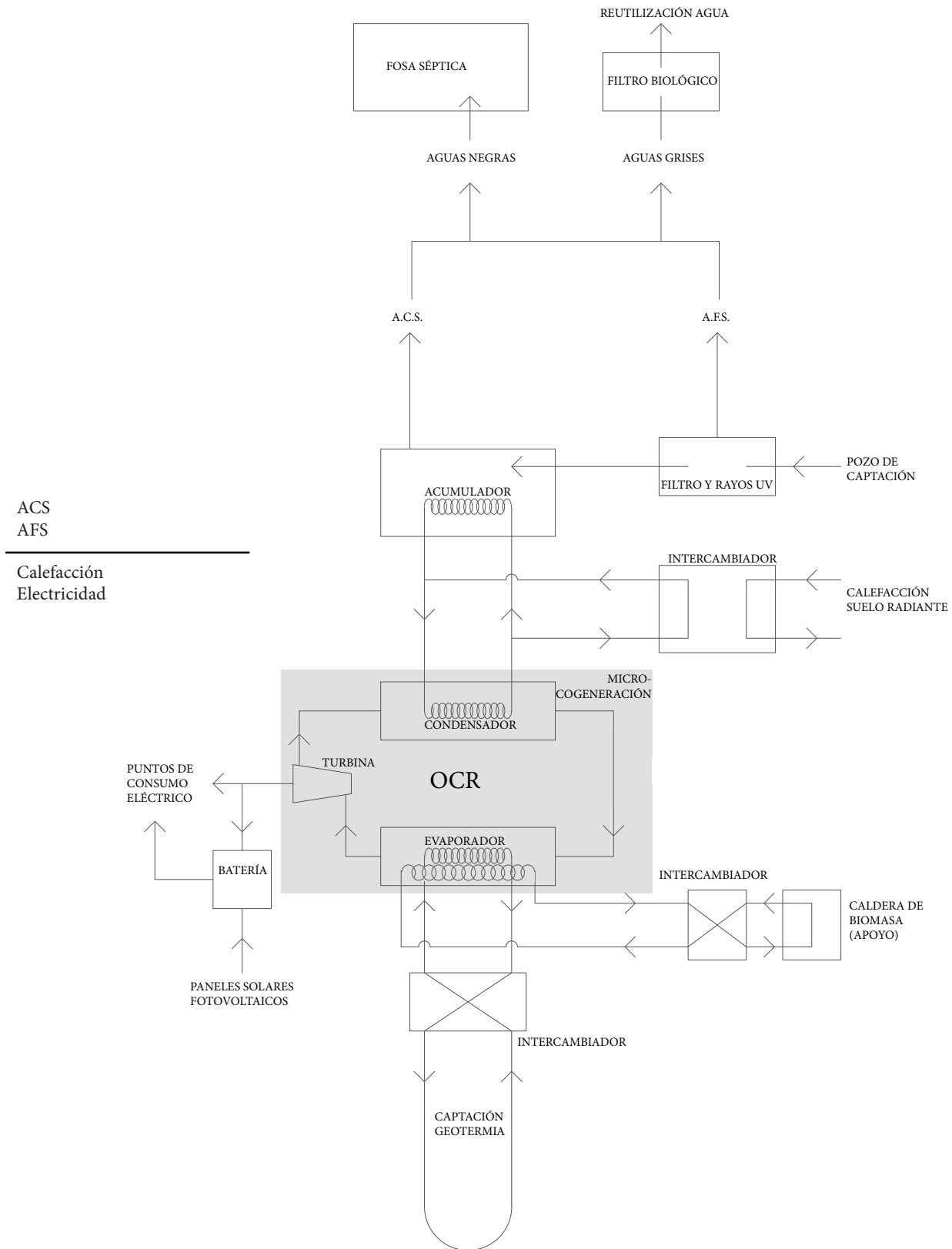
En el acumulador encontramos la entrada de agua depurada, mediante filtros y rayos ultravioletas, procedente del pozo de extracción. Aquí alcanza la temperatura necesaria para el suministro de agua caliente sanitaria al complejo para el uso de los usuarios. Del sistema de depuración mediante filtros y ultravioletas, sale el suministro de agua fría sanitaria.

El ACS y AFS ya usado y convertido en aguas negras o grises, entra en la red separativa de saneamiento. Esta red dirige las aguas negras a una fosa séptica que cubre las prestaciones del agua para su posterior vertido, y necesita de un vaciado de los residuos orgánicos. Las aguas grises en cambio pasan por un acumulador que las dirige a una sucesión de filtros para su depuración. Una vez depurada es almacenada en un tanque para su posterior uso como agua de riego, relleno de cisternas o lavado de vehículos.

La salida de la energía eléctrica del ciclo tiene dos direcciones, una directa al consumo demandado en el momento y otra a las baterías para su almacenamiento. Como aporte extra a la instalación se proyectan unos paneles solares fotovoltaicos que aumentarían la capacidad eléctrica del complejo. Pensados para los días de verano de máximo aforo, contribuyen en mayor medida al apoyo eléctrico exterior al edificio, puntos de carga de vehículos. Cuando esta energía no es consumida se almacena en las baterías. Estas baterías tienen la condición de almacenar la energía demanda durante 3 días. De esta manera ante un fallo del sistema la demanda eléctrica queda cubierta.

### 4.3.1.7 POSIBLE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Se esquematiza el funcionamiento combinado de todas las instalaciones del complejo rural ligadas a la micro-cogeneración.



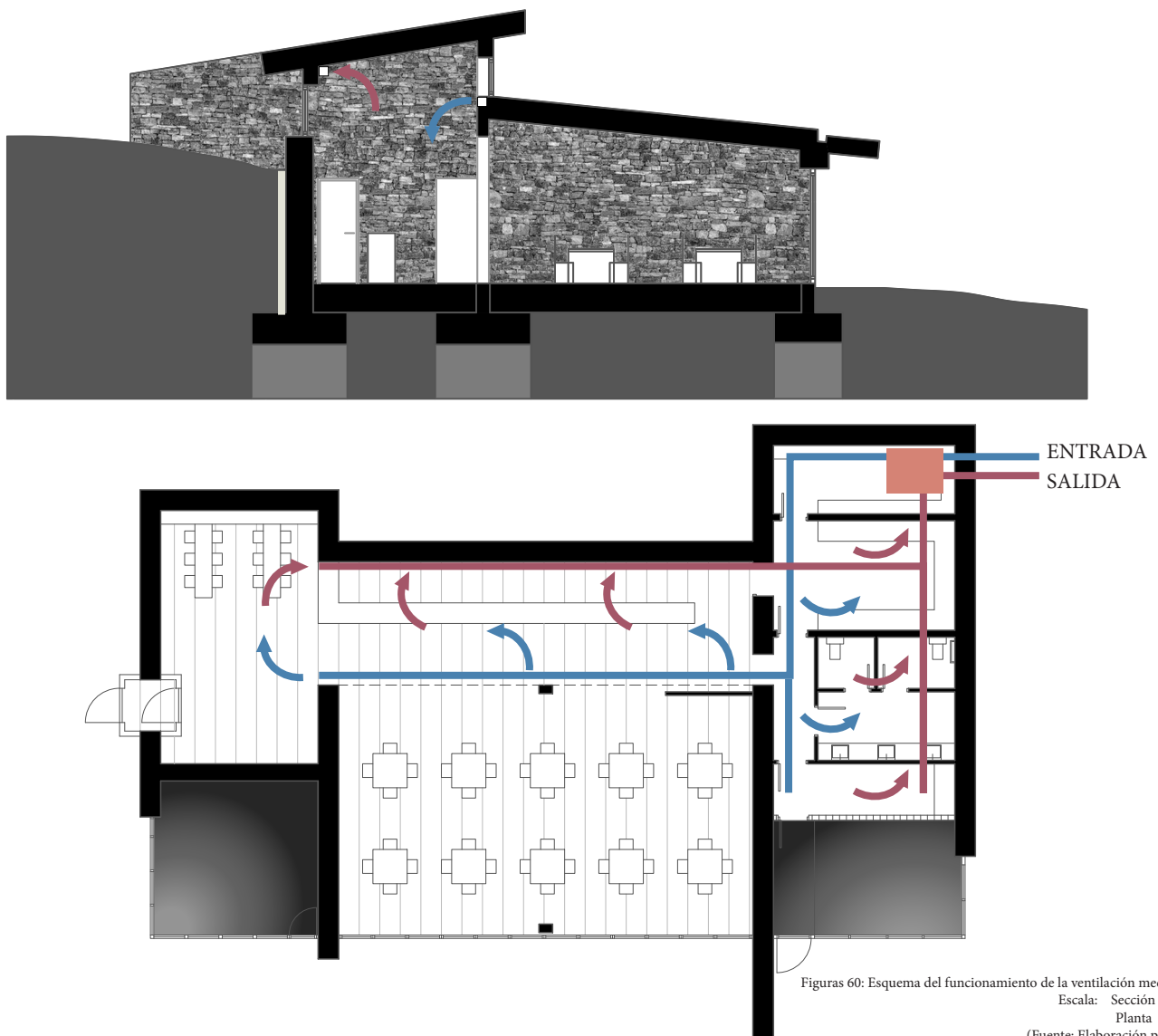
Figuras 59: Esquema del funcionamiento de abastecimiento para cubrir condiciones de confort (Fuente: Elaboración propia)

### 4.3.2 VENTILACIÓN MECÁNICA

Para conseguir un espacio salubre para habitar y ser utilizado, se necesita una renovación de aire para evitar el envenenamiento de este y las consecuencias sobre la salud de los usuarios. Tradicionalmente la ventilación de los espacios se produce de manera manual, mediante la apertura de ventanas generando una corriente interior. El complejo está diseñado para que este tipo de ventilación se produzca lo más efectivamente posible, pero con unas condiciones externas concretas para evitar pérdidas energéticas que conlleven un aumento de la demanda energética.

Se instala un sistema de ventilación de doble flujo con un recuperador de calor como sistema de ventilación principal. Este sistema permite una ventilación controlada donde el 80% de la energía del aire extraído es aprovechada. Introducimos aire en cada estancia del complejo mediante unos conductos superiores. un conducto es el encargado de introducir el nuevo aire a las estancias y el otro es el encargado de extraerlo. Los dos conductos se encuentran en el intercambiador, donde el aire extraído cede energía al aire nuevo. El proceso es constante consiguiendo una calidad del aire idónea gracias al sistema de filtrado en la entrada del conducto. El consumo de la unidad es mínimo, en torno a los 40W, y el mantenimiento es muy sencillo.

Este sistema se complementa mediante el diseño de la ventilación cruzada del edificio. la cual en los meses de verano puede ser muy efectiva, cuando las temperaturas exteriores no supongan pérdidas importantes. De esta manera conseguimos ventilar el edificio de una manera que no supone un gasto energético. Además aporta continuidad entre el espacio interior y el exterior, aprovechando la zona de playa prevista como terraza del restaurante.



### 4.3.3 ELEMENTOS DE CONSUMO EFICIENTE

Con el objetivo de reducir la demanda energética, desde la fase de diseño se contempla la disposición de elementos con una alta eficiencia. De esta forma, si los diferentes elementos que utilizamos a lo largo del día trabajan demandando una menor energía, reduciremos drásticamente el consumo de esta.

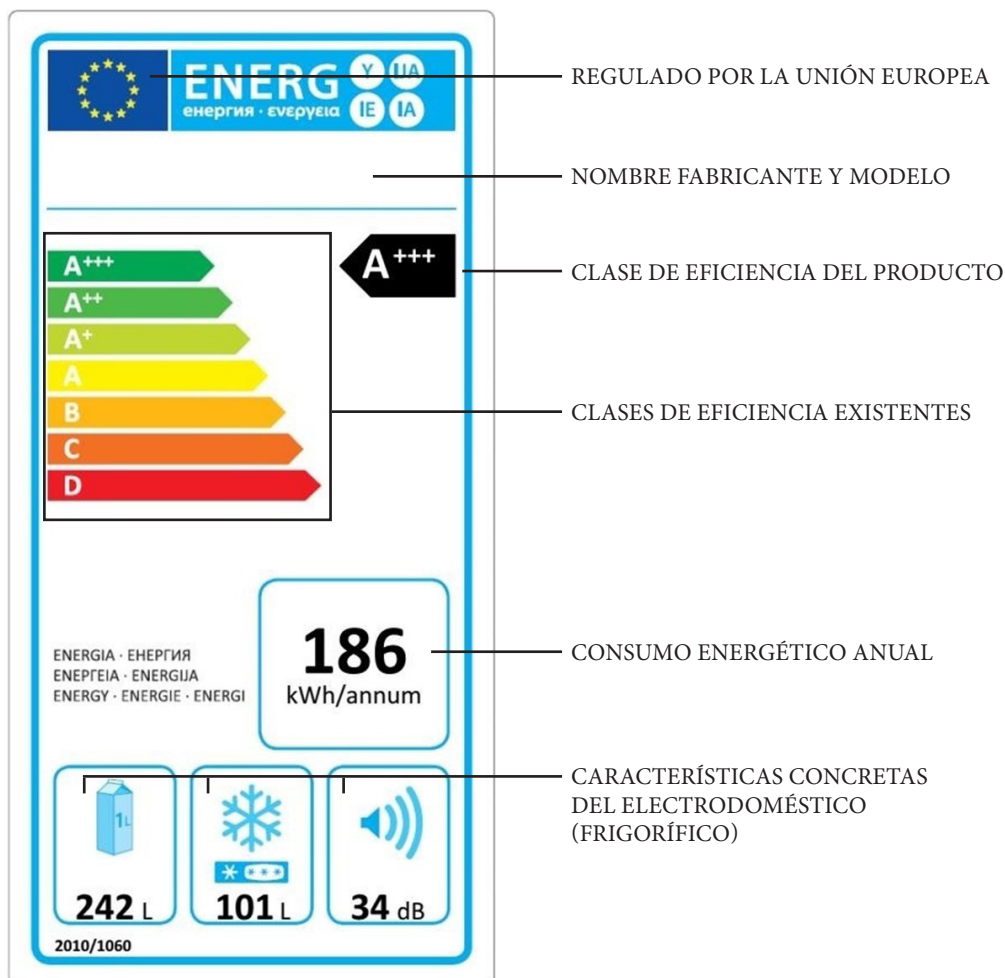
#### 4.3.3.1 ELECTRODOMÉSTICOS DE CLASE ENERGÉTICA ALTA

Dentro del complejo rural encontramos una serie de electrodomésticos que necesitan energía eléctrica para su correcto funcionamiento. Se hace especial hincapié en la elección de estos aparatos, siendo una condición obligatoria la clasificación de estos como clase de eficiencia A o superior.

La etiqueta energética es una herramienta de información para el comprador del aparato, en ella se refleja de manera clara la eficiencia energética del electrodoméstico. En estas etiquetas se refleja la marca comercial, la denominación del aparato y la clase energética, además de características concretas del electrodoméstico que hacen referencia a su funcionalidad.

Existen 7 clases de eficiencia identificadas desde la D hasta la A, añadiendo A+, A++ y A+++. La diferencia más notable entre la clase más baja y la más alta es la diferencia de consumo energético. Si comparamos un electrodoméstico con la misma función y diferente etiqueta, comprobaremos que el consumo puede llegar a ser hasta de tres veces mayor en la clasificación más baja.



Es por estas condiciones que se escogen los siguientes electrodomésticos con la clase A+++: Frigoríficos y congeladores, lavadora, lavavajillas, lámparas domésticas, horno eléctrico.



Figuras 61: Etiqueta energética de un frigorífico

### 4.3.3.2 LÁMPARAS DE ILUMINACIÓN

En la elección de las lámpara de iluminación de todo el complejo se opta por lámparas tipo LED. Este tipo de lámparas aportan un bajo consumo energético en comparación con lámparas convencionales. La comparativa de consumos de la imagen 62 deja constancia del ahorro energético en iluminación que supone el uso de lámparas LED. A estos datos hay que añadirle el consumo de los transformadores incorporados en lámparas halógenas, tubos fluorescentes o algunas de bajo consumo. La reducción del consumo energético con la utilización de estas lámparas está entorno al 80% y el 90%. Las lámparas LED no solo mejoran el consumo energético sino que también tienen una vida útil más longeva, las lámparas incandescentes tienen una vida útil de 1000 horas funcionando, mientras que las tipo LED están entre las 30 000 y las 50 000. Estas dos características hacen que la elección de lámparas LED para iluminar los espacios del complejo rural, sean la opción más eficiente.

Bombilla	Bombilla Tradicional	Potencia (W)	Bombilla LED	Potencia (W)	Ahorro
	Estándar E27 incandescente Estándar E27 incandescente Estándar E27 incandescente	40W 50W 80W	Estándar E27 LED Estándar E27 LED Estándar E27 LED	5W 6W 11W	85% 88% 86%
	Bajo consumo E27	15W	Estándar E27 LED	7W	50%
	Reflector R-63 E27 incandescente	60W	Reflector R-63 LED E27	6.5W	90%
	PAR-30 E27 Incandescente PAR-30 Halógena	75W	PAR-30 E27 LED	11W	85%
	Esférica E27 incandescente Esférica E27 incandescente	25W 50W	Esférica E27 LED Esférica E27 LED	3W 5W	85% 90%
	Esférica E14 incandescente Esférica E14 incandescente	25W 50W	Esférica E14 LED Esférica E14 LED	3W 5W	85% 90%
	Vela E14 incandescente Vela E14 incandescente	25W 50W	Vela E14 LED Vela E14 LED	3W 5W	85% 90%
	Reflector R-50 E14	40W	Reflector R-50 E14 LED	4.5W	85%
	Halógena GU-10. 220V Halógena GU-10. 220V Halógena GU-10. 220V	25W 40W 50W	GU-10 LED. 220V GU-10 LED. 220V GU-10 LED. 220V	3W 4W - 5W 7W	85% 90% 85%
	Halógena MR-16. 12V Halógena GU-10. 12V Halógena GU-10. 12V	25W 40W 50W	MR-16 LED. 12V MR-16 LED. 12V MR-16 LED. 12V	3W 5W 7W	85% 85% 85%

Bombilla	Bombilla Tradicional	Potencia (W)	Bombilla LED	Potencia (W)	Ahorro
	Halógena G-9. 220V Halógena G-9. 220V Halógena G-9. 220V	20W 30W 40W	G-9 LED. 220V G-9 LED. 220V G-9 LED. 220V	1.5W 3W 4W	90% 90% 90%
	Halógena G-4 Bi-pin. 12V	20W	G-4 Bi-pin LED. 12V	1.5W	90%
	Halógena AR-111. 12V Halógena AR-111. 12V Halógena AR-111. 12V	50W 75W 100W	AR-111 LED AR-111 LED AR-111 LED	10W 12W 18W	80% 84% 82%
	Halógena R7s o lineal 78mm	55W	R7s o lineal. 78mm LED	5W	90%
	Halógena R7s o lineal 118mm	110W	R7s o lineal. 118mm LED	10W	90%
	Tubo T8 fluorescente 60cm (18W) Tubo T8 fluorescente 120cm (36W) Tubo T8 fluorescente 150cm (58W)	21W** 41W** 67**	Tubo T8 LED 60cm Tubo T8 LED 120cm Tubo T8 LED 150cm	9W 18W 22W	55% 55% 65%
	Halogenuro Metálico E40 Halogenuro Metálico E40	250W 400W	E40   E27 LED E40   E27 LED	45W 60W	80% 85%

Figuras 62: Comparativa lámparas convencionales con lámparas LED  
Fuente: (<https://www.ecoluzled.com/content/8-que-consumo-tiene-una-bombilla-led>)

### 4.3.3.3 Grifería

Para el aprovechamiento de agua sanitaria y la reducción del consumo energético se incorpora grifería diseñada para estos fines. Se instala limitadores de caudal en todos los grifos, mediante aireadores y membranas que reduzcan este flujo de agua, a una cantidad determinada de litros por minutos, dependiendo del uso destinado. A su vez se instalan grifos termostáticos que permitan seleccionar la temperatura deseada para su flujo continuo. En los grifos dispuestos para riego o lavado de coches se instalan mecanismos temporizadores para un mayor aprovechamiento. El ahorro de consumo energético derivado de la grifería tiene que ver con el uso del agua caliente sanitaria. Si reducimos, limitamos o gestionamos el agua caliente de una manera más eficiente y sin reducir las opciones de uso, conseguiremos un ahorro tanto de agua como de energía térmica.

#### 4.3.3.4 CISTERNAS

Esta medida tiene como propósito el ahorro en el consumo de agua. Para llevar acabo esta reducción, se dispone de un sistema de doble pulsación y de cisternas de baja capacidad.

El mecanismo de doble pulsación permite al usuario decidir si vaciar al completo todos los litros almacenados en la cisterna o solo la mitad de la capacidad. De esta manera el ahorro de agua es inmediato puesto que hay acciones que no disponen de tanta cantidad de litros para su correcto saneamiento.

El agua utilizada en el llenado de las cisternas proviene del sistema de reutilización de aguas grises.

Estas medidas suponen un aprovechamiento del agua muy importante en el complejo, consiguiendo que el ciclo de agua utilizada en el edificio sea lo más sostenible posible y eficiente.



## 4.4 DOMÓTICA

Para conseguir el mayor rendimiento de las instalaciones y los mecanismos pasivos, se instala un sistema informático con una serie de programas encargados del control del edificio. Esta implantación en el complejo permite un uso eficiente a un nivel de control complicado de conseguir por los usuarios. Consiguiendo la utilización más eficiente de todo el complejo y por tanto la mayor reducción de consumo energético aprovechando, en su máximo exponente, las propiedades externas e internas del complejo. Los sistemas que se ven afectados por la domótica y aumentan su rendimiento y eficiencia general se explican a continuación.

### 4.4.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Un programa destinado al control de la inclinación de los paneles solares. Teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas a lo largo del día además de la situación concreta del sol en el cielo. Calculando la inclinación de este y los días de máximo rendimiento debido a las nubes.

Conseguimos de esta manera un alto rendimiento de los paneles solares, debido a que diariamente se regulan consiguiendo el mejor ángulo de inclinación para su producción eléctrica. Esta labor sería tediosa para un operario, quien debería conocer la carta solar del lugar y manipular cada pocos días la inclinación de los paneles solares. Nos añade el control de las condiciones meteorológicas, con la capacidad de conocer el porcentaje de nubes hora por hora.

Gracias a este programa la producción de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos se convierte en una producción altamente eficiente. Consiguiendo la generación de electricidad con el ángulo preciso en los meses más fríos en días con un porcentaje bajo de nubes.

### 4.4.2 PROTECCIÓN SOLAR

Utilizando el programa con los conocimientos de la posición solar y las condiciones meteorológicas, se desarrolla un sistema de control de los protectores solares. El objetivo es controlar la captación solar mediante los protectores, posicionando estos en el punto preciso que más beneficie el aprovechamiento o la protección de la captación de energía solar.

Este sistema controla la protección de los invernaderos en verano. Consigue aprovechar la energía aportada por los invernaderos incluso en días fríos de verano, donde se presupone tenemos una temperatura exterior correcta, retirando la protección de la cubierta.

### 4.4.3 TERMOSTATO

Se disponen termostato en todas las estancias del complejo. Esto permite regular las habitaciones con los grados que quiera el usuario. También permite el control mediante el uso, si una habitación no va a ser usada durante horas se puede controlar la temperatura para que esté en las condiciones estipuladas a la hora de uso, es el caso de dormitorios donde la temperatura puede estar controlada para la mañana al despertarse mediante la activación de la caldera minutos antes.

### 4.4.1 CONTROL DE LA SUPERFICIE REFLECTANTE

Se dispone un control de la inclinación de esta superficie reflectante para al aprovechamiento máximo de esta energía solar. Siempre con unas condiciones claras que no impidan el funcionamiento correcto del espacio interior del restaurante.

### 4.4.1 ACTIVACIÓN CALDERA DE APOYO

En el caso de tener que reparar la instalación principal de geotermia por algún tipo de avería, se activa automáticamente la caldera de apoyo, la cual está cargada con los pellets, para que en los espacios interiores no se note una bajada de prestaciones de confort. Este sistema seguirá funcionando hasta la puesta en marcha del sistema de captación geotérmico ya reparado.

## 5. JUSTIFICACIÓN CTE DB HE1 Y HE0

Para comprobar que objetivamente nuestro edificio entra en la calificación de edificio de consumo de energía casi nulo, se lleva a cabo la comprobación del Código Técnico de la Edificación en su apartado HE Ahorro de la energía.

Para este desarrollo se tiene en cuenta el actual CTE DB HE de 2019, en el que están transpuestas las Directivas europeas de 2010/31/UE y 2012/27/UE junto con las Recomendaciones de 2016/1318. Por tanto de cumplir con estas exigencias nuestro edificio puede ser catalogado como edificio nZEB.

## 5.1 JUSTIFICACIÓN CTE DB HE1

Para el correcto la justificación de las Condiciones para el control de la demanda energética se proede a desarrollar punto por punto la sección HE1 del Código Técnico de la Edificación.

### 5.1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EXIGENCIA

En el primer apartado del HE1 se hace referencia a qué tipo de edificio deben cumplir con las limitaciones que se exponen en el desarrollo de la sección. Entre ellas se encuentran los edificios de nueva construcción, lo que nos obliga a cumplir las limitaciones en la totalidad de nuestro complejo, ya que las viviendas tienen más de 50m<sup>2</sup> de superficie aunque estén aisladas.

En cuanto a la caracterización de la exigencia se pretende demostrar el cumplimiento a lo largo del desarrollo de este punto.

### 5.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

#### 5.1.2.1 CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica de nuestro edificio está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores que delimitan los espacios del edificio, sin excluir ningún recinto o espacio.

##### 5.1.2.1.1 TRANSMITANCIA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Las Transmitancias de nuestra envolvente cumplen todas con la tabla 3.1.1.a-HE1 Valores límite de transmitancia térmica, Ulim. Cumpliendo completamente con este valor límite de transmitancia.

SUPERFICIES	A (m2)	U (W/m2K)	Ulim
Fachadas caliza	88,6	0,1848	0,37
F. Enterrada	111,03	0,34	0,59
Cubierta Vegetal	313,38	0,1981	0,33
Hueco Restaurante	30,25	1,58	1,8
Hueco sur superior	10,63	1,67	1,8
Hueco norte	13,55	1,63	1,8
Hueco sur c.1	5,19	1,65	1,8
Hueco sur c.2	4,19	1,57	1,8
Forjado Sanitario	222,15	0,1921	0,59

SUPERFICIES	A (m2)	U (W/m2K)	Ulim
Fachadas caliza	122,08	0,1848	0,37
Cubierta	67,84	0,1981	0,33
Hueco Salón	11,17	1,54	1,8
Hueco dormitorio	3,85	1,65	1,8
Hueco entrada	3,85	1,65	1,8
Lucernario	5,19	1,63	1,8
Forjado Sanitario	56,9	0,23	0,59

Tabla 05: Transmitancia térmica de los componentes de la envolvente  
Fuente: (Elaboración propia)

El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio para uso residencial privado, no supera el valor Klim de la tabla 3.1.1.b-HE1. En continuación con el CTE el valor K para uso distinto del residencial privado no supera el valor Klim de la tabla 3.1.1.c-HE1.

	Restaurante	Vivienda
Volumen total	867,93	189,63
Área total	222,15	56,8
V/A	3,90695476	3,338556338
K =	0,32748973	0,322847711

Para conseguir los valores de Klim hay que realizar interpolación lineal, puesto que la compacidad queda entre 1 y 4

Tabla 06: Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente Fuente: (Elaboración propia)

Restaurante	Klim rest	0,585037587
viviendas	Klim viv	0,578108568

El HE1 señala “Los elementos con soluciones constructivas diseñados para la reducción de la demanda energética cuyo comportamiento y prestaciones térmicas no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica [como es el caso de los invernaderos] están excluidos de las comprobaciones relativas a la transmitancia térmica (U) y no se contabilizan para el coeficiente global de transmisión de calor (K) definidos en este apartado.” Por lo tanto los dos invernaderos del restaurante quedan excluidos de estas comprobaciones.

### 5.1.2.1.2 CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Como el complejo es un edificio nuevo, debemos calcular el parámetro solar ( $q_{sol,jul}$ ) y conseguir que este no supere el valor límite establecido en la tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar,  $q_{sol,jul,lim}$  (kWh/m<sup>2</sup>.mes)

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar,  $q_{sol,jul,lim}$  [kWh/m<sup>2</sup>.mes]

Uso	$q_{sol,jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

Tabla 08: Valor límite  $q_{sol,jul,lim}$  Fuente: (CTE DB HE1)

CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE											
Restaurante	Fsh;obst	ggl;sh;wi	ggl;wi;m	Ff	Aw;p	Hsol;jul	Aútil	Qsol;jul	qsoljul		
General	0,16	0,03	0,2808	0,25	30,25	82,09	222,15	8,939601	83,6746654		
Sur sup	0,5	0,03	0,2808	0,25	10,63	82,09	222,15	9,81693788	91,8865385		
Sur 1	0,5	0,03	0,2808	0,25	5,29	82,09	222,15	4,88538113	45,7271673		
Sur 2	0,5	0,03	0,2808	0,25	4,19	82,09	222,15	3,86951738	36,2186826		
Norte	1	0,03	0,6	0,25	13,55	56,67	222,15	17,2772663	345,545325		
								44,7887036	603,052379	0,20161469	2,71461796
Vivienda	Fsh;obst	ggl;sh;wi	ggl;wi;m	Ff	Aw;p	Hsol;jul	Aútil	Qsol;jul	qsoljul		
General	0,16	0,03	0,2808	0,25	11,17	82,09	56,8	3,30100308	30,8973888		
Este	0,57	0,03	0,2295	0,25	3,85	114,88	56,8	5,6723436	43,3934285		
OESTE	0,27	0,03	0,258	0,25	3,85	106,71	56,8	2,49581351	21,4639962	95,7548136	1,68582418
Lucernario	0,68	0,03	0,03	0,25	5,2	195,79	56,8	15,5770524	15,5770524		
								27,0462126	111,331866	0,79366197	1,96006806

Tabla 09: Valor  $q_{sol,jul,lim}$  del restaurante y las viviendas Fuente: (Elaboración propia)

Durante la comprobación del cumplimiento del control solar de la envolvente térmica, el complejo sufrió variaciones. En las viviendas los huecos situados al este y al oeste, que hacen referencia al hueco del dormitorio y al de entrada, han tenido que modificarse. Se les ha añadido una protección adicional de lamas exterior. Al hueco del dormitorio (Este) se le ha añadido un sistema de lamas inclinadas con 30°. Mientras que al hueco de la entrada (Oeste) se le ha añadido un sistemas de lamas inclinadas 60°. La incorporación de este sistema ha conseguido que se cumpla el valor límite del control solar en las viviendas del complejo.

### 5.1.2.1.3 PERMEABILIDAD AL AIRE

En la ejecución de obra del complejo se pondrá énfasis en la buena ejecución de los elementos de la envolvente térmica para conseguir asegurar una correcta estanqueidad al aire.

Las limitaciones que fija el CTE DB HE1 para la permeabilidad al aire se reflejan en la siguiente tabla.

**Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica,  $Q_{100,lim}$  [ $m^3/h \cdot m^2$ ]**

	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ( $Q_{100,lim}$ ) <sup>*</sup>	$\leq 27$	$\leq 27$	$\leq 27$	$\leq 9$	$\leq 9$	$\leq 9$

Para el cálculo de este parámetro el propio código nos direcciona a su anejo H donde explica el método usado para conseguir el valor de permeabilidad al aire de nuestro edificio. Al usar este método conseguimos un valor de  $5,95 m^3/hm^2$  para los huecos de la envolvente térmica del restaurante. A continuación el código da unos valores límite para viviendas con superficie útil superior a  $120 m^2$ , al tener nuestras viviendas  $56,9 m^2$  no entran dentro de esta comprobación.

### 5.1.2.2 LIMITACIÓN DE DESCOMPENSACIONES

En este punto se busca limitar el efecto de la situación como la pérdida de calor por nivel de acondicionamiento y horas de uso entre viviendas, viviendas y locales, viviendas y zonas comunes del edificio. Dentro del complejo rural no existe esta diferencia de usos limitadas por particiones interiores. La diferencia de usos está estipulada en edificios aislados y separados, por lo que no hay que hacer comprobaciones.

### 5.1.2.3 LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES EN LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Todas las condensaciones intersticiales generadas en el muro exterior están tratadas de tal forma que no suponen una merma significativa en las prestaciones térmicas, ni suponen un riesgo de degradación para la vida útil del muro.

## 5.2 JUSTIFICACIÓN CTE DB HE0

### 5.2.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EXIGENCIA

La sección HE0 del Código Técnico tiene por objeto la limitación del consumo energético. En esta sección se fijan los límites de consumo de energía primaria no renovable y los límites de Consumo de energía primaria total en los que se tienen que fijar todos los edificios de nueva construcción, intervenciones donde se incrementa un 10% de la superficie o el volumen construido y las reformas donde se renueven las instalaciones de generación térmica o el 25% de la superficie de la envolvente. Todas estas limitaciones del consumo están sujetas al clima del emplazamiento dependiendo de su severidad en invierno, el uso del edificio y en edificios existentes, dependiendo del alcance de la intervención.

### 5.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

A continuación se insertan las tablas de consumo de energía primaria no renovable y consumo de energía primaria total del CTE DB HE0 donde se fijan los valores límite de ambos parámetros señalando los pertenecientes al complejo, tanto a las viviendas como al restaurante.

**Tabla 3.1.a - HE0**  
Valor límite  $C_{ep,nren,lim}$  [kW·h/m<sup>2</sup>·año] para uso residencial privado

	Zona climática de invierno						
	$\alpha$	A	B	C	D	E	
<b>Edificios nuevos y ampliaciones</b>	20	25	28	32	38	43	Viviendas
<b>Cambios de uso a residencial privado y reformas</b>	40	50	55	65	70	80	

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1,25

**Tabla 3.1.b - HE0**  
Valor límite  $C_{ep,nren,lim}$  [kW·h/m<sup>2</sup>·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno							
$\alpha$	A	B	C	D	E		
$70 + 8 \cdot C_{FI}$	$55 + 8 \cdot C_{FI}$	$50 + 8 \cdot C_{FI}$	$35 + 8 \cdot C_{FI}$	$20 + 8 \cdot C_{FI}$	$10 + 8 \cdot C_{FI}$		Restaurante

$C_{FI}$ : Carga interna media [W/m<sup>2</sup>]

**Tabla 3.2.a - HE0**  
Valor límite  $C_{ep,tot,lim}$  [kW·h/m<sup>2</sup>·año] para uso residencial privado

	Zona climática de invierno						
	$\alpha$	A	B	C	D	E	
<b>Edificios nuevos y ampliaciones</b>	40	50	56	64	76	86	Viviendas
<b>Cambios de uso a residencial privado y reformas</b>	55	75	80	90	105	115	

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1,15

**Tabla 3.2.b - HE0**  
Valor límite  $C_{ep,tot,lim}$  [kW·h/m<sup>2</sup>·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno							
$\alpha$	A	B	C	D	E		
$165 + 9 \cdot C_{FI}$	$155 + 9 \cdot C_{FI}$	$150 + 9 \cdot C_{FI}$	$140 + 9 \cdot C_{FI}$	$130 + 9 \cdot C_{FI}$	$120 + 9 \cdot C_{FI}$		Restaurante

$C_{FI}$ : Carga interna media [W/m<sup>2</sup>]

### 5.2.3 PROCEDIMIENTO Y DATOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Para la verificación de las exigencias relativas al consumo de energía de los edificios que quedan establecidas en el HE0, el propio código dice que se verifican con un procedimiento de cálculo acorde a las características. Para ello ponen a disposición del usuario una herramienta llamada Herramienta Unificada LIDER-CALENER, HULC. También obliga al desglose del consumo energético de energía final en función del vector energético utilizado. Con esto se refiere al tipo de combustible o electricidad con los que se satisfacen las necesidades de calefacción, ACS, ventilación, control de la humedad e iluminación.

En esta sección del código se exige los rendimientos de las instalaciones utilizadas en el edificio, además de cálculos complejos mediante un sistema informático. La instalación del complejo que cubre las necesidades de calefacción, agua caliente y electricidad, es una instalación hipotética a partir de un modelo de funcionamiento. Esta instalación no está comercializada, sino que se está investigando y desarrollando la tecnología para conseguir hacer funcionar sistemas de micro-cogeneración a temperaturas bajas. Al tratarse de un trabajo teórico sobre el diseño de edificios de consumo de energía reducido, se ha hecho más hincapié en las posibilidades de transformación de la energía que posibilitaba esta instalación que en generar un sistema real, medible y cuantificable. Lo que conlleva que después de toda la fase de diseño, al llegar a este punto, el cumplimiento de las limitaciones introducidas por el Código Técnico no se puedan saber con exactitud. Aún así se puede afirmar que el valor de consumo de energía no renovable se cumple, puesto que en ningún punto de la instalación aparecen este tipo de fuentes de energía. Cubriendo todo el valor del consumo de energía primaria total con fuentes de energía renovable y limpias de emisiones de gases contaminantes, suponiendo un buen funcionamiento de la instalación principal. Consiguiendo por tanto un edificio autosuficiente que se puede considerar de consumo de energía nulo.





## 6.

## CONCLUSIONES

El diseño de arquitectura eficiente es de vital importancia hoy en día. Tanto es así que las propias instituciones, como la Unión Europea, cada día abogan más por el desarrollo de estos modelos altamente eficientes en lo que a energía se refiere. El camino está trazado y es cuestión de los técnicos ir desarrollando los medios y la tecnología para que esto sea posible. El modelo de EECN irá evolucionando a lo largo de los años, con el objetivo de conseguir cubrir las expectativas al llegar al final del año 2050. La importancia que toma el desarrollo de la tecnología a la hora de cumplir los plazos es realmente importante, por eso se ha optado por instalaciones de generación no comercializadas, pero teóricamente eficientes, en el complejo rural. Es en este desarrollo donde reside el cambio de paradigma, ya se pueden contemplar los rendimientos de las instalaciones renovables, las cuales cada vez son más competitivas por la bajada de los costes y cada vez presentan un mayor abanico de posibilidades. La mentalidad de reducir el consumo energético resulta muy efectiva para paliar todo el problema generado por las emisiones. Si en un futuro el ITER consigue controlar la fusión nuclear y los técnicos consiguen desarrollar mecanismos para la producción de energía eléctrica de una manera limpia, renovable y controlada, debemos conseguir reducir los consumos del sector de la edificación al mínimo, consiguiendo una situación sostenible a nivel global.

El complejo rural resultado de la elaboración de este trabajo es un desarrollo teórico cuyo fin era el profundizar en los contenidos que engloba. La utilización de mecanismos arquitectónicos bioclimáticos ofrece una serie de ventajas que deberían conocerse por todos los técnicos. Constituyen mecanismos que aportan energía a los edificios utilizando estratégicamente el entorno y constituyéndose como una opción de diseño inteligente. Desde la elección de materiales hasta la distribución de los espacios, todo está englobado en los mismos objetivos y desarrollados pensando que eran las mejores opciones posibles para la elaboración de este proyecto.

El complejo rural no solo es un conjunto de edificios eficientes que consumen la menor cantidad de energía posible, sino que también intentan modificar la vida de la gente que los rodea. Se ha intentado potenciar el turismo en una zona de la geografía española donde la industria es escasa, con el objetivo de generar riqueza en las inmediaciones y conseguir así más opciones para los habitantes de estas localidades.

Estos métodos de diseño generan toda una nueva metodología a la hora de proyectar edificios y su funcionamiento. En conclusión, la creación de edificios altamente eficientes, supone un avance para toda la edificación, consiguiendo una evolución de los antiguos edificios consumidores a unos capaces de controlar mejor todas las condiciones que ofrecen a los usuarios, afectando directamente en su calidad de vida y mejorando la vida a lo largo del planeta Tierra.

## F.

## BIBLIOGRAFÍA

Neila González, Javier (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*  
Madrid: Munillalería.

Vale, Brenda y Robert. *La casa autosuficiente*

AEICE construcción eficiente (2018) E3CN estrategias para edificios de energía casi nula

INE. Desarrollo sostenible (2008) *Cambio climático y energía*. pp 51-58

Guía Idea 021 (Madrid, 2020) *Guía profesional de Tramitación del Autoconsumo*

Confederación Sindical de CCOO (Madrid, 2019) *Evolución de las emisiones de efecto invernadero en España (1990-2018)*

EREN, Ente regional de la energía de Castilla y León ( ) *MICROCOGENERACIÓN*

Santa Cruz Astorqui, Jaime. ( ). *Viabilidad del aprovechamiento de las aguas residuales generadas en los edificios*. Primer informe. EU Arquitectura Técnica Universidad Politécnica de Madrid.

Llopis Trillo, Guillermo, & Rodrigo Angulo, Vicente. ( ). *Guía de la Energía Geotérmica*

Neila González, F., & Acha Román, C. (2009). *Arquitectura bioclimática y construcción sostenible*. Pamplona: DAPP.

IDAE (2011). *Guía práctica de la energía*. Consumo eficiente y responsable.

Munguía Rivas, Rubén (Madrid, 2016) *Construye 2020*. Instalaciones de geotermia.

Minke, Gernot. (2010). *Techos verdes*. Olba, Teruel: EcoHabitar.

ZinCo *Cubiertas ecológicas*. ( ) *Sistemas para ajardinar cubiertas inclinadas*.

FerroPlast. ( ) *Sistema de geotermia FerroTerm*

Instituto Geológico y Minero de España (2009). *Las aguas subterráneas*. Un recurso natural del subsuelo.

Olivares Santiago, Manuel (1994) *Los vidrios de baja emisividad*

Ministerio de industria, energía y turismo. Gobierno de España (2016) *Evaluación completa del potencial de uso de la cogeneración de alta eficiencia y de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes*.

Hidalgo Morán, Sara (2012) La montaña occidental leonesa: entre el declive de la minería y la despoblación. La oportunidad de los espacios protegidos.

Mateos Tercero, Cristina (2015). Proyecto fin de carrera. Análisis de viabilidad e implantación de sistemas de cogeneración en el sector residencial. Escuela superior de ingenieros de minas y energía. Universidad politécnica de Madrid.

Sampedro Redondo, José Luis. (Gijón, 2017) Tesis doctoral. Aplicación de ciclos Rankine orgánicos de baja temperatura a sistemas de microgeneración. Departamento de energía. Universidad de Oviedo.

Prada del Río, José Carlos. (Septiembre 2018) Proyecto fin de grado. Implantación de sistemas de geotermia y energía solar fotovoltaica en edificios rurales rehabilitados. Grado en Ingeniería de la energía. Escuela técnica superior de ingenieros de minas y energía.

Olmedo Rodríguez, Abel (2019) Trabajo fin de grado. Edificio nZEB (ECCN). Evaluación de estrategias arquitectónicas para la consecución del nuevo modelo energético. Escuela Técnica Superior de Valladolid

Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de Mayo de relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Directiva 2012/27/UE del parlamento europeo y del consejo de 25 de Octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

Recomendaciones (UE) 2016/1318 de la Comisión de 29 de julio de 2016 sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo y las mejores prácticas para garantizar que antes de que finalice 2020 todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo

Directiva 2018/844/UE del parlamento europeo y del consejo de 30 de Mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Directiva (UE) 2018/2002 del parlamento europeo y del consejo de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética

Documento Básico HE Ahorro de energía. (2019). Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el RD 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. DA DB-HE/1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente. (Enero de 2020)

Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. DA DB-HE/2. Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos. (Octubre 2013)

Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía. DA DB-HE/3. Puentes térmicos (Enero 2014)

