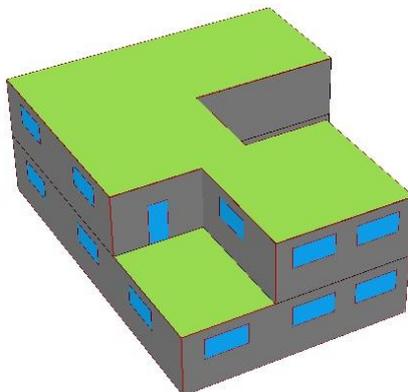


**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**



**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

<b>TIPO</b>	<b>TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS</b>
<b>TÍTULO</b>	<b>ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>
<b>TITLE</b>	<b>STUDY ABOUT A BIOCLIMATIC FAMILY HOUSING IN LA CAVADA AND ITS ENERGY EFFICIENCY</b>
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTABRIA</b>
<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>	<b>RIOTUERTO</b>
<b>AUTOR</b>	<b>ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ</b>
<b>DIRECTOR</b>	<b>PABLO CASTRO ALONSO</b>
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>FECHA</b>
 <b>INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA</b>	<b>22 DE SEPTIEMBRE DE 2015</b>



## 0. ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
DOCUMENTO Nº 2: MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	22
PLANOS.....	107



ESCUELA POLITÉCNICA DE MINAS Y ENERGÍA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

## **DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA DESCRIPTIVA**



## INDICE MEMORIA

1.1 Introducción.....	3
1.2 Objeto del estudio.....	4
1.3 Localización.....	4
1.4 Climatología.....	5
1.5 Cartografía y topografía.....	8
1.6 Geología y geotecnia.....	8
1.7 Hidrología e Hidrogeología.....	9
1.8 Descripción del edificio.....	10
1.9 Demanda eléctrica y térmica.....	11
1.10 Legislación.....	18
1.13 Conclusión.....	18



## 1.1 INTRODUCCIÓN

La situación económica que atravesamos nos obliga a recapacitar sobre el uso que le damos a la energía. Un tema tan fundamental para una sociedad moderna tecnológicamente hablando no puede ser pasado por alto a la ligera, por lo que se deben investigar y desarrollar nuevas formas más eficientes de aprovechar este preciado recurso. Si bien no hace muchos años que hemos comenzado a concienciarnos acerca de este problema, parece lógico repasar la evolución del consumo y obtención de energía en las últimas décadas.

La tendencia al consumo de combustibles fósiles continúa con su imparable ascenso, que comenzó ya en la década de los 80. Al igual que los combustibles fósiles, las energías renovables y la nuclear también siguen aumentando su consumo, aunque a una escala muchísimo menor.

Este crecimiento en el consumo de energía se debe al desarrollo de los países más poderosos económicamente hablando, una vez finalizó la segunda guerra mundial, por lo que se puede establecer una fácil relación entre desarrollo-consumo energético.

El problema que se nos plantea es hasta cuándo vamos a poder sostener este consumo de energía mediante combustibles fósiles y por lo tanto con unas reservas finitas.

Actualmente nos encontramos en el pico de obtención de petróleo. Esto implica, que de aquí en adelante las reservas de petróleo van a comenzar a escasear, alcanzando cotas en las que no se podrá satisfacer la demanda de energía.

Llegado a este punto, nos tenemos que plantear alternativas para evitar este problema e irremediablemente caer en otra crisis de dimensiones descomunales. Debemos ser capaces de autoabastecernos sin depender totalmente de recursos no renovables como pueden ser la energía hidroeléctrica, eólica, solar, etc.

España es un país que depende energéticamente de otros países cercanos, por lo que económicamente vamos a tener un gasto importante en ese sector. Al igual que el resto del mundo, utilizamos en gran medida combustibles fósiles para abastecer nuestras necesidades.

Es por este motivo, por el cual se plantea el estudio que nos concierne. Se pretende dotar de una tecnología moderna y limpia a una vivienda para que su abastecimiento energético no dependa totalmente de fuentes energéticas agotables.



## 1.2 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de este estudio es el abastecimiento energético, la sostenibilidad y eficiencia energética de una vivienda bioclimática unifamiliar con la ayuda de energías limpias y renovables. Se plantea, en este caso, el uso de energía solar y eólica, como fuente de energía limpia y renovable.

Para conseguir un ahorro energético importante, referido a la edificación, se plantean soluciones que reduzcan pérdidas energéticas lo máximo posible, de cara a conseguir una gran eficiencia energética. Esto se conseguirá también con una buena orientación de la vivienda, para aprovechar al máximo los recursos tanto solares como térmicos, etc. Mediante esta planificación se conseguirá reducir la demanda de energía necesaria además de mejorar el confort que se obtendrá dentro de la vivienda.

En un segundo gran apartado, se engloban los cálculos de la demanda energética de la vivienda, que tiene una gran importancia ya que será a partir de la cual se decidan los sistemas de energías renovables para el abastecimiento de la misma. En función de esta demanda se obtendrá una idea general de la autosuficiencia energética de la vivienda gracias a la aportación de energía a través de las energías renovables.

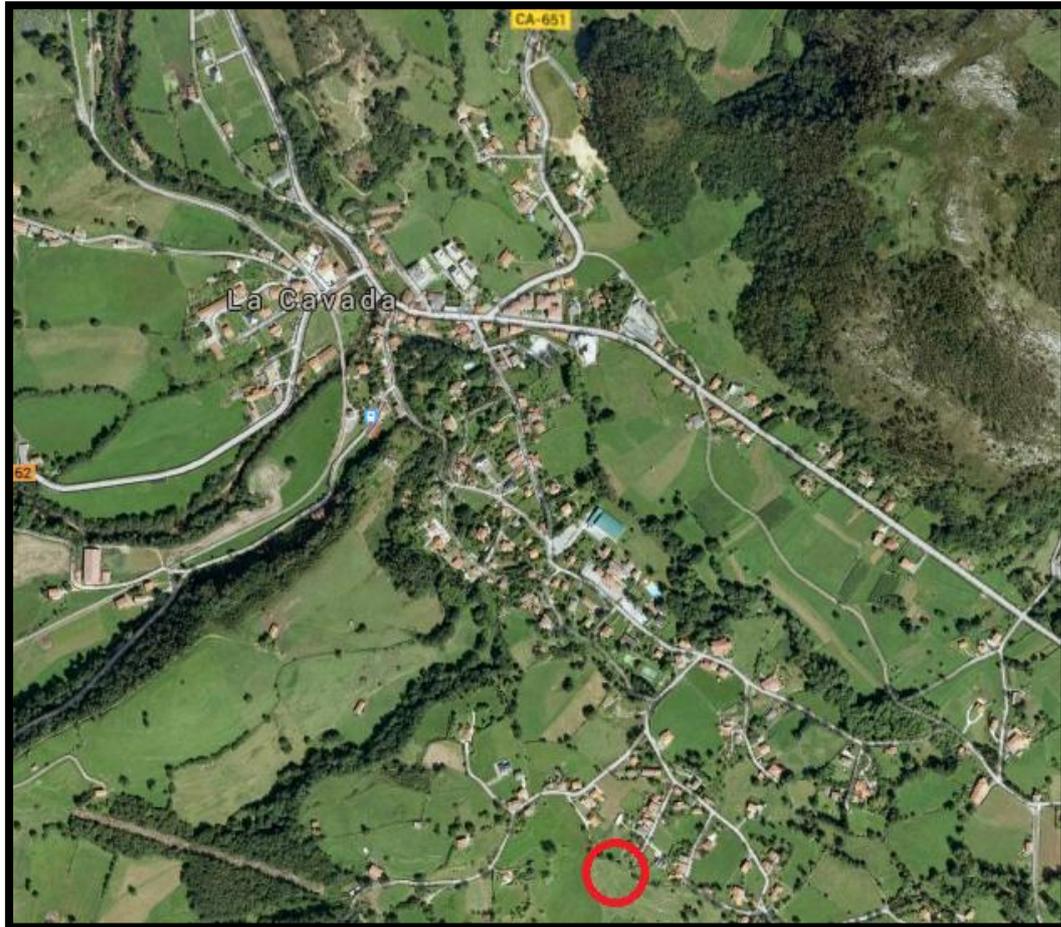
Por último, se plantea llevar a cabo una certificación energética de la vivienda. En función del resultado obtenido en la certificación, se valorarán diferentes mejoras con las que reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## 1.3 LOCALIZACIÓN

La vivienda tratada en este estudio tiene como ubicación prevista el pueblo de La Cavada, perteneciente al ayuntamiento de Riotuerto. Situada a unos 27 km de la capital de Cantabria, Santander, se encuentra emplazada en la parte norte de la península ibérica.

La parcela donde se prevé ubicar la vivienda se encuentra en el barrio de La Lombana, a menos de medio kilómetro del ayuntamiento.

Está garantizado el suministro eléctrico y de agua en la zona así como red telefónica, debido a que existen varias viviendas ya construidas.



#### 1.4 CLIMATOLOGÍA

El clima que predomina en la zona elegida es el CTb, típico de la cornisa cantábrica, templada y húmeda. Esto se debe en gran medida al efecto que produce el mar, suavizando las temperaturas tanto en verano como en invierno. Hay que destacar la presencia de formaciones montañosas en la zona. Por lo tanto podemos afirmar que el clima que afecta a la zona de estudio es un clima **Atlántico templado**, con pluviosidad media y temperaturas constantes todo el año.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Al no existir datos climatológicos de la zona exacta donde se pretende ubicar la vivienda, se tomarán como válidos los obtenidos en la estación meteorológica de la Agencia estatal de Meteorología, concretamente en el centro ubicado en la ciudad de Santander, con coordenadas: Longitud 34,8022° N y Latitud 43,2928°. Concretamente los datos que se van a analizar son las temperaturas medias mínimas y máximas, precipitaciones medias y humedad. Los datos acerca del viento han sido obtenidos a del mapa de vientos que proporciona el IDAE, en cuyo caso si son bastantes representativos ya que han sido obtenidos a escasos kilómetros de la edificación.

#### 1.4.1 Termometría

El mar afecta claramente a las temperaturas, suavizándolas durante todo el año. Esto hace que no se produzcan meses en los que se produzcan temperaturas muy extremas. A continuación se muestra el histórico de temperaturas desde el año 2000 al 2010. Las temperaturas mínimas en invierno no son inferiores a 9°C y en verano no superan los 20°C.

#### 1.4.2 Precipitación

A la vista de los siguientes datos, se puede apreciar que el valor de la precipitación anual oscila entre los 1000 mm y los 1100 mm. A partir de la tabla se puede observar algo obvio también, como es la distribución de las lluvias a lo largo del año. En el periodo estival es cuando se producen menos precipitaciones mientras que son las estaciones de otoño e invierno cuando se dan grandes precipitaciones. Cabe destacar que en promedio, llueve unos 175 días al año de media.

#### 1.4.3 Humedad

La humedad tiene un valor muy elevado y estable en la comunidad autónoma de Cantabria, rondando el 75% durante gran parte del año. Evidentemente, cuando los vientos tienen una componente Oeste-Norte la humedad adquiere un porcentaje elevado, debido a la procedencia del mar de estos vientos, en cambio cuando el viento tiene componente Sur, la humedad disminuye. La frecuencia con la que ocurre el primero de los dos casos hace que tengamos un valor relativo medio tan elevado.

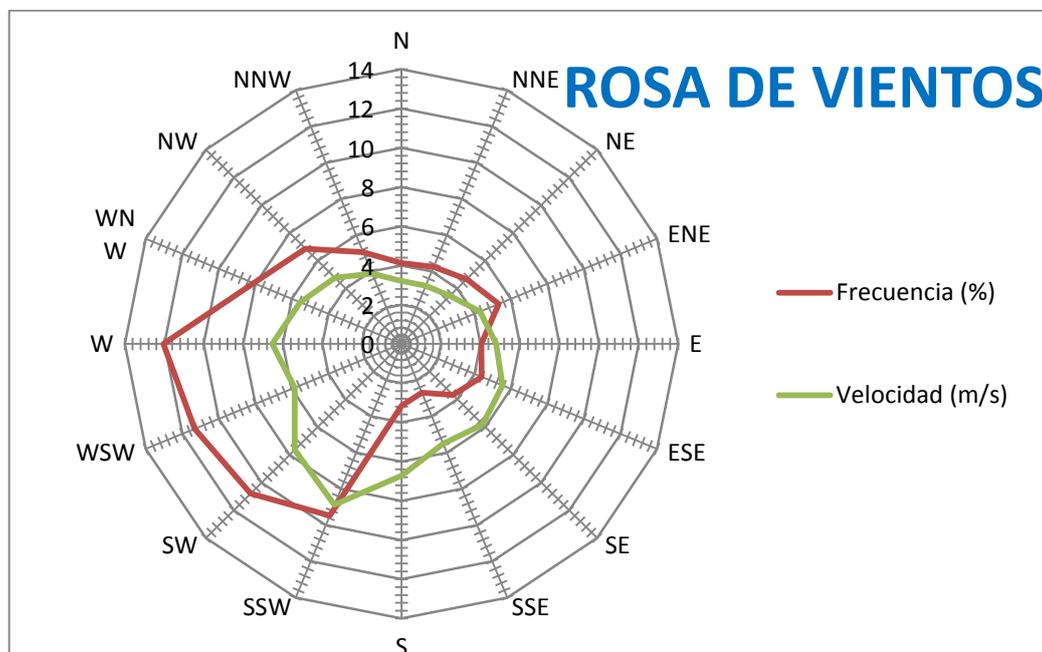


ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

#### 1.4.4 Vientos

Los vientos de componente Oeste y Sur-Suroeste son los más habituales en esta zona, con una probabilidad que ronda el 12% y 10% respectivamente.

La fuerza de estos vientos, como cabe esperar, es mayor cuando soplan del Sur-Suroeste llegando a alcanzar velocidades de 9 m/s, como se puede apreciar en la rosa de vientos. La velocidad más frecuente que será de componente Oeste y Suroeste ronda los 6 m/s.



#### 1.4.5 Otros fenómenos climatológicos

La probabilidad anual de nieve es de 5,09 días al año, el cual es un valor bastante bajo. Dichas precipitaciones en forma de nieve se produjeron en los meses invernales, de Diciembre a Marzo.

La formación de escarcha es otro posible problema a tener en cuenta. En este caso, la probabilidad de ocurrencia sólo llega a 0,82 días al año y suelen presentarse en los meses de Diciembre, Enero y Marzo.



Por último, cabe destacar la probabilidad de tormentas, que se producen unos 22 días al año, dándose con más frecuencia en los meses del verano aunque de forma relativamente continua a lo largo de todo año.

## 1.5 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Dadas las condiciones del estudio, no se requiere una gran precisión en la topografía, por lo tanto se ha tomado como opción válida la no realización de un levantamiento topográfico a pie de campo. Como alternativa, se ha decidido utilizar una base topográfica armonizada de escala 1/5000 sobre vuelo fotogramétrico realizado en el año 2007 a partir de la cual se han interpolado las curvas de nivel para obtener una equidistancia de 1 metro en lugar de los 5 metros convencionales de una escala 1/5000.

Este procedimiento se ha realizado con la ayuda de un programa de dibujo asistido por ordenador, en este caso AutoCAD, tratando de mantener el terreno lo más acorde posible con la realidad para que pueda darnos una idea bastante fiel de las condiciones reales del mismo. Así pues, se ha delimitado posteriormente la parcela de terreno donde se pretende ubicar la vivienda bioclimática unifamiliar.

## 1.6 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Para la realización de este anejo, se utilizará información obtenida a partir del mapa geológico de España del IGME, concretamente de la hoja Nº 35, ya que es la que incluye la parcela elegida para el emplazamiento de la vivienda.

En esta hoja se puede apreciar un relieve en general bastante suave, aunque cabe destacar macizos como el de Peña Cabarga que alcanzan los 568 m. En general, la altitud ronda los 300 metros de media. Si nos centramos en los recursos fluviales, el más destacado de la hoja y también de nuestra zona afectada, es el río Miera, con una orientación N-S, que cuenta con un cauce bastante accidentado debido al relieve de las zonas por las que discurre. Los núcleos de población más importantes se sitúan alrededor de la bahía de Santander, Maliaño, El Astillero, Guarnizo, Pedreña y Somo; en el interior destacan Solares, Beranga, Solórzano y Ajo.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Desde el punto de vista estructural, la Hoja se caracteriza por una intensa tectónica de fracturación, de clara influencia diapírica, que corta y compartimenta las estructuras del plegamiento.

## 1.7 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

### 1.7.1 Hidrología

El río Miera es el cauce fluvial más importante de la zona, así como uno de los más relevantes de Cantabria. Pasando por La Cavada, antes de llegar a la ría de Cubas para posteriormente desembocar en la Bahía de Santander

Si nos centramos en la zona donde se plantea la ubicación de la vivienda bioclimática, el cauce más cercano sería el arroyo de Somafuentes. Debido a la situación del mismo respecto de la finca, no supone un problema a tener en cuenta, debido a la significativa distancia entre ambos puntos, así como el desnivel existente entre los mismos.

### 1.7.2 Hidrogeología

Los materiales que afloran en la zona corresponden al Trías (arcillas y yesos de diapiros), al Jurásico (calizas con intercalaciones margosas) y, fundamentalmente, al Cretácico, cuyas calizas, con potencia de hasta 1.500 m, muy fisuradas y karstificadas, constituyen el acuífero principal.

El sistema, en el que se distinguen las subunidades de Alisas-Ramales y de Ajo, se recarga por infiltración de agua de lluvia a través de los afloramientos calizos, por percolación desde algunos tramos de recubrimiento y por la filtración de aguas superficiales de los ríos que atraviesan el sistema a través de sumideros de sus cauces por los que, en ocasiones, desaparece la totalidad del agua circulante.



## 1.8 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El tipo de edificio que se plantea es una vivienda unifamiliar de 2 plantas, que consta de un garaje con capacidad para 2 vehículos, así como una terraza en su planta superior. La casa tiene una superficie total de 300 m<sup>2</sup> de los cuales se distribuyen 286 m<sup>2</sup> como habitables, siendo la superficie de la terraza de 24 m<sup>2</sup>. La orientación de la construcción será hacia el sur, de manera que se pueda aprovechar al máximo posible la luz natural que proporciona el sol durante el día. Se prevé una ocupación del 100% durante todo el año, ya que se trata de una vivienda habitual.

Se ha considerado como posible repartición de la vivienda, la siguiente. Planta baja formada por el garaje, baño, cocina y gran salón a los cuales se accede desde un amplio hall de entrada. En la segunda planta encontraremos 2 dormitorios, un baño principal y una terraza.

Como sistemas integrales de eficiencia energética, se plantea la instalación de calefacción de suelo radiante, apoyada por una caldera de condensación.

La producción de ACS (agua caliente sanitaria) se llevará a cabo con equipo de energía solar térmica forzada que dispone de un acumulador propio, sistema hidráulico, regulación y vaso de expansión, apoyado por la caldera de condensación.

El abastecimiento eléctrico se llevará a cabo a través de la red eléctrica convencional. Así mismo, se plantea la instalación de un pequeño aerogenerador que sirva de apoyo para a la red convencional.

La iluminación de la vivienda se realizará con iluminación LED regulable, para lograr un considerable ahorro energético y un funcionamiento adecuado en función de la luz requerida.

Las instalaciones auxiliares que se necesitarán para abastecer a la vivienda se situarán en el garaje mientras que los captadores solares se instalarán en la cubierta de la casa.



## 1.9 DEMANDA ELÉCTRICA Y TÉRMICA

### 1.9.1 Demanda eléctrica

Para el suministro eléctrico de la vivienda se plantea como principal fuente de energía la red eléctrica apoyada por un aerogenerador que se situará en el terreno donde se ubicará la vivienda. Se ha optado por esta opción ya que la energía eólica es una energía limpia y dadas las condiciones del emplazamiento es una alternativa viable.

#### 1.9.1.1 Iluminación

En esta tabla resumen se puede comprobar el consumo de energía que se produce por iluminación, teniendo unos valores de **2048 Wh/día** en los meses invernales y 1546,3 Wh/día en los estivales.

#### 1.9.1.2 Electrodomésticos

Obtenemos por tanto el consumo anual de electrodomésticos cuyo valor es de **3211,3 kWh/año**.

#### 1.9.1.3 Sistemas auxiliares

Los consumos que se plantean en este apartado serán los producidos por la bomba del sistema térmico solar y el consumo de la caldera de condensación.

Se tiene por tanto un consumo total de **363 kWh/año** de los servicios auxiliares.

En conclusión, la vivienda tiene un **consumo anual total de 4230,6 kWh**.

### 1.9.2 Potencia punta

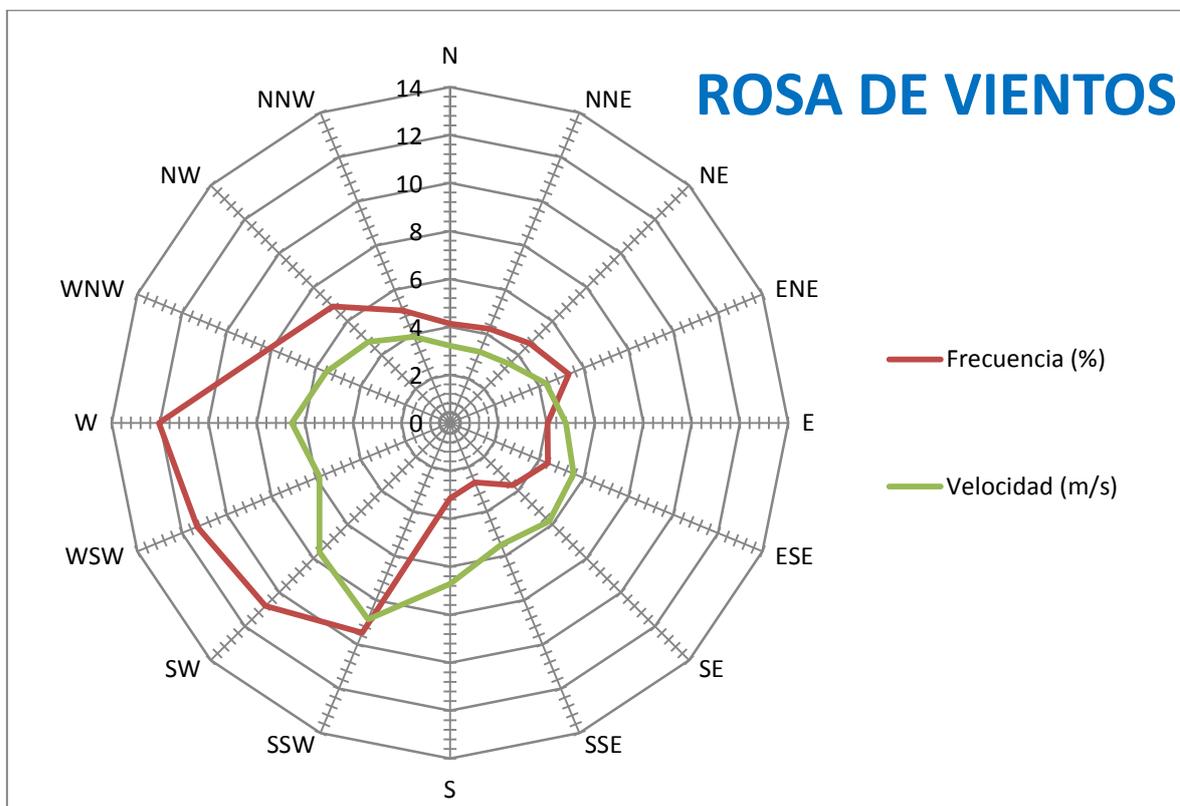
Otro factor a tener en cuenta, será la potencia punta de toda la instalación eléctrica, de manera que se pueda satisfacer en todo momento la demanda exigida. A partir de la suma de todas las potencias en un instante dado, se obtendrá la potencia pico necesaria para nuestra vivienda en ese momento. En la siguiente tabla se muestran los consumos acumulados de todos los aparatos eléctricos y el periodo del día en que se dan lugar.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

A la vista de los datos obtenidos, el periodo de tiempo en el que se producirá la máxima demanda de potencia será, como es lógico, por la noche. Esto se debe a la falta de iluminación, además de ser el periodo en el que por norma general cualquier familia disfruta de las comodidades y dispositivos de su hogar. Tenemos una potencia pico de **18,1 KW** que deberá ser abastecida por el sistema eléctrico de la vivienda.

### 1.9.2 Cobertura energía eólica



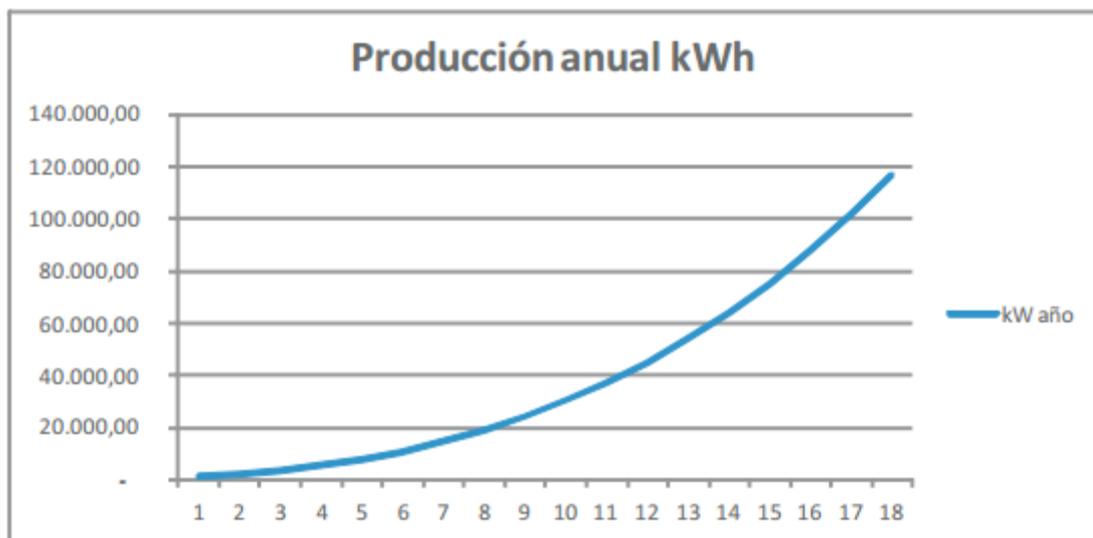
Los vientos que se dará con más frecuencia en nuestro terreno serán los comprendidos entre W y SSW con unas velocidades aproximadas de 6 m/s y con una frecuencia aproximada del 33%.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 1.9.3 Selección del aerogenerador

Para la selección del aerogenerador se ha seguido un criterio meramente personal, aunque se han tenido en cuenta ciertas condiciones de la zona como las zonas de arboledas cercanas a la finca. Se ha elegido un aerogenerador de eje horizontal, de manera que se puedan adaptar a la zona de árboles situada en la parte posterior a su ubicación. El modelo será el aerogenerador **Windon** en su versión de 10 KW de potencia nominal, que se alcanza a una velocidad de 10 m/s y cuenta con inversor.



A partir de nuestra velocidad aproximada de 6 m/s se obtiene una energía de unos 15000 kWh que son superiores al consumo anual de la casa **4230,6 kWh** por lo que el abastecimiento está garantizado. Sin embargo, el pico de potencia de **18,1 KW** no sería cubierto solamente con el aerogenerador, por lo que habría que usar la conexión a la red eléctrica general de la vivienda.



### 1.9.2 Demanda térmica

La solución que se propone es un sistema de producción solar con acumulación y apoyo individual, que se realizará con una caldera de condensación. El sistema hidráulico así como el acumulador se emplazarán en el garaje, con el objetivo de facilitar las posibles revisiones y/o reparaciones que sean necesarias.

Se plantea una ocupación del 100% durante todo el año, ya que se trata de una vivienda habitual y uso permanente. Como se ha mencionado anteriormente, la instalación del sistema solar térmico para el suministro de agua caliente sanitaria se realizará con un sistema solar tipo forzado y cerrado basado en un captador solar y un depósito de acumulación, el cual se encargará de recibir la radiación solar para posteriormente transformarla en calor con el que calentar el agua.

Como alternativa a la ausencia de energía solar, se plantea un apoyo del sistema que se llevará a cabo mediante una caldera de condensación y será individual, cuya temperatura de preparación será de 45 °C, para evitar posibles problemas con la legionella.

En cuanto al sistema acumulación, estará constituido por un depósito de acumulación JUNKERS, modelo SK-5ZB vertical de 200 litros de acero esmaltado, para almacenar el agua caliente sanitaria hasta su consumo. El sistema auxiliar está diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar y sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

El sistema de impulsión del sistema solar térmico se llevará a cabo gracias a un grupo de bombeo denominado AGS 5 E de JUNKERS.

El dimensionado básico de la instalación, siguiendo el criterio del CTE, se ha realizado de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %, por lo que no es de aplicación ninguna de las soluciones propuestas en el apartado 2.1.4 del propio CTE.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 1.9.2.1. Cálculo de la demanda

No se han considerado otro tipo de pérdidas destacables a la hora del cálculo de la demanda, por lo que se puede llegar a la conclusión siguiente de que el consumo diario será el más adecuado para el dimensionamiento de la instalación. Tampoco existe ningún tipo de ordenanza municipal que regule el uso de agua y que pueda influir en el dimensionamiento de la instalación. Por lo tanto, el consumo diario de ACS que obtenemos es de **175 litros/día**.

Por lo tanto,, se llega a la conclusión de que la demanda anual total de ACS será de **8754,6 MJ**.

### 1.9.2.2 Radiación solar en la superficie del captador

La obtención de datos de la radiación incidente en la superficie de los captadores se ha obtenido a partir de los datos facilitados en el del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar de Baja Temperatura del IDAE. La inclinación del captador es de 45° y su orientación Sur.

Energía irradiada en captadores				
Mes	Días	Energía horiz. MJ	Factor corrector	Energía inclin. MJ
ENE	31	348,8	1,45	505,7
FEB	28	466,2	1,33	620,0
MAR	31	767,3	1,19	913,0
ABR	30	877,5	1,05	921,4
MAY	31	1123,0	0,95	1066,8
JUN	30	1147,5	0,91	1044,2
JUL	31	1283,4	0,95	1219,2
AGO	31	1081,1	1,06	1146,0
SEP	30	877,5	1,24	1088,1
OCT	31	662,6	1,45	960,8
NOV	30	391,5	1,59	622,5
DIC	31	313,9	1,57	492,8
<b>TOTAL</b>	<b>365</b>	<b>9340,2</b>	<b>-</b>	<b>10600,6</b>

La **energía total irradiada** que se obtiene en los captadores son **11600,6 MJ**



### 1.9.2.3 Captador solar

El captador solar plano utilizado será el JUNKERS FKT-1 W, con 2,25 m<sup>2</sup> de superficie útil, rendimiento óptico del 81,1% y coeficiente de pérdidas 3,653 W/m<sup>2</sup>·°C. La presión máxima de trabajo será de 10 bar.

### 1.9.2.4 Contribución solar mínima

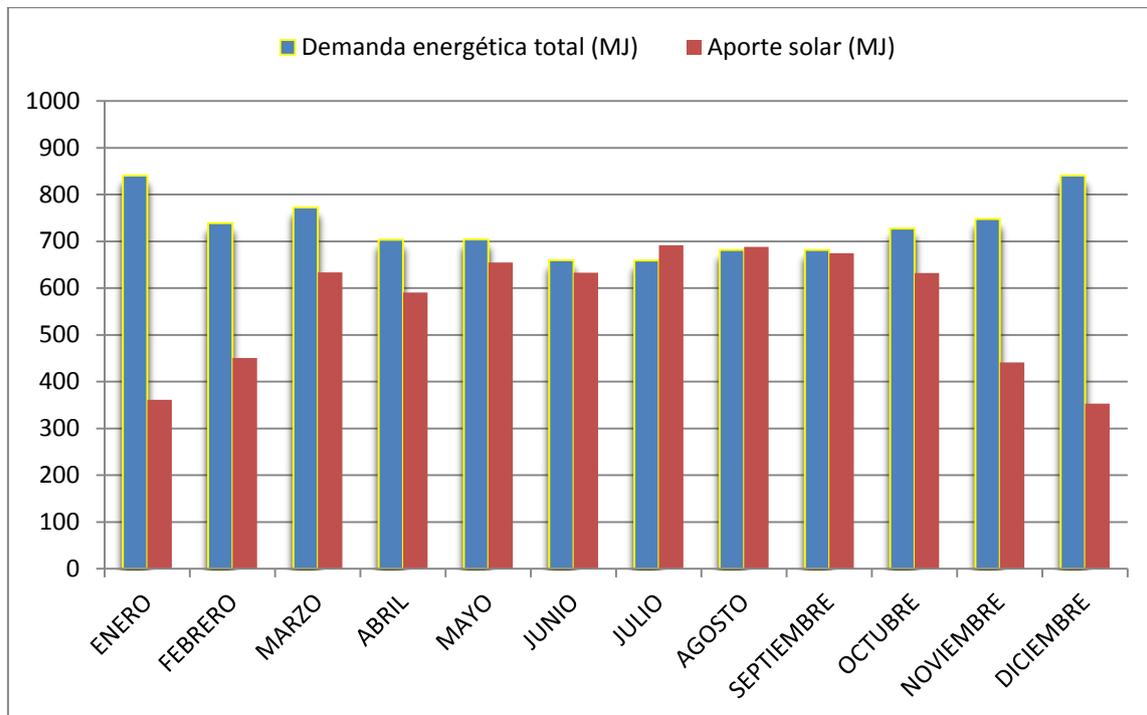
La comunidad autónoma de Cantabria, tal y como se observa en la figura anterior se encuentra dentro de la zona climática I, por lo que la contribución solar mínima será del 30 %.

Siguiendo el método F-Chart, se han calculado los distintos parámetros que nos servirán para dimensionar finalmente la instalación de paneles solares. Como ayuda para el cálculo, se ha utilizado una aplicación web gratuita y facilitada por la web [www.censolar.es](http://www.censolar.es) de la que se obtienen datos tales como el porcentaje de utilización anual, el número de captadores y la fracción solar mensual.

	Resultados método F-chart
Número de captadores	2
Modelo del captador	FKT-1 W
Área del captador (m2)	2,25
Acumulación/área de captación (l/m2)	200
Contribución solar anual (%)	78%
Algún mes con CS > 110 %	NO
Más de 3 meses con CS > 100 %	NO
Rendimiento medio anual (%)	64%



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA



#### 1.9.2.5 Cálculo de la energía necesaria para calentar el depósito de ACS

En caso de que la contribución solar sea insuficiente o en caso de una posible avería, se calculará la energía necesaria para calentar el depósito de acumulación de 200 litros para ACS. Se necesitan 8,14 kWh y deberán ser suministrados por la caldera.

#### 1.9.2.6 Demanda térmica de calefacción

Se obtiene una carga total simultánea de **18170,2 W** a partir de la cual se seleccionará la caldera de condensación más adecuada.

Teniendo en cuenta que nuestra demanda térmica es de 18,1 KW será necesario considerar una serie de pérdidas en concepto de distribución, en este caso 20%. Por lo que  $18,1 \times 1,2 = 21,72 \text{ KW}$ .

Además, aplicando el rendimiento nominal de la caldera 109,2% y 97,7% a carga parcial, por lo que aplicando el valor más restrictivo para estar del lado de la seguridad tenemos que  $21,72 / 0,977 = 22,23 \text{ KW}$



### 1.10 LEGISLACIÓN

En el estudio de este trabajo se ha empleado normativa de carácter general de Ordenación de la Edificación, así como las disposiciones legislativas correspondientes. Basando el trabajo en las exigencias establecidas por el Código Técnico de la Edificación CTE, mas concretamente en el Documento Básico HE de Ahorro de Energía junto con los Documentos de Apoyo DB HE-2013.

### 1.13 CONCLUSIÓN

El principal motivo de este estudio era dimensionar una vivienda unifamiliar moderna y eficiente energéticamente hablando, lo que se ha conseguido gracias a la introducción de instalaciones que se apoyan en energías renovables.

El aerogenerador elegido, en este caso de la marca **WINDON** en su modelo de **10 KW**, satisface de manera holgada la demanda eléctrica de todas las instalaciones de la vivienda unifamiliar, que tiene un valor de 4230,6 KWh, mientras que nuestro aerogenerador puede generar más de 15000 Kwh. Sin embargo, nuestro aerogenerador presenta problemas a la hora de cubrir la potencia punta que puede llegar a darse en la vivienda, que tiene un valor de 18,1 KW. Para solventar este problema, tal y como se ha comentado previamente, la vivienda estará conectada a la red eléctrica convencional, por lo que se evita así la dependencia energética total respecto del aerogenerador, ya sea por avería, falta de viento o exceso de potencia simultánea como se ha mencionado.

Por otro lado, la demanda térmica de calefacción y ACS ha sido dimensionada para ser cubierta en gran medida por el sistema solar térmico formado por los 2 colectores **JUNKERS** de modelo **FKT-1 W** , pero apoyado por la caldera de condensación de bajas emisiones **Themafast Condens F 30** de la marca **Saunier Duval**.

Para finalizar, a la vista de la certificación, se ha logrado el objetivo primordial del estudio, que era diseñar una vivienda bioclimático con unas emisiones muy bajas y un consumo de energía no renovable también muy pequeño.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]	
<p>&lt; 35.8 A 35.8-58.1 B 58.1-90.0 C 90.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G</p>	7.8 A	<p>&lt; 8.1 A 8.1-13.1 B 13.1-20.3 C 20.3-31.1 D 31.1-58.3 E 58.3-73.4 F ≥ 73.4 G</p>	1.6 A



ESCUELA POLITÉCNICA DE MINAS Y ENERGÍA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

## **DOCUMENTO Nº 2 – MEMORIA JUSTIFICATIVA**



## ÍNDICE MEMORIA JUSTIFICATIVA

2.1 Introducción.....	24
2.2 Objeto del estudio.....	29
2.3 Localización.....	31
2.4 Climatología.....	34
2.5 Cartografía y topografía.....	46
2.6 Geología y geotecnia.....	51
2.7 Hidrología e Hidrogeología.....	57
2.8 Descripción del edificio.....	61
2.9 Demanda eléctrica y térmica.....	64
2.10 Legislación.....	93
2.11 Certificación energética.....	95
2.12 Mejoras planteadas.....	101
2.13 Conclusión.....	105



## 1. INTRODUCCIÓN

La situación económica que atravesamos nos obliga a recapacitar sobre el uso que le damos a la energía. Un tema tan fundamental para una sociedad moderna tecnológicamente hablando no puede ser pasado por alto a la ligera, por lo que se deben investigar y desarrollar nuevas formas más eficientes de aprovechar este preciado recurso. Si bien no hace muchos años que hemos comenzado a concienciarnos acerca de este problema, parece lógico repasar la evolución del consumo y obtención de energía en las últimas décadas.

### 1.1 Evolución del consumo energético mundial

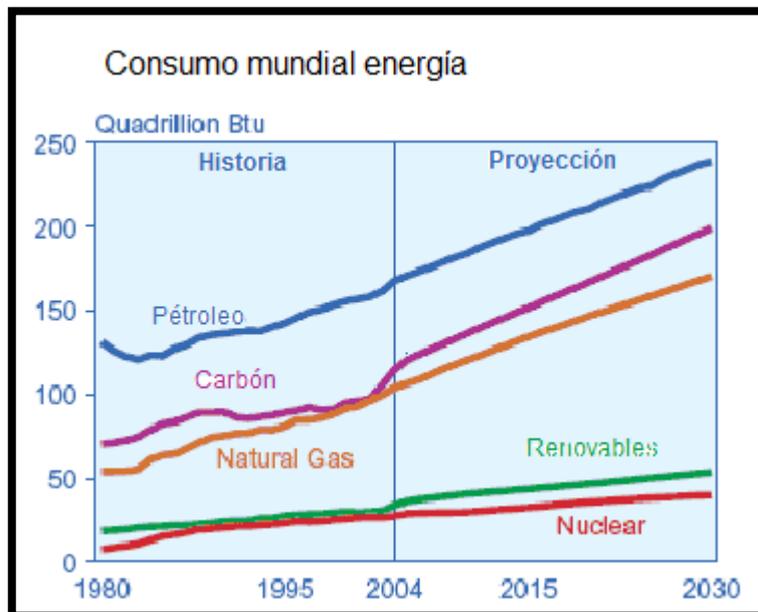


Imagen 1. Evolución consumo energía mundial.  
([www.energiasrenovables.ciemat.es](http://www.energiasrenovables.ciemat.es))

Como se puede observar en el gráfico anterior, la tendencia al consumo de combustibles fósiles continúa con su imparable ascenso, que comenzó ya en la década de los 80. Al igual que los combustibles fósiles, las energías renovables y la nuclear también siguen aumentando su consumo, aunque a una escala muchísimo menor.

Este crecimiento en el consumo de energía se debe al desarrollo de los países más poderosos económicamente hablando, una vez finalizó la segunda guerra



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

mundial, por lo que se puede establecer una fácil relación entre desarrollo-consumo energético.

El problema que se nos plantea es hasta cuándo vamos a poder sostener este consumo de energía mediante combustibles fósiles y por lo tanto con unas reservas finitas.

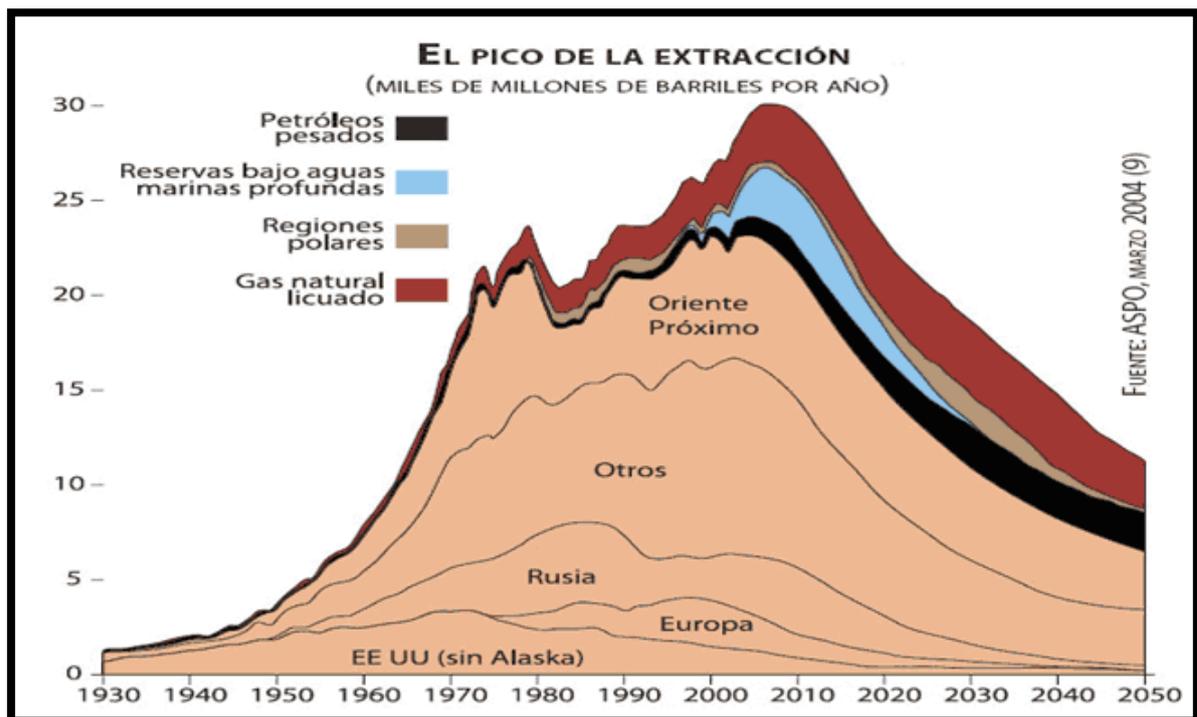


Imagen 2. Pico de extracción de barriles de petróleo. ([www.peakoil.net](http://www.peakoil.net))

Analizando el siguiente gráfico, podemos comprobar que actualmente nos encontramos en el pico de obtención de petróleo. Esto implica, que de aquí en adelante las reservas de petróleo van a comenzar a escasear, alcanzando cotas en las que no se podrá satisfacer la demanda de energía.

Llegado a este punto, nos tenemos que plantear alternativas para evitar este problema e irremediamente caer en otra crisis de dimensiones descomunales. Debemos ser capaces de autoabastecernos sin depender totalmente de recursos no renovables como pueden ser la energía hidroeléctrica, eólica, solar, etc.



Veamos ahora datos de producción mundial eléctrica.

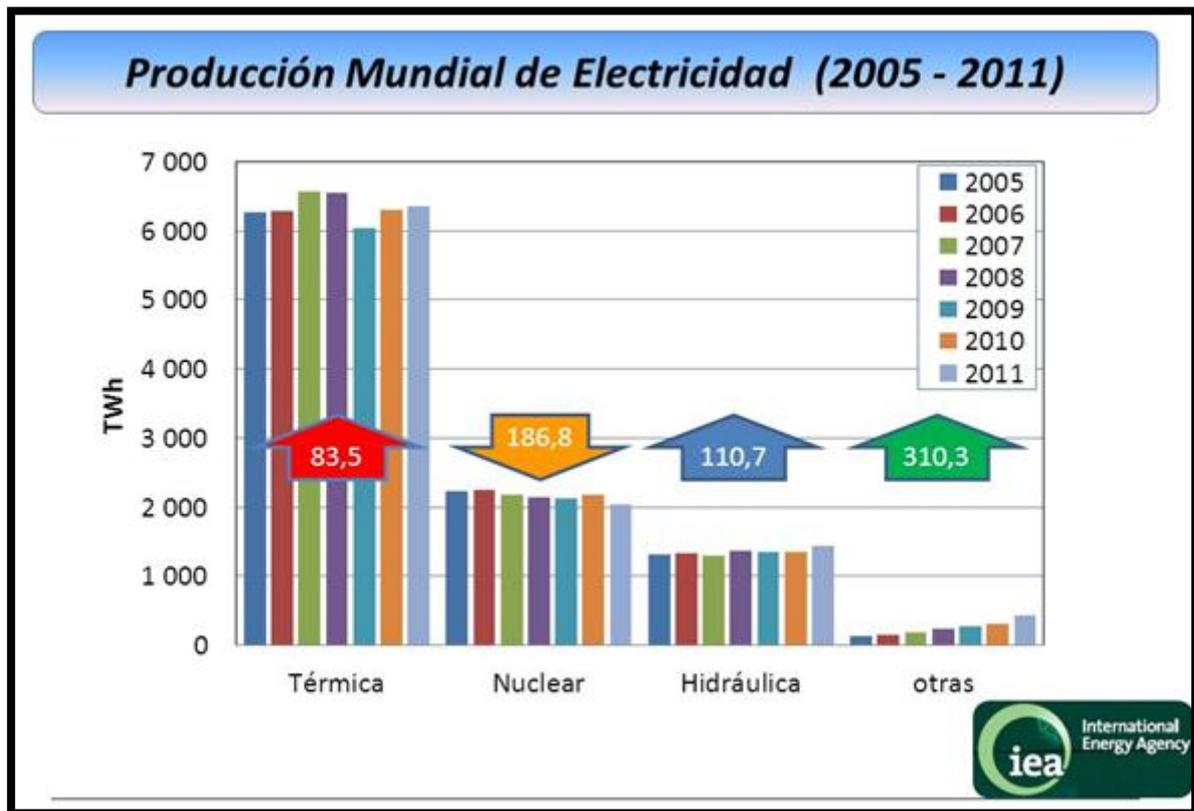


Imagen 3. Producción mundial de electricidad. (International Energy Agency)

Como se puede observar, la energía térmica es claramente la mayor fuente de producción eléctrica mundial. Esto nos da una idea de la enorme dependencia que tenemos actualmente de los combustibles fósiles y que de no reaccionar a la mayor brevedad posible, tendremos serios problemas de abastecimiento. También es destacable la producción energética nuclear, una fuente de energía que aunque económicamente hablando tenga el precio más bajo en cuanto a generación de energía kWh (al contrario que su elevado coste de inversión inicial) genera bastante controversia en la sociedad. En estos momentos se encuentra en una fase de uso decreciente. Sin embargo, se puede observar un aumento importante en la energía obtenida por centrales hidroeléctricas y otras fuentes como pueden ser las energías renovables.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Este último es el camino que debe seguir una sociedad moderna, que quiera preservar el medio ambiente y garantizar un futuro sostenible para las generaciones venideras.

### 1.2 La energía en España

Una vez analizada brevemente la situación energética mundial, debemos estudiar la que afecta a nuestro país.

España es un país que depende energéticamente de otros países cercanos, por lo que económicamente vamos a tener un gasto importante en ese sector. Al igual que el resto del mundo, utilizamos en gran medida combustibles fósiles para abastecer nuestras necesidades.

Si estudiamos la producción eléctrica de nuestro país, se observa una tendencia ascendente hasta llegar al año 2007 aproximadamente, año en el que comienza la crisis económica que todavía padecemos y que sin duda alguna afecta al consumo eléctrico.

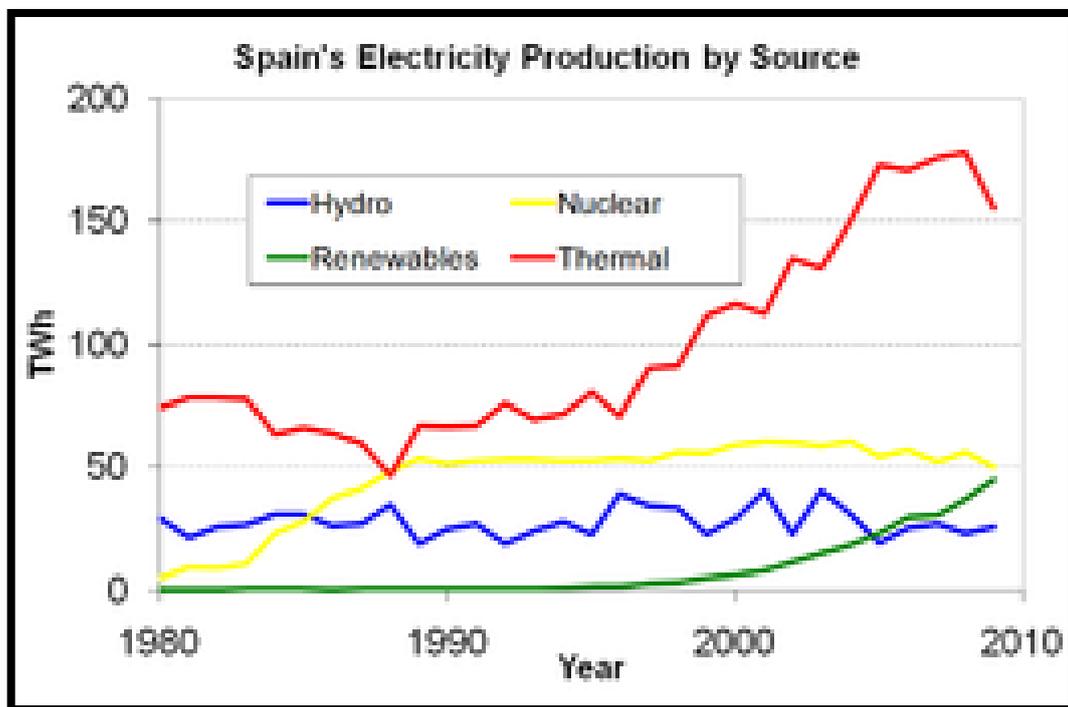


Imagen 4. Producción española de electricidad. ([www.ree.es](http://www.ree.es))



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el gráfico siguiente se muestra la distribución de la demanda energética en la península. Tal y como se puede apreciar, la distribución de energía que proviene de energías renovables es bastante menor que las energías fósiles.



Imagen 5. Cobertura demanda de energía eléctrica en España. ([www.ree.es](http://www.ree.es))

Es por este motivo, por el cual se plantea el estudio que nos concierne. Se pretende dotar de una tecnología moderna y limpia a una vivienda para que su abastecimiento energético no dependa de fuentes energéticas agotables. En los posteriores documentos se tratarán con detalle todas las dificultades técnicas que se presenten así como las soluciones y alternativas planteadas para la realización del estudio, para justificar de una manera adecuada su planteamiento y resolución.



## 2. OBJETO DEL ESTUDIO

Tal y como se comentaba en el anterior apartado, la situación económica que atravesamos es muy delicada. Si además atendemos a razones medio ambientales que nos afectan directamente tales como el calentamiento global o el agotamiento de recursos, se pueden plantear soluciones modernas, innovadoras y respetuosas con el medio como las que propongo en este estudio.

El objeto de este estudio es el abastecimiento energético, la sostenibilidad y eficiencia energética de una vivienda bioclimática unifamiliar con la ayuda de energías que no afecten a la situación medioambiental, además de la realización de la certificación energética de la misma.

Se plantea, en este caso, el uso de energía solar y eólica, como fuentes de energía limpia y renovable.

Como defensa del estudio, se toman como bases el ahorro energético de la vivienda, lo cual nos permitirá tener ciertas ventajas sociales y sobre todo económicas. Por otro lado, es destacable la gran aportación de este tipo de viviendas para la preservación del medio ambiente, limitando la posible contaminación a cantidades ínfimas y el consecuente ahorro de fuentes de recursos no renovables.

Para conseguir un ahorro energético importante, referido a la edificación, se plantean soluciones que reduzcan pérdidas energéticas lo máximo posible, de cara a conseguir una gran eficiencia energética. Esto se conseguirá también con una buena orientación de la vivienda, para aprovechar al máximo los recursos tanto solares como térmicos, etc. Mediante esta planificación se conseguirá reducir la demanda de energía necesaria además de mejorar el confort que se obtendrá dentro de la vivienda.

La estructura del estudio podría dividirse en dos grandes apartados. El primero de ellos estará centrado en todos los aspectos que afectan a la vivienda, tales como su distribución, diseño, técnicas constructivas, etc., de forma que se optimicen al máximo los recursos naturales existentes para conseguir la categoría de vivienda bioclimática.

Dentro de este apartado se incluirán las técnicas constructivas necesarias para conseguir unos aislamientos adecuados con el fin de minimizar las pérdidas de energía, con la resultante reducción de la demanda energética.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

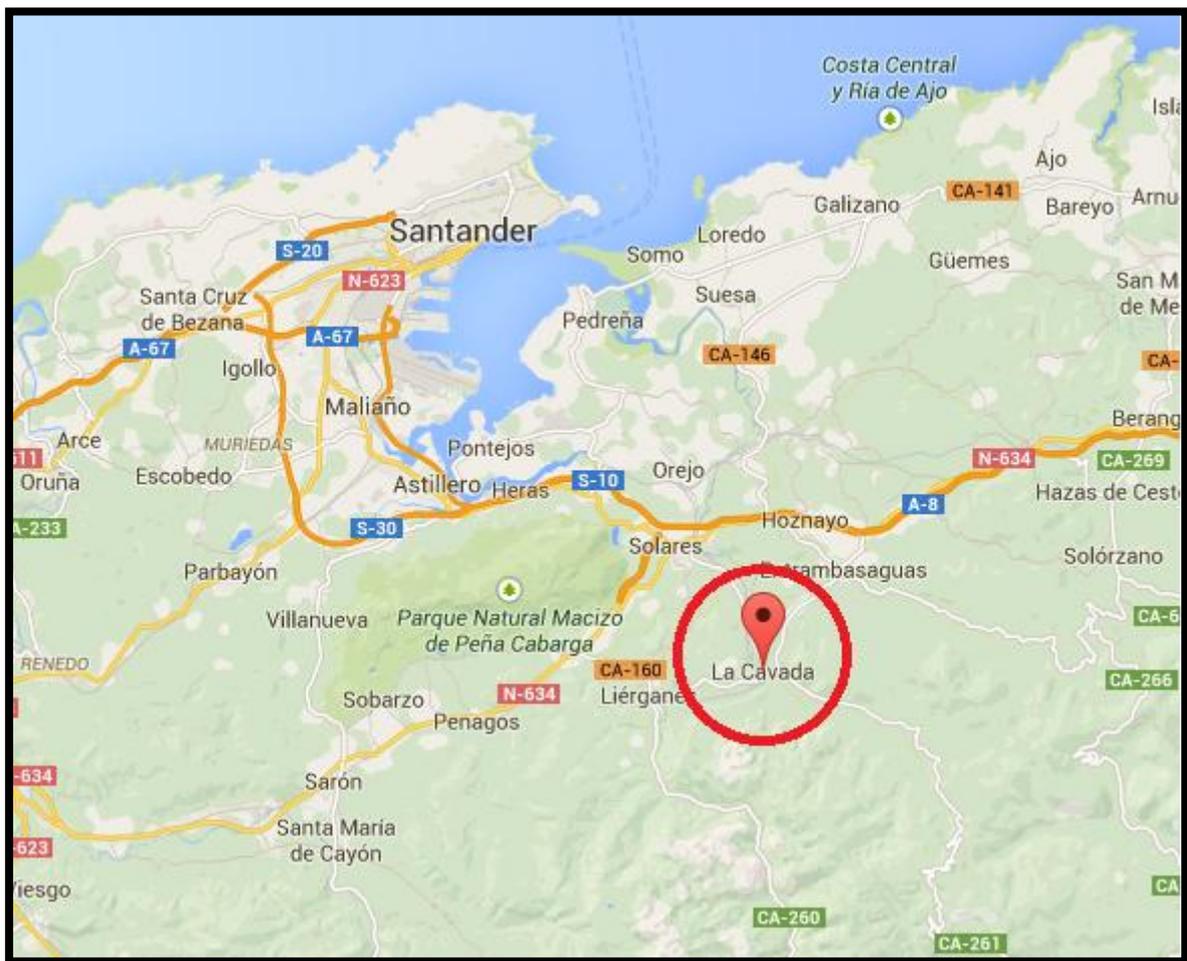
En un segundo gran apartado, se engloban los cálculos de la demanda energética de la vivienda, que tiene una gran importancia ya que será a partir de la cual se decidan los sistemas de energías renovables para el abastecimiento de la misma. En función de esta demanda se obtendrá una idea general de la autosuficiencia energética de la vivienda gracias a la aportación de energía a través de las energías renovables.

Por último, se plantea llevar a cabo una certificación energética de la vivienda. En función del resultado obtenido en la certificación, se valorarán diferentes mejoras con las que reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Una vez elegidas estas medidas de mejora, se detallarán a fondo en su correspondiente apartado.



### 3. LOCALIZACIÓN

La vivienda tratada en este estudio tiene como ubicación prevista el pueblo de La Cavada, perteneciente al ayuntamiento de Riotuerto. Situada a unos 27 km de la capital de Cantabria, Santander, se encuentra emplazada en la parte norte de la península ibérica.



*Imagen 1. Localización general de La cavada. (Google Maps)*

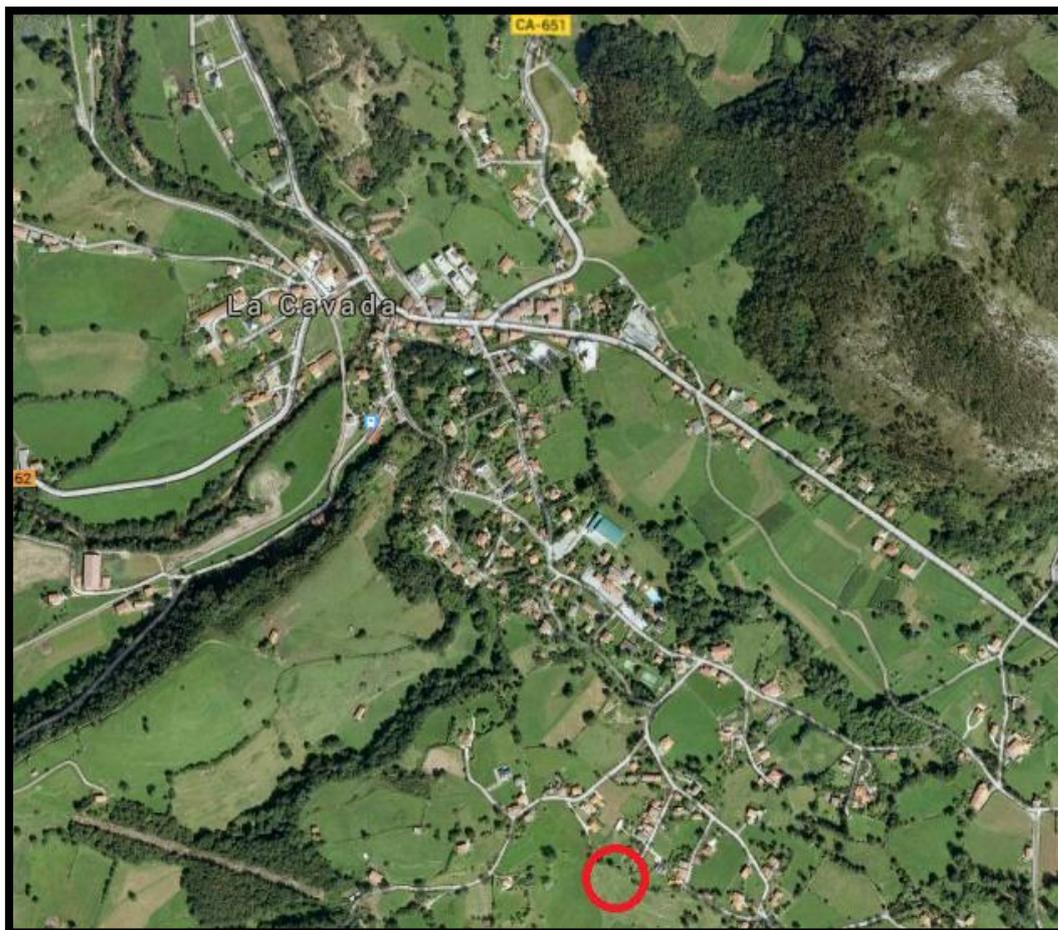


ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

El ayuntamiento de Riotuerto está formado por 5 núcleos de población: Angustina, Barrio de Arriba, La Cavada, Monte y Rucandio. Casi todas estas poblaciones son muy pequeñas y de escasa demografía. La Cavada es el municipio más poblado, con 1033 habitantes según el censo de 2008. El río Miera atraviesa este pequeño pueblo a su paso, dando lugar a un bello paisaje que se puede disfrutar desde el puente que precede a la Portalada de Carlos III, edificio neoclásico que servía de entrada a la Real Fábrica de Cañones, declarada bien de interés cultural en 2004.

Tuvo una gran importancia durante el siglo XVII ya que los cañones construidos aquí se destinaban a la Armada Real, consiguiendo así que se pusieran en marcha los primeros altos hornos de la península.

La parcela donde se prevé ubicar la vivienda se encuentra en el barrio de La Lombana, a menos de medio kilómetro del ayuntamiento.



*Imagen 2. Vista aérea de La Cavada. (Google Maps)*



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

En la anterior captura, se muestra la parcela respecto al centro urbano de La Cavada, así como la carretera que lleva al puerto de Alisas al Este y la que conduce a Liérganes hacia el Oeste.

En la siguiente imagen se ve con más detalle la parcela donde se prevé ubicar la vivienda unifamiliar bioclimática. Tiene dos accesos, una hacia el Oeste y otro más orientado al Noreste.

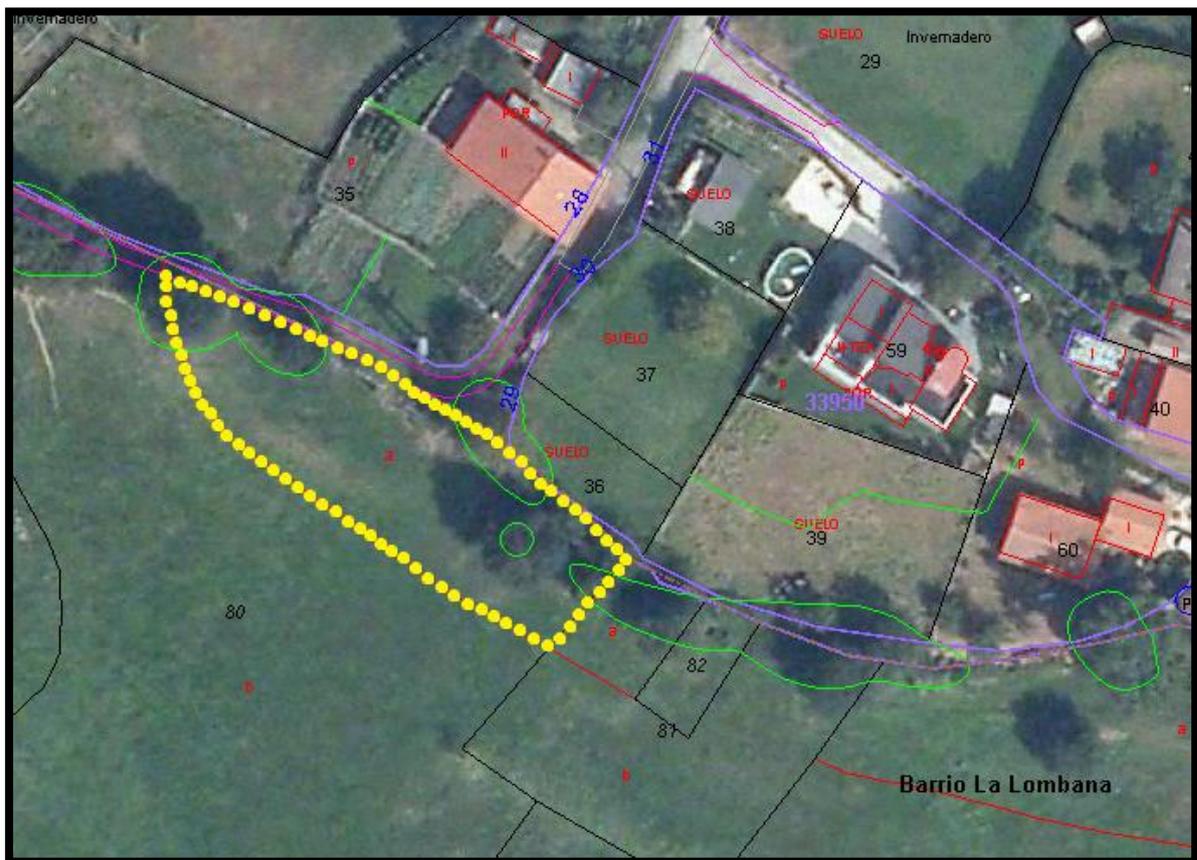


Imagen 3. Vista aérea de la parcela. ([www.Catastro.meh.es](http://www.Catastro.meh.es))

Está garantizado el suministro eléctrico y de agua en la zona así como red telefónica, debido a que existen varias viviendas ya construidas en los alrededores de la ubicación.



## 4. CLIMATOLOGÍA

### 4.1 Introducción

El clima es un factor muy importante de cara a la construcción de cualquier tipo de vivienda, más incluso en el caso que nos concierne, donde cobra una significativa relevancia.

Para comenzar, analizaremos los diferentes tipos de clima existentes y cuál es el que predomina en nuestra localización geográfica.

En 1900, aunque posteriormente fue modificada, un científico ruso de origen alemán estableció una clasificación climática en función de letras que caracterizan el clima en función de las precipitaciones y las temperaturas. Dicha clasificación se muestra en la siguiente tabla.

Clasificación tipo	Nombre	Características generales	Subclasificación
A	Clima tropical húmedo	Temperatura media mensual superior a 18°C	minúsculas: f, m, w s.
B	Clima seco	Considera la temperatura media anual y las precipitaciones medias mensuales	mayúsculas: S, W. minúsculas: h, k.
C	Clima templado	Temperatura media del mes más frío menor de 18 °C y superior a -3 °C	minúsculas: f, w, s, a, b, c, d.
D	Clima continental	Temperatura media mes más frío menos de -3 °C y mes cálido mayor de 10 °C	minúsculas: f, w, s, a, b, c, d.
E	Clima de nieve o polar	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C	mayúsculas; T y F

En el clima Tropical A, la segunda letra se refiere a las precipitaciones:

- f: precipitaciones constantes. Completamente húmedo (fully humid en inglés)
- m: precipitaciones constantes excepto algún mes seco y precipitaciones exageradas en algunos meses.
- w: periodo seco en invierno (winter en alemán)
- s: periodo seco en verano (sommer en alemán)



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el clima Seco B, la segunda letra hace referencia al grado de aridez:

- S: las lluvias medias anuales están entre un 50% y un 100% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro.
- W: las lluvias medias anuales están entre un 0% y un 50% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro.

La tercera letra explica las temperaturas:

- h: temperatura media anual igual o por encima a 18 °C.
- k: temperatura media anual por debajo de 18 °C.

En clima Templado C, en esta clasificación la segunda letra explica el régimen de lluvias:

- f: precipitaciones constantes a lo largo del año, por lo que no podemos hablar de un periodo seco.
- w: el invierno es seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más bajas. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el verano.
- s: el verano es seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más altas. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el invierno.

La tercera letra explica el comportamiento de las temperaturas:

- a: Subtropical. El verano es caluroso pues se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- b: Templado. El verano es suave pues no se alcanzan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- c: Subpolar. El verano es suave pues no se alcanzan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10 °C se dan en menos de cuatro meses al año.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el clima Continental D, en esta clasificación la segunda letra explica el régimen de lluvias:

- f: precipitaciones constantes a lo largo del año, por lo que no podemos hablar de un periodo seco.
- w: el invierno es seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más bajas. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el verano.
- s: el verano es seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más altas. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el invierno.

La tercera letra explica el comportamiento de las temperaturas:

- a: el verano es caluroso pues se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- b: el verano es suave pues no se alcanzan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- c: el verano es suave pues no se alcanzan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10 °C se dan en menos de cuatro meses al año.
- d: el verano es suave pues no se alcanzan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10 °C se dan en menos de cuatro meses al año. El mes más frío tiene una temperatura media inferior a -38 °C.

En el clima Frío E, se distingue entre clima de Tundra (0°C y 10°C en el mes más cálido) y clima Polar (el mes más caluroso no supera los 0 °C). No existe vegetación.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Analicemos ahora la situación climática en nuestro país, España. Como se puede observar en el siguiente mapa, predominan los climas templados en aquellas zonas del norte de la península y cercanas al mar, mientras que en la meseta, el sur, así como en la zona este, se dan climas continentales principalmente secos.

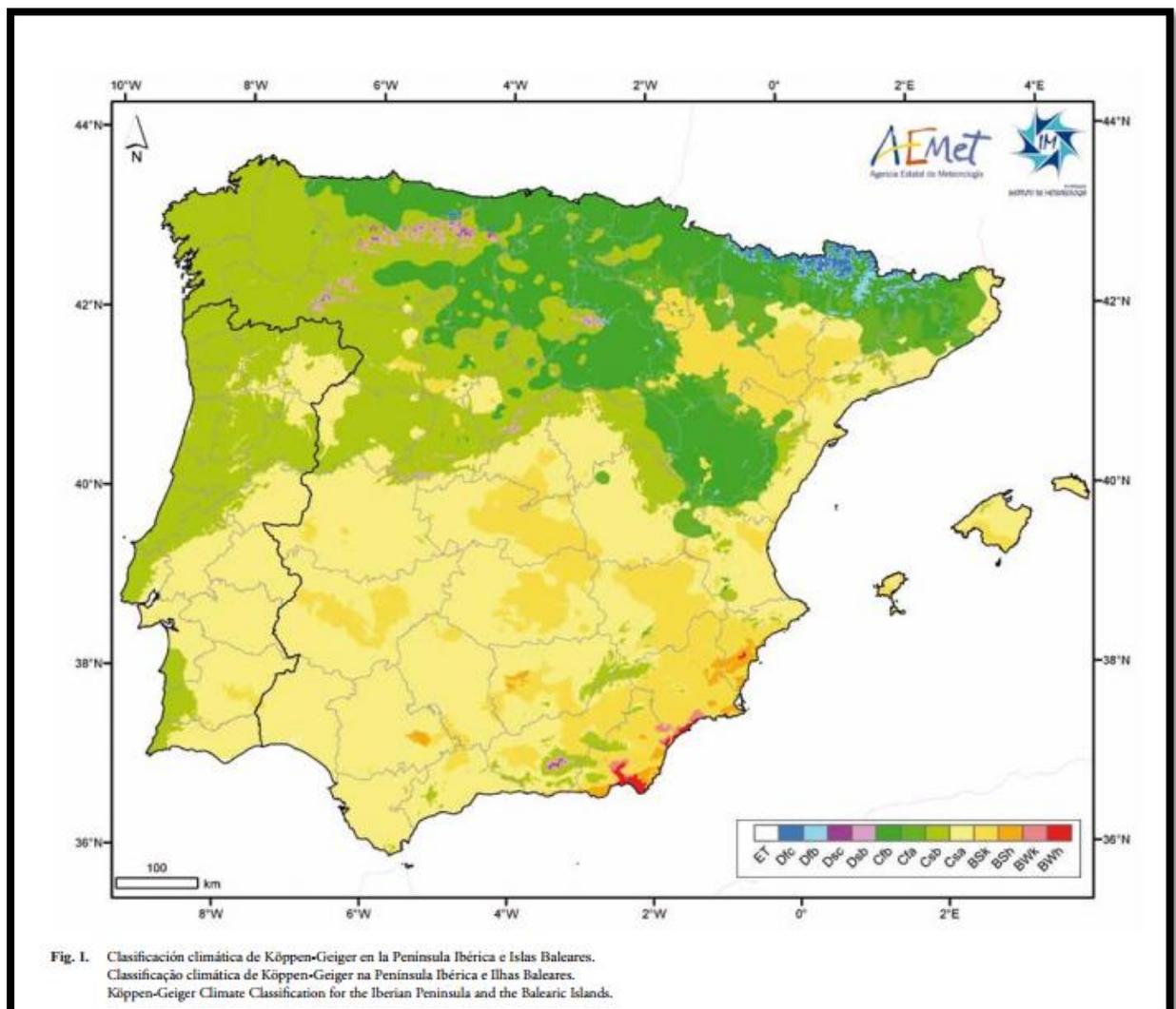


Imagen 1. Mapa climático de España. (AEMET)



## 4.2 Situación en Cantabria

El clima que predomina en la zona elegida es el CTb, típico de la cornisa cantábrica, templada y húmeda. Esto se debe en gran medida al efecto que produce el mar, suavizando las temperaturas tanto en verano como en invierno. Hay que destacar la presencia de formaciones montañosas en la zona. Por lo tanto podemos afirmar que el clima que afecta a la zona de estudio es un clima **Atlántico templado**, con pluviosidad media y temperaturas constantes todo el año.

## 4.3 Parámetros climáticos

Al no existir datos climatológicos de la zona exacta donde se pretende ubicar la vivienda, se tomarán como válidos los obtenidos en la estación meteorológica de la Agencia estatal de Meteorología, concretamente en el centro ubicado en la ciudad de Santander, con coordenadas: Longitud 34,8022° N y Latitud 43,2928°. Concretamente los datos que se van a analizar son las temperaturas medias mínimas y máximas, precipitaciones medias y humedad. Los datos acerca del viento han sido obtenidos a del mapa de vientos que proporciona el IDAE, en cuyo caso si son bastantes representativos ya que han sido obtenidos a escasos kilómetros de la edificación.

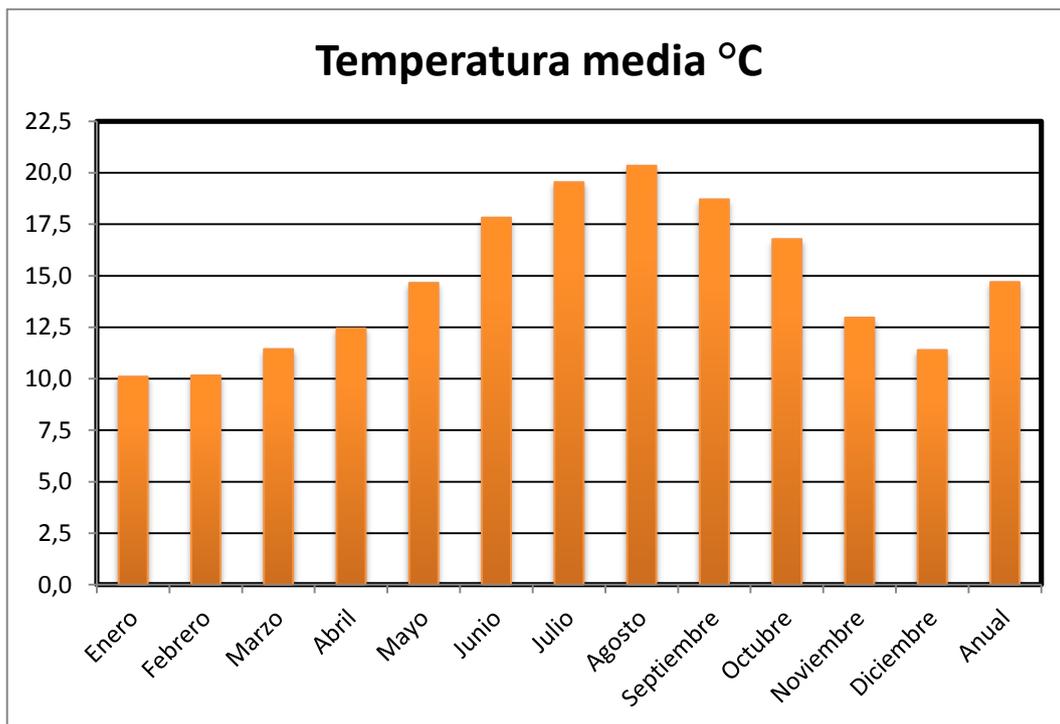
### 4.3.1 Termometría

El mar afecta claramente a las temperaturas, suavizándolas durante todo el año. Esto hace que no se produzcan meses en los que se produzcan temperaturas muy extremas. A continuación se muestra el histórico de temperaturas desde el año 2000 al 2010. Las temperaturas mínimas en invierno no son inferiores a 9°C y en verano no superan los 20°C.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

	Temperatura media											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Periodo
Enero	9,07	10,38	12,29	9,6	11,31	10,17	8,88	11,45	11,63	9,59	9,27	10,33
Febrero	11,47	11,04	12,02	9,98	9,87	7,55	8,38	12,56	12,21	9,22	9,7	10,36
Marzo	10,53	12,36	12,3	13,44	10,03	11,61	13,11	11,1	11,4	10,85	11,64	11,67
Abril	12,68	12,45	12,24	14,04	11,99	12,66	13,15	13,3	12,52	11,89	13,22	12,74
Mayo	15,3	14,91	14,38	14,74	13,7	14,99	15,67	15,3	15,43	14,73	14,32	14,86
Junio	17,58	17,49	16,06	18,93	18,27	18,61	18,19	17,99	17,65	18,21	17,04	17,82
Julio	19,05	19,06	17,95	19,95	19	20,3	21,98	19,07	18,94	19,75	19,87	19,54
Agosto	20,23	20,47	18,74	22,79	20,64	20,02	20,46	19,5	19,9	20,59	20,37	20,34
Septiembre	19,02	18,45	17,81	19,57	19,23	18,56	20,44	17,48	17,97	18,97	18,28	18,71
Octubre	15,44	17,37	16,9	15,3	17,24	18,48	19,16	15,5	15,45	17,4	16,3	16,78
Noviembre	12,85	12,19	13,99	13,89	12,27	12,31	15,42	11,19	11,8	14,51	12,18	12,96
Diciembre	13,68	14,81	13,49	11,25	10,88	9,22	11,25	10,59	9,72	10,8	9,61	11,39
Anual	14,74	15,08	14,85	15,29	14,54	14,54	15,51	14,59	14,55	14,71	14,32	14,79



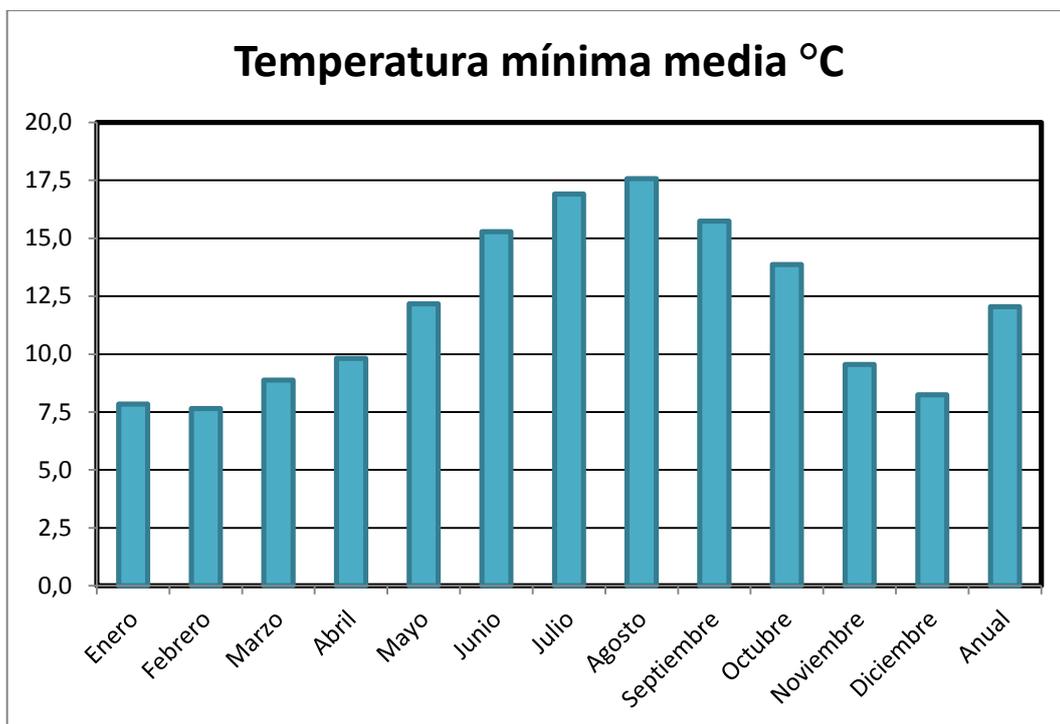
En la anterior gráfica como la temperatura media apenas varía unos 10 °C en invierno y verano, siendo la temperatura media de unos 15 °C aproximadamente.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

A continuación, se analizarán las temperaturas máximas y mínimas media de la provincia.

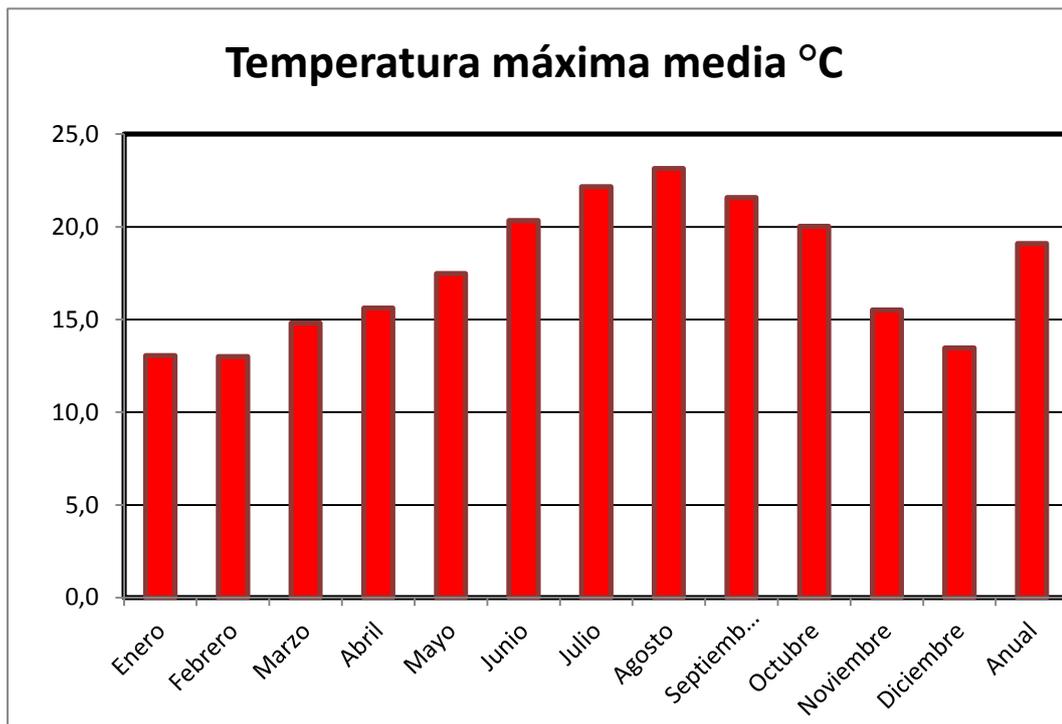
Temperatura mínima media												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Periodo
Enero	6,53	9,17	9,26	6,93	8,77	7,68	6,71	8,86	8,83	6,75	6,77	7,84
Febrero	9,18	7,98	9,52	7,48	7,08	5,11	5,75	9,42	9,33	6,56	6,7	7,65
Marzo	7,96	11,07	9,39	10,37	7,11	8,21	9,87	8,24	8,93	7,98	8,45	8,87
Abril	9,43	9,4	9,4	10,77	9,25	9,71	10,33	10,81	9,66	8,95	10,26	9,82
Mayo	13	11,77	11,28	12,12	11,41	12,28	12,65	12,95	12,66	12,35	11,47	12,18
Junio	14,9	14,93	13,92	16,39	15,73	15,97	15,62	15,08	15,46	15,53	14,56	15,28
Julio	16,74	16,49	15,72	17,47	16,48	17,43	19,04	16,3	16,15	16,88	17,35	16,91
Agosto	17,53	17,95	16,54	19,78	17,69	17,35	17,83	16,81	17,05	17,35	17,46	17,58
Septiembre	16,25	15,01	14,86	16,87	16,38	15,81	17,4	14,32	15,07	16,07	15,03	15,73
Octubre	12,89	15,34	13,96	12,58	14,19	14,9	15,87	13,2	12,43	14,12	13,05	13,87
Noviembre	9,9	9,3	11,36	10,79	10,12	9,6	12,63	0,65	9,78	11,37	9,65	9,56
Diciembre	10,91	6,2	11,01	8,77	8,81	6,83	8,12	7,75	7,45	7,93	6,84	8,24
Anual	12,11	12,08	12,20	12,56	11,93	11,79	12,69	11,88	11,91	11,85	11,50	12,05





ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

	Temperatura máxima media											Periodo
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
<b>Enero</b>	11,6	14,2	15,33	12,27	13,84	12,64	11,07	14,05	14,42	12,42	11,67	13,05
<b>Febrero</b>	13,79	13,21	14,54	12,45	12,67	10	11,01	15,7	15,1	11,9	12,69	13,01
<b>Marzo</b>	13,08	17,31	15,22	16,51	12,97	15,04	16,36	13,97	13,87	13,73	14,82	14,81
<b>Abril</b>	15,95	15,03	15,06	17,32	14,7	15,62	15,95	15,8	15,36	14,82	16,17	15,62
<b>Mayo</b>	17,61	17,28	17,45	17,37	15,98	17,69	18,69	17,67	18,2	17,12	17,16	17,47
<b>Junio</b>	20,25	19,86	18,23	21,46	20,82	21,24	20,77	20,88	19,83	20,86	19,52	20,34
<b>Julio</b>	21,38	21,65	20,2	22,41	21,52	23,18	24,91	21,85	21,7	22,64	22,39	22,17
<b>Agosto</b>	22,93	23,49	20,94	25,81	23,58	22,67	23,09	22,2	22,74	23,82	23,26	23,14
<b>Septiembre</b>	21,78	20,75	20,74	22,29	22,07	21,31	23,49	20,65	20,89	21,85	21,53	21,58
<b>Octubre</b>	17,98	23,25	19,85	18,04	20,25	22,05	22,45	17,81	18,48	20,67	19,57	20,04
<b>Noviembre</b>	15,79	13,79	16,65	17	14,44	14,93	18,2	13,73	13,81	17,65	14,7	15,52
<b>Diciembre</b>	16,42	11,5	15,95	13,75	12,96	11,62	14,38	13,43	11,99	13,67	12,38	13,46
<b>Anual</b>	<b>34,50</b>	<b>17,65</b>	<b>17,53</b>	<b>18,08</b>	<b>17,17</b>	<b>17,38</b>	<b>18,41</b>	<b>17,32</b>	<b>17,21</b>	<b>17,63</b>	<b>17,19</b>	<b>19,10</b>



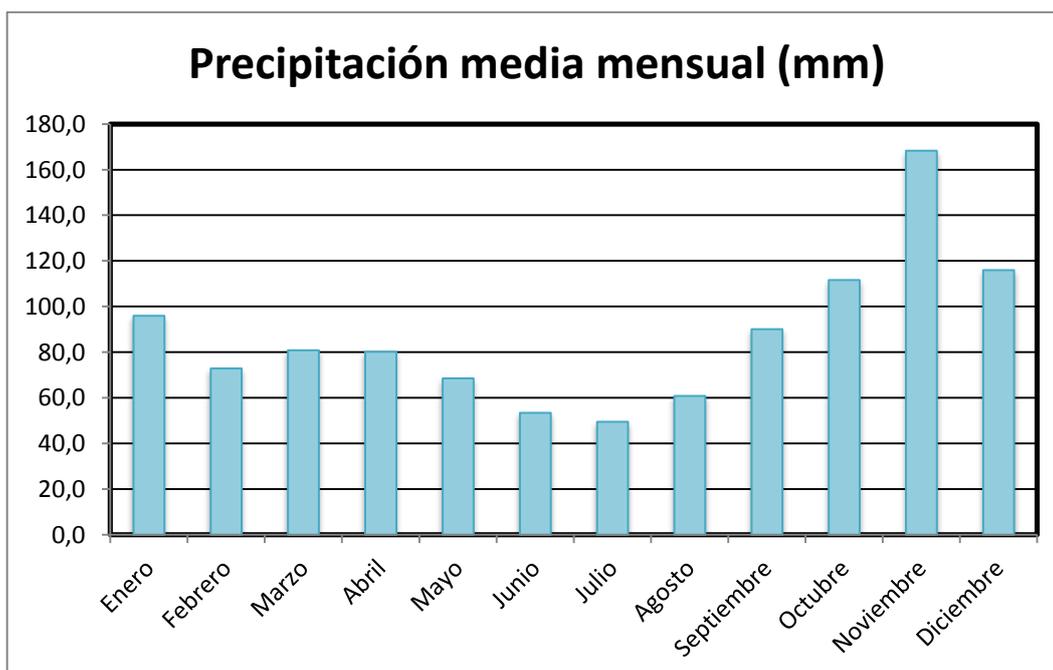


ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.3.2 Pluviometría

A la vista de los siguientes datos, se puede apreciar que el valor de la precipitación anual oscila entre los 1000 mm y los 1100 mm. A partir de la tabla se puede observar algo obvio también, como es la distribución de las lluvias a lo largo del año. En el periodo estival es cuando se producen menos precipitaciones mientras que son las estaciones de otoño e invierno cuando se dan grandes precipitaciones. Cabe destacar que en promedio, llueve unos 175 días al año de media.

Precipitación mensual												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Periodo
<b>Enero</b>	19	114	41,8	151,9	137,4	47,9	103	98,7	47,8	151,9	142,1	95,95
<b>Febrero</b>	33,4	77,5	65,8	76,3	77,2	115,8	97,2	92,4	42,5	92	31,5	72,87
<b>Marzo</b>	100,3	94,1	28,6	43,9	70,8	60,8	65,6	131,1	151,1	87,9	54,9	80,83
<b>Abril</b>	159,7	88,2	91,2	21,9	97,6	111,8	42,3	72,6	91,6	81,2	23,9	80,18
<b>Mayo</b>	32,9	24,8	89,3	47,3	77	45,4	43,6	112,4	152,7	42,7	86	68,55
<b>Junio</b>	35,6	28,9	53,3	47,6	42,7	12,3	27,6	68,4	68,7	30,3	173,1	53,50
<b>Julio</b>	61,4	86,4	46,3	33,1	33,1	37,7	98,1	27,5	21,9	48,2	50,7	49,49
<b>Agosto</b>	64,8	41,1	150,3	43,5	43,4	26,4	31,1	83,2	87,2	51,7	46,8	60,86
<b>Septiembre</b>	163,6	43,8	54,3	51,3	166,4	76,2	148	49,3	71	115,2	51,8	90,08
<b>Octubre</b>	187,9	37,6	61,3	206,8	128,6	75,6	79,6	44,9	201,1	86	118,2	111,60
<b>Noviembre</b>	225,6	111,1	148,1	116	77,6	261,2	114,4	49,7	221,2	224,6	301,8	168,30
<b>Diciembre</b>	82,6	61,4	106,1	181	132,6	128,1	134,4	56,2	195,9	63,1	135,3	116,06
<b>Anual</b>	<b>1166,8</b>	<b>808,9</b>	<b>936,4</b>	<b>1020,6</b>	<b>1084,4</b>	<b>999,2</b>	<b>984,9</b>	<b>886,4</b>	<b>1352,7</b>	<b>1074,8</b>	<b>1216,1</b>	<b>1048,3</b>





ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 4.3.3 Humedad

La humedad tiene un valor muy elevado y estable en la comunidad autónoma de Cantabria, rondando el 75% durante gran parte del año. Evidentemente, cuando los vientos tienen una componente Oeste-Norte la humedad adquiere un porcentaje elevado, debido a la procedencia del mar de estos vientos, en cambio cuando el viento tiene componente Sur, la humedad disminuye. La frecuencia con la que ocurre el primero de los dos casos hace que tengamos un valor relativo medio tan elevado.



Imagen 2. Mapa de humedad relativa anual. (AEMET)



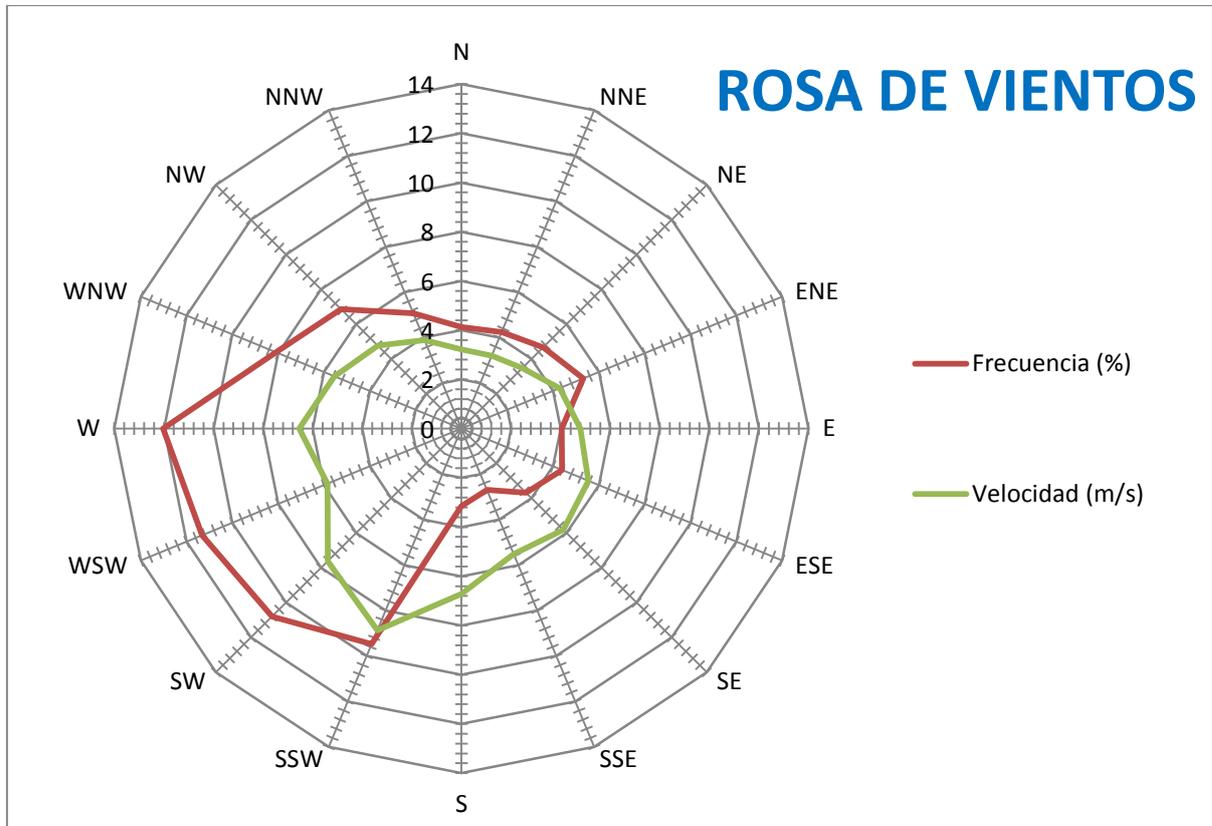
#### 4.3.4 Vientos

Los datos medios anuales que podemos obtener acerca del viento en la zona que nos concierne, han sido registrados desde el mapa de viento del IDAE, a una altura de 80 m y con las siguientes coordenadas UTM (m): 443446,4800769

Nos muestran como los vientos de componente Oeste y Sur-Suroeste son los más habituales en esta zona, con una probabilidad que ronda el 12% y 10% respectivamente.

La fuerza de estos vientos, como cabe esperar, es mayor cuando soplan del Sur-Suroeste llegando a alcanzar velocidades de 9 m/s, como se puede apreciar en la rosa de vientos. La velocidad más frecuente que será de componente Oeste y Suroeste ronda los 6 m/s.

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
N	4,13	3,220	0.71	4.017	2.15
NNE	4,25	3,208	0.65	3.93	2.26
NE	4,67	3,473	0.75	4.07	2.463
ENE	5,32	4,297	1.41	4.881	2.622
E	4,04	4,792	1.49	5.34	2.395
ESE	4,39	5,535	2.96	6.298	2.098
SE	3,68	5,812	3.22	6.59	1.867
SSE	2,69	5,512	2.25	6.211	1.689
S	3,15	6,716	4.25	7.408	1.751
SSW	9,48	8,870	27.37	10.095	2.02
SW	10,8	7,632	20.62	8.825	2.039
WSW	11,32	5,846	7.87	6.603	2.401
W	12,04	6,543	14.68	7.628	2.064
WNW	8,1	5,547	6.68	6.49	1.894
NW	6,87	4,769	3.43	5.659	2.05
NNW	5,07	3,888	1.65	4.755	1.888



#### 4.3.5 Otros fenómenos climatológicos

Aunque estos fenómenos no son demasiados comunes, si será necesario tenerlos en cuenta de cara a diseñar el suministro de energía de manera idónea. Según datos durante el periodo del 2000 al 2010 de la estación situada en Santander del AEMET la probabilidad anual de nieve es de 5,09 días al año, el cual es un valor bastante bajo. Dichas precipitaciones en forma de nieve se produjeron en los meses invernales, de Diciembre a Marzo.

La formación de escarcha es otro posible problema a tener en cuenta. En este caso, la probabilidad de ocurrencia sólo llega a 0,82 días al año y suelen presentarse en los meses de Diciembre, Enero y Marzo.

Por último, cabe destacar la probabilidad de tormentas, que se producen unos 22 días al año, dándose con más frecuencia en los meses del verano aunque de forma relativamente estable a lo largo de todo año.



## 5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

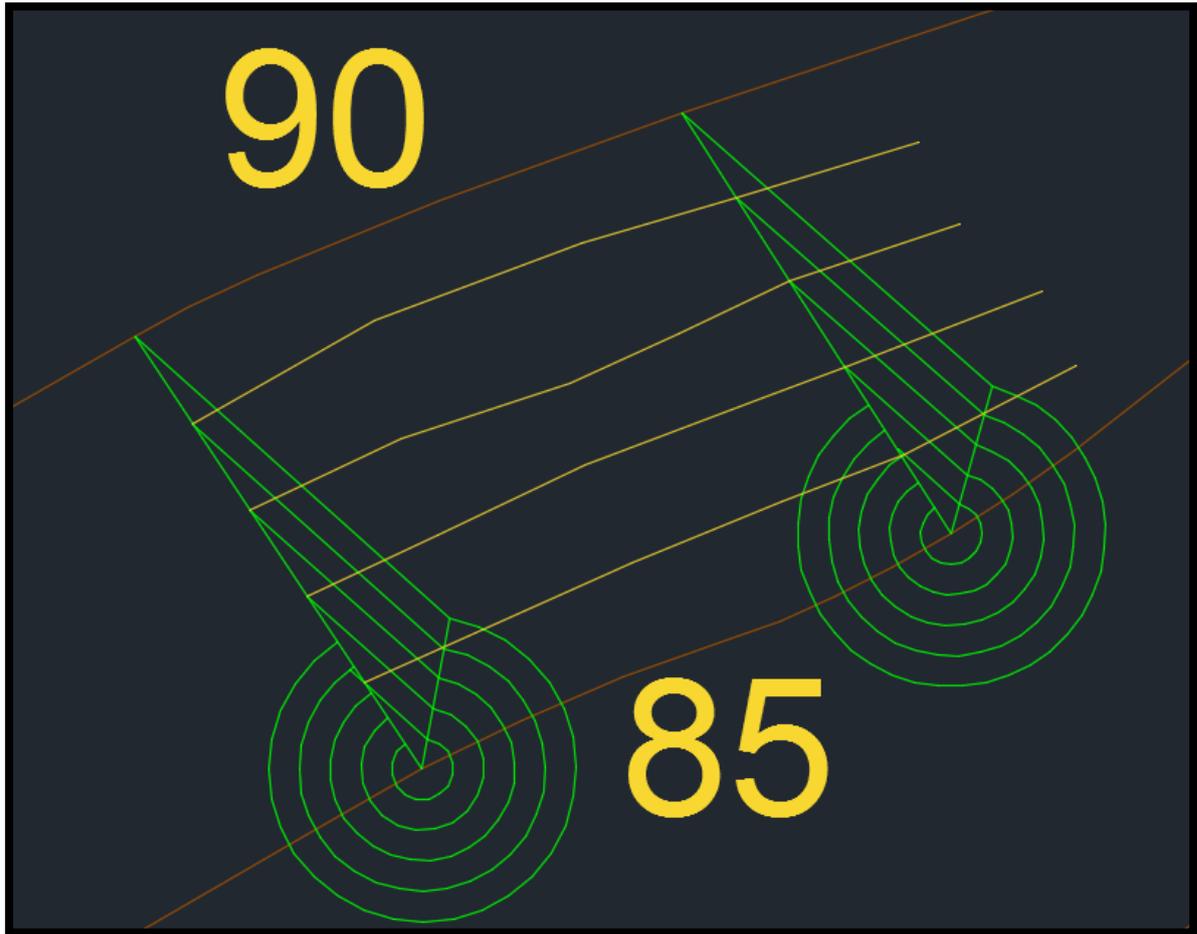
### 5.1 Introducción

Dadas las condiciones del estudio, no se requiere una gran precisión en la topografía, por lo tanto se ha tomado como opción válida la no realización de un levantamiento topográfico a pie de campo. Como alternativa, se ha decidido utilizar una base topográfica armonizada de escala 1/5000 sobre vuelo fotogramétrico realizado en el año 2007 a partir de la cual se han interpolado las curvas de nivel para obtener una equidistancia de 1 metro en lugar de los 5 metros convencionales de una escala 1/5000.

Este procedimiento se ha realizado con la ayuda de un programa de dibujo asistido por ordenador, en este caso AutoCAD, tratando de mantener el terreno lo más acorde posible con la realidad para que pueda darnos una idea bastante fiel de las condiciones reales del mismo. Así pues, se ha delimitado posteriormente la parcela de terreno donde se pretende ubicar la vivienda bioclimática unifamiliar.

### 5.2 Tratamiento de datos

Como se ha explicado anteriormente, la edición de la cartografía ha sido realizada de manera aproximada debido a la falta de datos más representativos. A partir de la topografía 1/5000 obtenida en [www.cartografía.cantabria.es](http://www.cartografía.cantabria.es) se ha realizado una aproximación en la zona que afecta al proyecto. El procedimiento ha consistido en realizar una interpolación a partir entre dos curvas de nivel, de forma que se puedan trazar manualmente nuevas curvas con equidistancia de 1 metro para conseguir una mejor representación del terreno. Si realizamos este paso varias veces se pueden trazar las nuevas curvas de nivel, sabiendo siempre que no es idéntico a la realidad. En resumen, un sencillo proceso geométrico que se puede apreciar en la siguiente captura.



*Imagen 1. Captura de AutoCAD*



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

En la siguiente imagen se muestra una visión general de la zona y la afectada por la vivienda donde se pueden observar las nuevas curvas de nivel obtenidas.

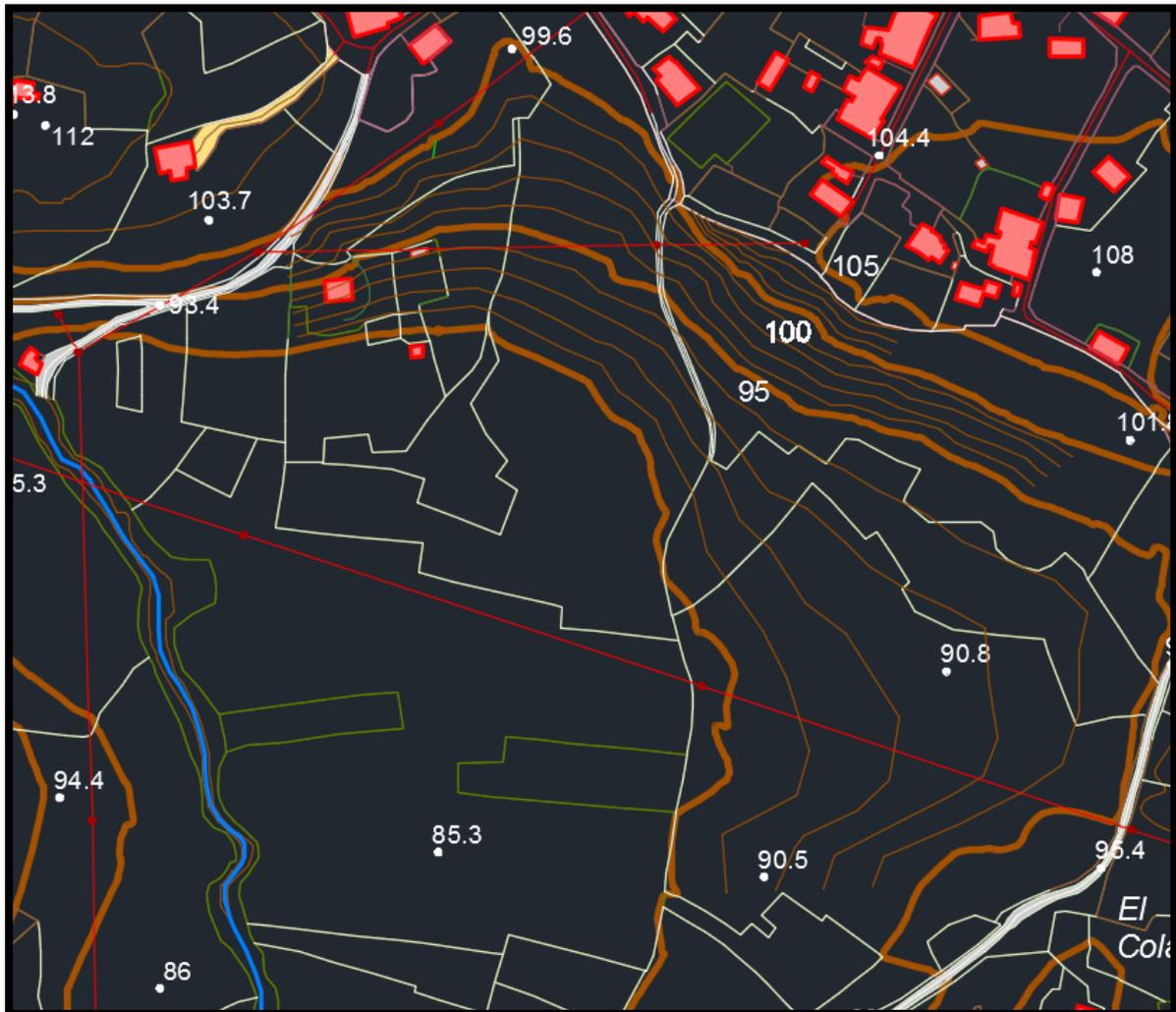
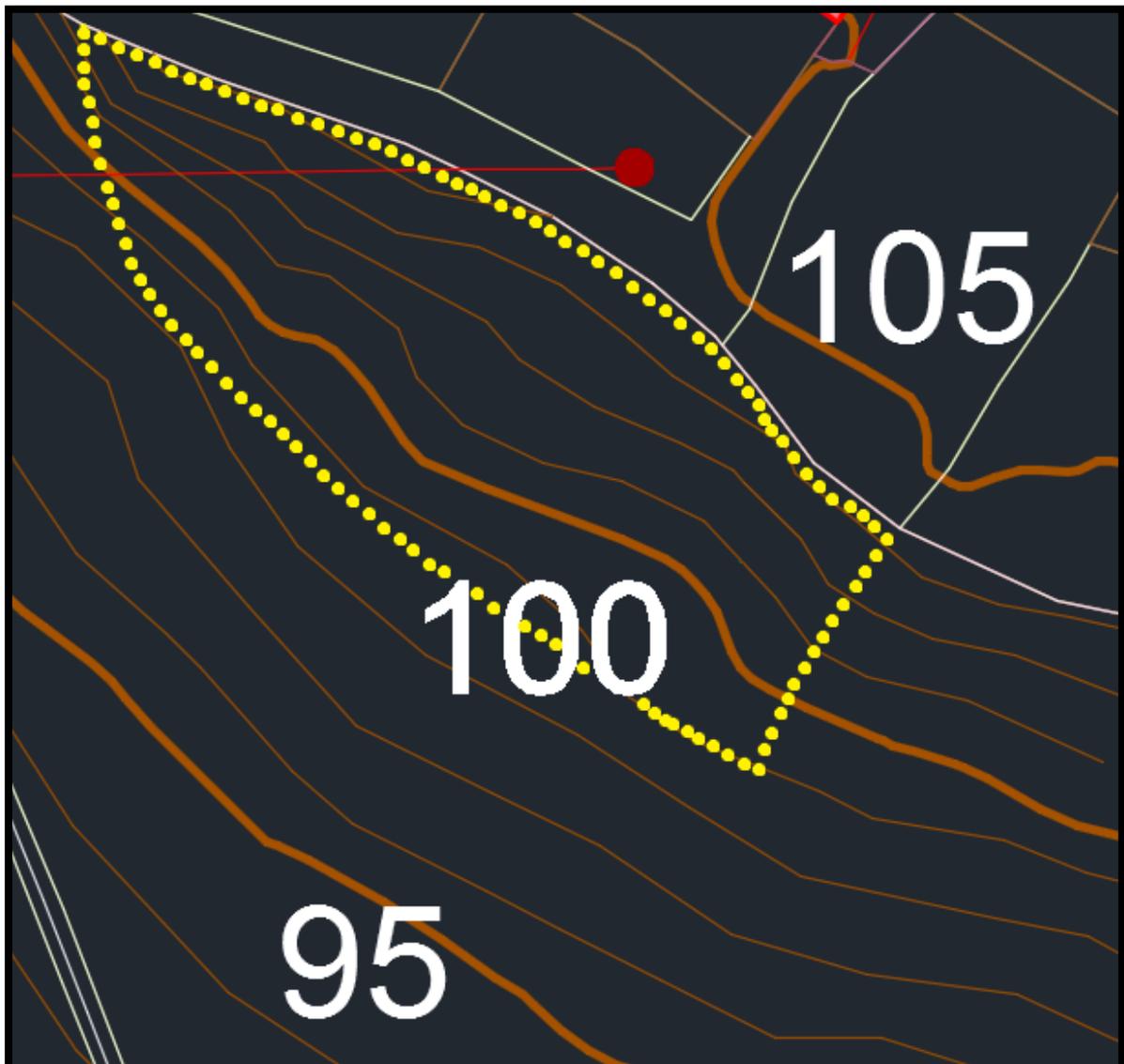


Imagen 2. Captura de AutoCAD



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

En la siguiente captura se muestra el resultado final tras la edición, lo que no servirá para la realización del resto del proyecto. En la cartografía además del área delimitada se puede observar la carretera de acceso así como la línea eléctrica que llega hasta un pequeño transformador señalado por un punto en la topografía.



*Imagen 3. Captura de AutoCAD*



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Finalmente, se muestra una toma aérea de la zona de estudio, donde se puede apreciar la suavidad del relieve en esta parcela.



*Imagen 4. Captura desde SIGPAC de la parcela de la vivienda*

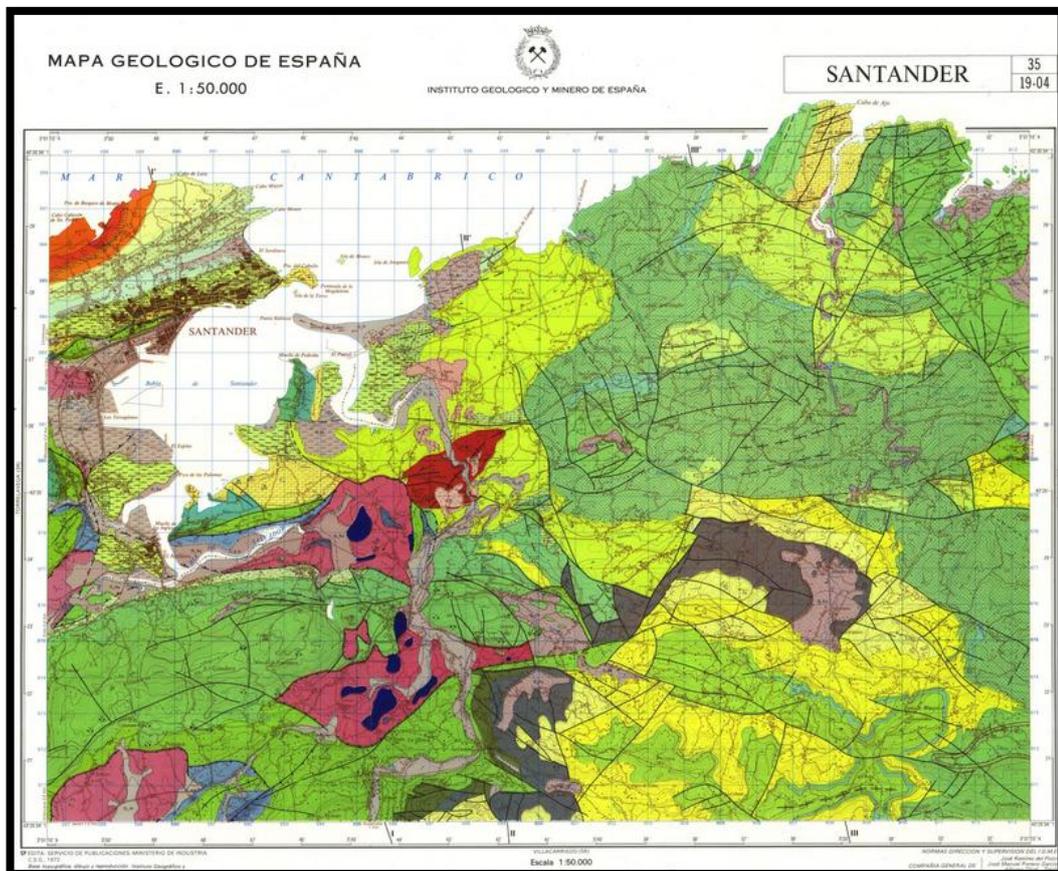


## 6. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### 6.1 Introducción

Para la realización de este anejo, se utilizará información obtenida a partir del mapa geológico de España del IGME, concretamente de la hoja Nº 35, ya que es la que incluye la parcela elegida para el emplazamiento de la vivienda.

En esta hoja se puede apreciar un relieve en general bastante suave, aunque cabe destacar macizos como el de Peña Cabarga que alcanzan los 568 m. En general, la altitud ronda los 300 metros de media. Si nos centramos en los recursos fluviales, el más destacado de la hoja y también de nuestra zona afectada, es el río Miera, con una orientación N-S, que cuenta con un cauce bastante accidentado debido al relieve de las zonas por las que discurre. Los núcleos de población más importantes se sitúan alrededor de la bahía de Santander, Maliaño, El Astillero, Guarnizo, Pedreña y Somo; en el interior destacan Solares, Beranga, Solórzano y Ajo.



*Imagen1. Hoja Nº 35 Mapa geológico España. (IGME)*



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Afloran en la Hoja sedimentos de ofitas y bloques de materiales del Jurásico (Lías). El Cretácico Inferior está ampliamente representado en facies continentales (weald) y marinas (complejo Urgoniano y parte del complejo Supraurgoniano). El Cretácico Superior aflora extensamente en toda la región, por lo que respecta al Cenomaniense; los términos superiores aparecen preferentemente en el cuadrante NO de la hoja estudiada, así como los sedimentos pertenecientes al Paleoceno y Eoceno. El Cuaternario ocupa pequeñas extensiones a modo de recubrimiento.

Desde el punto de vista estructural, la Hoja se caracteriza por una intensa tectónica de fracturación, de clara influencia diapírica, que corta y compartimenta las estructuras del plegamiento.

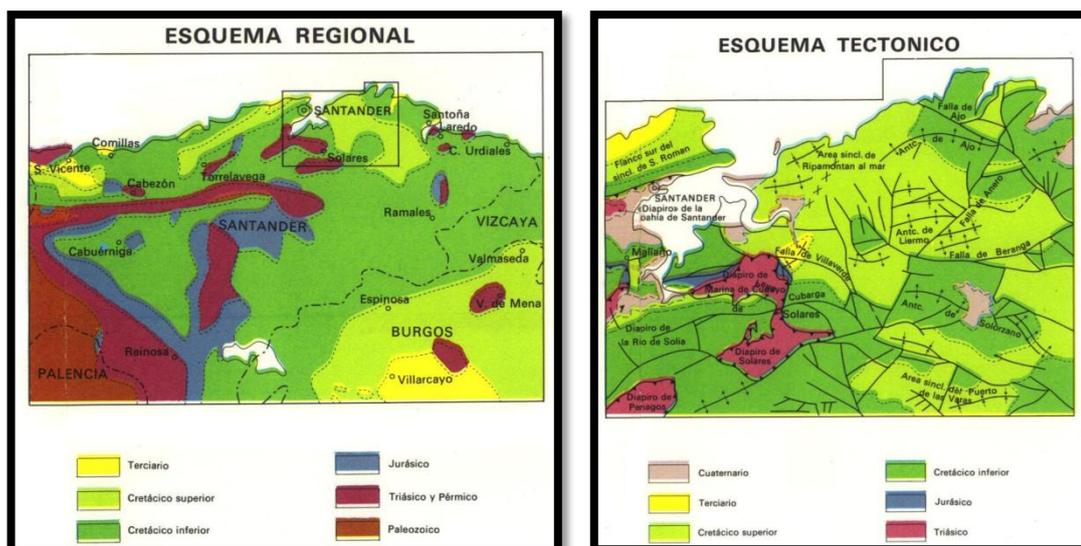


Imagen 2. Hoja Nº 35 Mapa geológico España. (IGME)



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

5.2 Estratigrafía

En la hoja N° 35 del mapa geológico de España se aprecian materiales del Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario. En la zona en la que se plantea este estudio, principalmente nos encontramos con material del Cretácico.

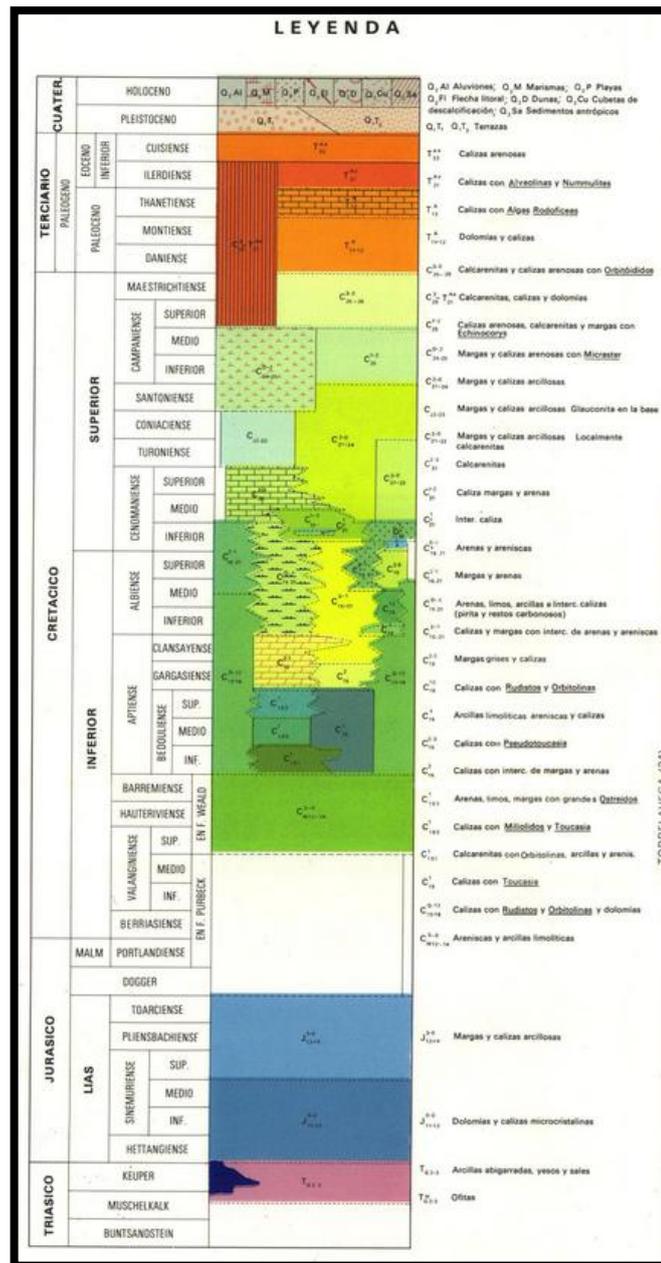


Imagen 3. Hoja N° 35 Mapa geológico España. (IGME)



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Nuestra zona pertenece al cretácico inferior, Aptiense-Bedoulense Inferior-Medio-Superior. Tal y como se puede apreciar en la imagen 4, existen diferentes tipos de materiales por lo que se tendrán en cuenta todos ellos de cara a contar con una mayor precisión.

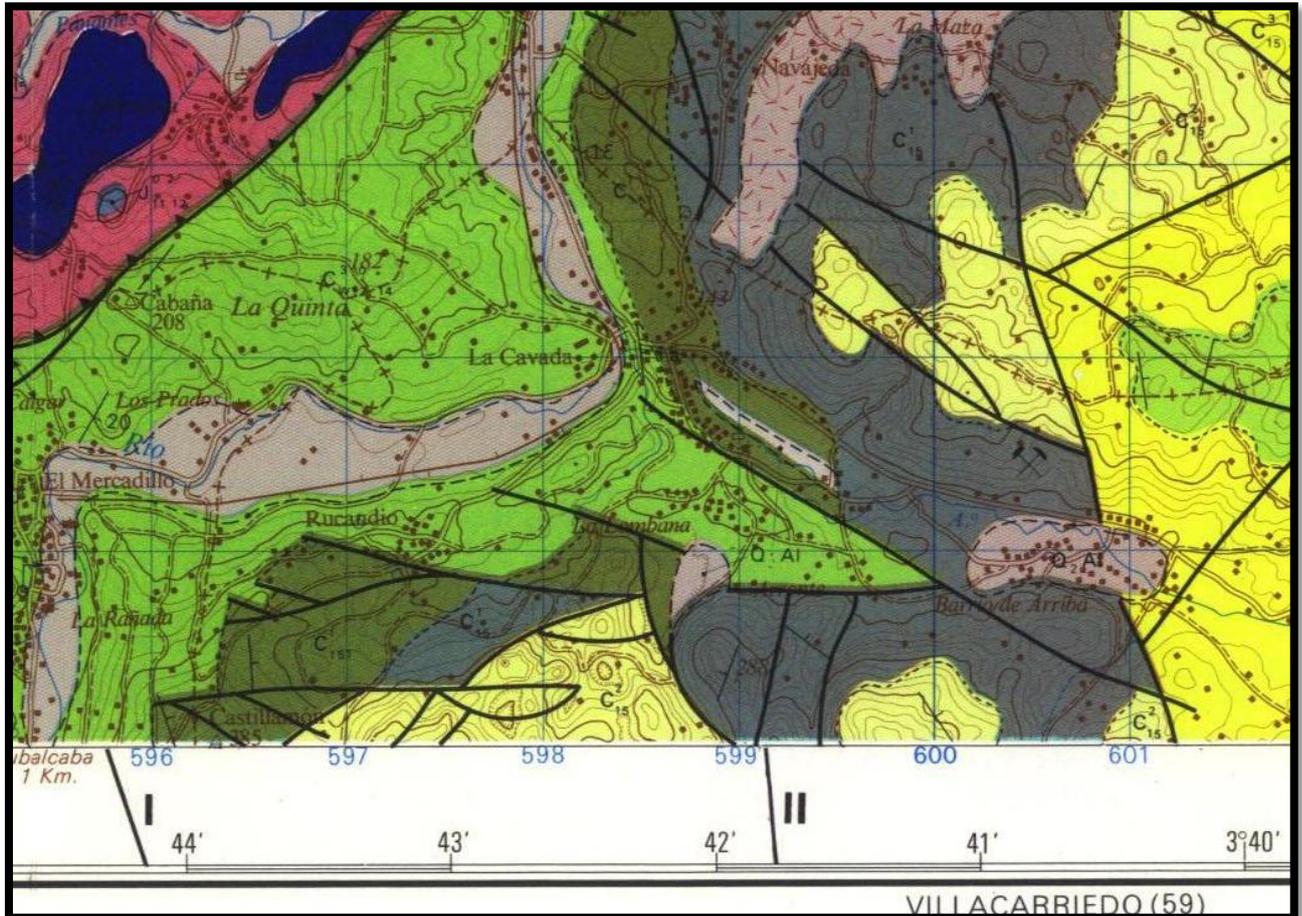


Imagen 4. Hoja N° 35 Mapa geológico España. (IGME)



### 5.2.1 Cretácico

Sobre los materiales del Lías Superior de carácter margocalizo se apoya la potente serie terrígena continental de la facies Weald, faltando, en todo el ámbito de la Hoja, los afloramientos correspondientes al Dogger Marino, Malm, Berriasiense y Valanginiense Inferior-Medio de facies Purbeck. Esta laguna estratigráfica se debe a las fases neociméricas, así como a la importante actividad halocinética de los materiales del Keuper, durante el Jurásico Superior y Cretácico más Inferior.

En la Hoja están representados sedimentos del Cretácico Inferior en facies Weald, extendidos por el ángulo SO; del complejo Urgoniano (Aptiense y Albiense Inferior), que se desarrollan fundamentalmente en la mitad Superior y Cenomaniense Inferior (complejo Supraurgoniano), extendidos ampliamente en la zona meridional de la Hoja, presentan una gran variabilidad de facies, lo que obliga a definir distintas unidades según las áreas paleogeográficas y estructurales. Finalmente, el Cretácico Superior presenta facies muy uniformes, de carácter margoso dominante, alcanzando menor extensión que el Cretácico Inferior y localizándose en las áreas sinclinales de Ribamontán al Mar-Villaverde de Pontones-ría de Solía-ría de San Salvador y zona norte de Santander (flanco sur del sinclinal de San Román).

### 5.2.2 Aptiense-Bedoulense Inferior

Los principales materiales que afloran en la zona son calizas con Rudistos y Orbitolinas, mientras que en el tramo inferior aparecen arcillas limolíticas, areniscas y calizas, situadas sobre calizas con Pseudotoucasia. El tramo inmediatamente inferior se compone de calizas con interc. De margas y arenas.

En los alrededores del terreno también existen materiales del Barreense-Hauteriviense, cuya composición principal son arenas, limos margas con grandes Ostreidos, situadas en capas mas profundas calizas con Miliolidos y Toucasia y por último Calcarenitas con Orbitolinas, arcillas y areniscas.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

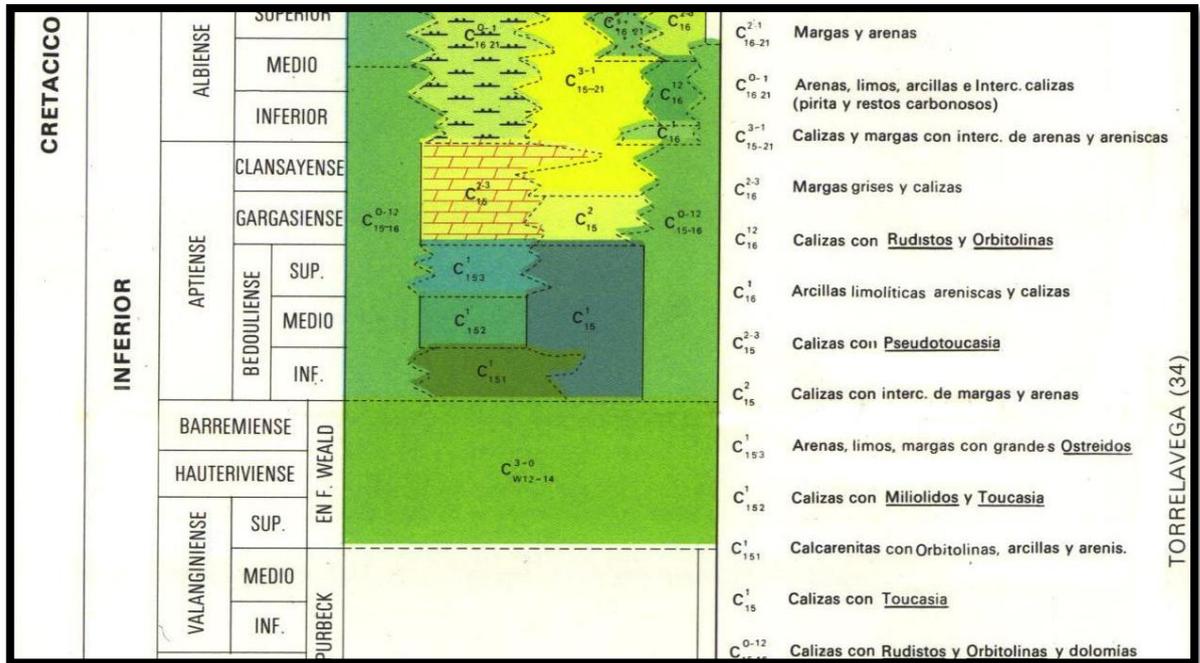


Imagen 5. Hoja Nº 35 Mapa geológico España. (IGME)

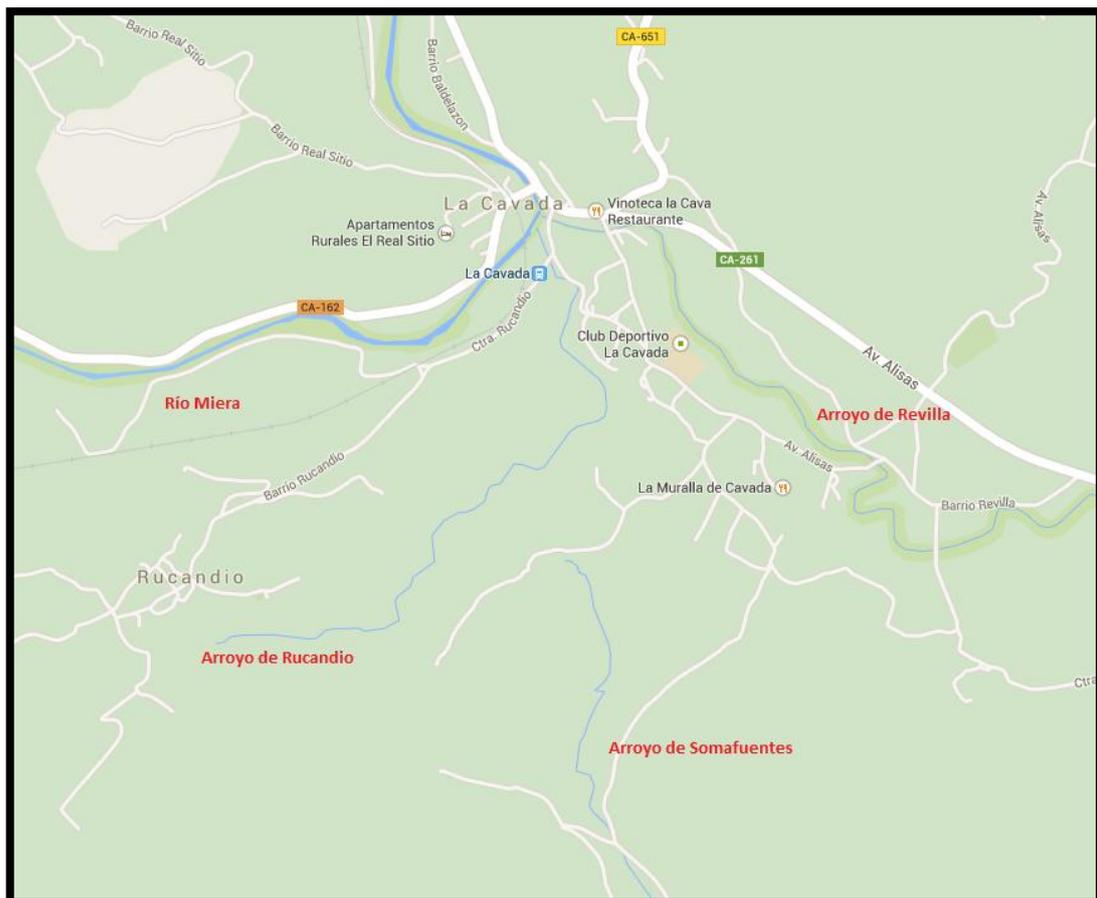


## 7. Hidrología e hidrogeología

### 7.1 Hidrología

El río Miera es el cauce fluvial más importante de la zona, así como uno de los más relevantes de Cantabria. Pasando por La Cavada, antes de llegar a la ría de Cubas para posteriormente desembocar en la Bahía de Santander.

En el municipio donde nos encontramos, existen además, varios pequeños arroyos, como son el arroyo de Revilla, el de Somafuentes que nace en el manantial del mismo nombre y por último el arroyo de Rucandio. No presentan una gran longitud ni caudal, pero como denominador común, todos ellos confluyen en el cauce más importante del ayuntamiento de Riotuerto, el río Miera.



*Imagen 1. Principales ríos y arroyos en la zona de estudio*



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Si nos centramos en la zona donde se plantea la ubicación de la vivienda bioclimática, el cauce más cercano sería el arroyo de Somafuentes. Debido a la situación del mismo respecto de la finca, no supone un problema a tener en cuenta, debido a la significativa distancia entre ambos puntos, así como el desnivel existente entre los mismos.

## 7.2 Hidrogeología

El sistema del Complejo calcáreo-urgoaptiense de la zona oriental de Santander está situado al Este de Cantabria, en una superficie de 1 138 km<sup>2</sup>. Limita al Norte con el mar Cantábrico, al Sur y Este, con materiales impermeables cretácicos y, al Oeste, con la Unidad.

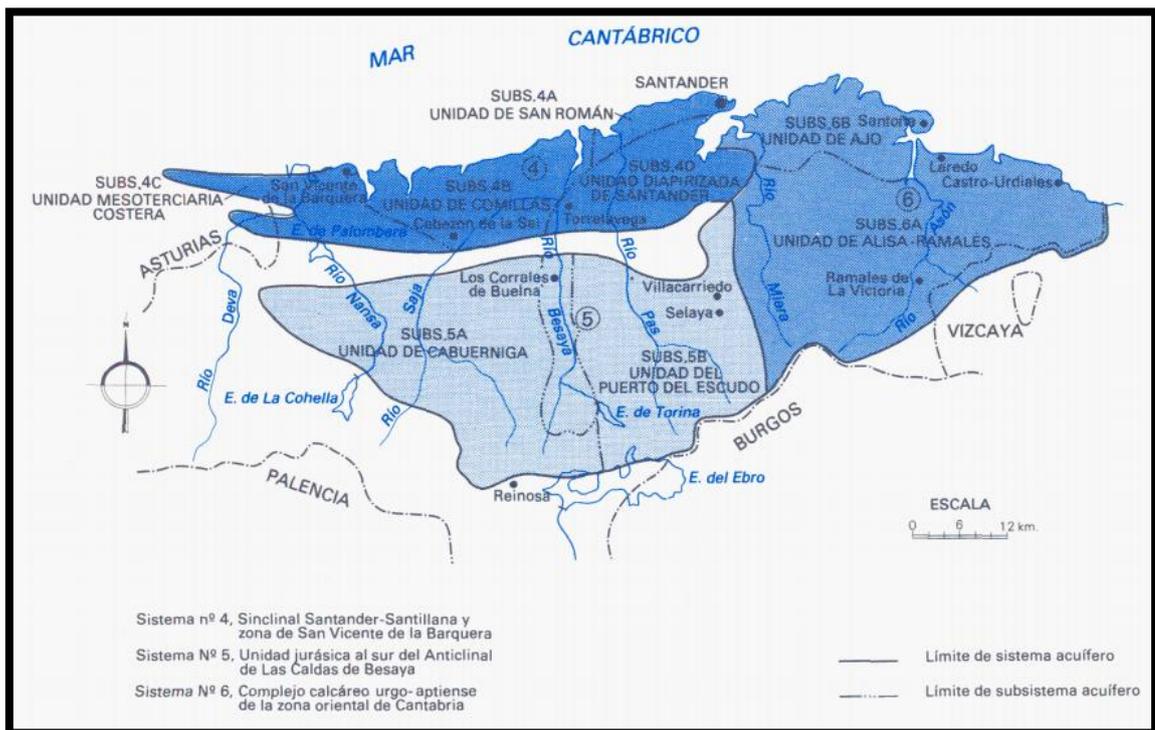


Imagen 2. Sistemas hidrogeológicos en Cantabria. (Publicación IGME)



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

El clima de la región es templado-húmedo, Las precipitaciones anuales medias oscilan entre 1.000 mm/año en la costa y 2.000 mm/año en las áreas montañosas del Sur. La temperatura media anual es de 14° C (costa) y 8° C (montaña). La lluvia útil se estima entre 500 y 1.300 mm/año en esas mismas zonas.

Los materiales que afloran en la zona corresponden al Trías (arcillas y yesos de diapiros), al Jurásico (calizas con intercalaciones margosas) y, fundamentalmente, al Cretácico, cuyas calizas, con potencia de hasta 1.500 m, muy fisuradas y karstificadas, constituyen el acuífero principal.

El sistema, en el que se distinguen las subunidades de Alisas-Ramales y de Ajo, se recarga por infiltración de agua de lluvia a través de los afloramientos calizos, por percolación desde algunos tramos de recubrimiento y por la filtración de aguas superficiales de los ríos que atraviesan el sistema a través de sumideros de sus cauces por los que, en ocasiones, desaparece la totalidad del agua circulante.

La descarga se realiza a través de manantiales (La Cuvera, 22 hm<sup>3</sup>/año; Fuente Valles 6 hm<sup>3</sup>/año; Fuente de la Punta el Praduco, 43 hm<sup>3</sup>/año etc.), de los ríos (Miera, Aguanaz, Asón, Gándara, etc.) y al mar.

En el cuadro 7-13 se refleja la situación en cuanto a recursos y reservas del sistema.

Las aguas presentan facies predominante bicarbonatada cálcica en general son de buena calidad para todo uso (residuo seco inferior a 400 mg/l), excepto en algunos puntos de abastecimiento (proximidades de Castro Urdiales y Ramales de la Victoria), en que la presencia de nitritos en concentración superior a la tolerable puede limitar su utilización sin tratamiento previo.

Para el conjunto de la región cántabra, la utilización del agua presenta las características que se señalan en el cuadro 7-14 (a y b). Resalta en primer lugar el volumen de demanda urbana, que constituye el 63 Yo del total, y el hecho de que la demanda para uso agrícola se centra en el sector ganadero.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

<b>CUADRO 7-13</b>					
<b>Alimentación y reservas.</b>					
<b>Acuífero 6</b>					
<b>Recargas (hm<sup>3</sup>/año)</b>					<b>Reservas*</b>
<b>Unidad</b>	<b>Man.</b>	<b>Ríos</b>	<b>Sondeos</b>	<b>Total</b>	<b>(hm<sup>3</sup>)</b>
<b>Unidad</b>	99	93	1	193	638
<b>Alisas-Ramales</b>	-	-	-	17**	104
<b>TOTAL</b>				210	742

\* Estimadas para 100 de espesor saturado y porosidad eficaz de 2%  
\*\* Estimado a partir de coeficiente de infiltración del 50%

Imagen 3. Alimentación y reservas de los acuíferos cercanos. (Publicación IGME)

<b>CUADRO 7-14a</b>	
<b>Utilización del agua en Cantabria</b>	
<b>Alimentación subterránea</b>	
<b>Sistema</b>	<b>Alimentación (hm<sup>3</sup>/año)</b>
4	96
5	170
6	210
<b>TOTAL</b>	476

Imagen 4. Utilización del agua subterránea en Cantabria. (Publicación IGME)

Por lo que se refiere a las aguas subterráneas en particular, resulta clara su escasa utilización, 30 hm<sup>3</sup>/año, que representan sólo un 6 O% aproximadamente de los recursos, aunque con el aprovechamiento de manantiales, forma tradicional de explotación de las aguas subterráneas en Cantabria, se cubra el 36 de la demanda, frente a un 64 % correspondiente a aguas superficiales. La explotación mediante sondeos se reduce a 1,3 hm<sup>3</sup>/año: 1 hm<sup>3</sup>/año en la Unidad Alisas-Ramales y 0,3 hm<sup>3</sup>/año en la Unidad Diapírica de Santander.



## 8. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El tipo de edificio que se plantea es una vivienda unifamiliar de 2 plantas, que consta de un garaje con capacidad para 2 vehículos, así como una terraza en su planta superior. La casa tiene una superficie total de 300 m<sup>2</sup> de los cuales se distribuyen 286 m<sup>2</sup> como habitables, siendo la superficie de la terraza de 24 m<sup>2</sup>. La orientación de la construcción será hacia el sur, de manera que se pueda aprovechar al máximo posible la luz natural que proporciona el sol durante el día. Se prevé una ocupación del 100% durante todo el año, ya que se trata de una vivienda habitual.

Se ha considerado como posible repartición de la vivienda, la siguiente. Planta baja formada por el garaje, baño, cocina y gran salón a los cuales se accede desde un amplio hall de entrada. En la segunda planta encontraremos 2 dormitorios, un baño principal y una terraza. En el documento: planos, se apreciará con mayor exactitud esta distribución.

El cerramiento constará de una fachada ventilada de ladrillo revestido con aplacado de piedra, ya que se quiere dotar a la vivienda de una estética rural a pesar de lo modernas que puedan ser sus instalaciones interiores. El cerramiento se realizará mediante fábrica de ladrillo de 1/2 pie, usando como aislante lana mineral en paneles de 35 mm ( $\lambda=0.031$  W/m<sup>0</sup>K) para lograr unas buenas condiciones térmicas. El cerramiento utilizado tiene la siguiente composición:

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Caliza dura [2000 < d < 2190]	0,065	1,700	2095	1000	
2	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,130	0,991	2170	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,035	0,031	40	1000	
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,060	0,432	930	1000	
5	Yeso, de alta dureza 1200 < d < 1500	0,010	0,560	1350	1000	
6						

Grupo Material: Fábricas de ladrillo  
Material: 1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm  
Espesor (m): 0,130  
U: 0,62 W/(m<sup>2</sup>K)

Imagen 1. Composición del cerramiento de la vivienda



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

A su vez, el forjado constará de los siguientes elementos:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,025	0,410	900	1000	
3	FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado -Canto	0,250	0,176	710	1000	
4	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 1					0,075
5						

Grupo Material: Cerámicos  
Material: Plaqueta o baldosa cerámica  
Espesor (m): 0,020  
U: 0,57 W/(m²K)  
Botones: Añadir, Cambiar, Eliminar, Subir, Bajar, Aceptar

Imagen 2. Composición de los forjados de la vivienda

Como sistemas integrales de eficiencia energética, se plantea la instalación (aunque no se dimensionará totalmente) de calefacción de suelo radiante, apoyada por una caldera de condensación. Se dispondrá de un sistema de regulación en cada habitación, de manera que se puedan regular individualmente. Se ha optado por este sistema debido a la ventaja estética y de confort que ofrece, ya que se evita la instalación de radiadores. A su vez se evitan efectos de convección de aire generados por otros sistemas y se consigue un reparto uniforme del calor por toda la casa. Este tipo de sistema utiliza agua a una temperatura de entre 35 y 45 °C, lo cual convierte la estancia en un ambiente agradable, que no superará por normativa los 29 °C de manera que nunca se supere la temperatura corporal, evitándose así muchos efectos negativos para la salud. Cabe decir, que la gran ventaja del suelo radiante reside en el ahorro que supone, situándose en torno al 15% y 20% respecto a la calefacción tradicional, si añadimos que se apoyará mediante paneles solares, el consumo es mucho menor.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

La producción de ACS (agua caliente sanitaria) se llevará a cabo con equipo de energía solar térmica forzada que dispone de un acumulador propio, sistema hidráulico, regulación y vaso de expansión, apoyado por la caldera de condensación. Mediante este sistema se aprovechará la radiación solar para posteriormente transformarla en calor. Se tendrá en cuenta la protección contra heladas, de manera que todos los componentes se deberán estar protegidos en caso de que la temperatura pueda ser inferior a 0 °C. Como sistema de protección, se optará por mezclas anticongelantes, que deberán cumplir la normativa UNE-EN 12976-2. También se tendrán en cuenta posibles sobrecalentamientos, protección contra quemaduras, protección de materiales y componentes contra las temperaturas, resistencia a presión, prevención de flujo inverso (no se usarán componentes de acero galvanizado).

El abastecimiento eléctrico se llevará a cabo a través de la red eléctrica convencional, ya que dotar a la vivienda de un sistema por el cual se pueda autoabastecer eléctricamente presenta serias dificultades tanto técnicas como económicas. Así mismo, se plantea la instalación de un pequeño aerogenerador que sirva de apoyo para a la red convencional, con el objetivo de reducir el consumo eléctrico y aportar una energía limpia y de coste 0 para el usuario.

Otro de los aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar la vivienda, es el sacar el mayor partido posible a la luz que nos proporciona el sol. Con el fin de aprovechar esta iluminación natural, la vivienda constará de grandes ventanales en todas las dependencias internas de la misma. La iluminación de la vivienda se realizará con iluminación LED regulable, para lograr un considerable ahorro energético y un funcionamiento adecuado en función de la luz requerida.

Por último, las instalaciones auxiliares que se necesitarán para abastecer a la vivienda se situarán en el garaje mientras que los captadores solares se instalarán en la cubierta de la casa, evitando posibles pérdidas de carga y de potencia de las bombas. Por otro lado, el pequeño aerogenerador que apoyará la contribución eléctrica que necesitará la vivienda se emplazará en una parte más alejada de la vivienda, en un extremo de la finca. Con esta decisión se consigue evitar posibles molestias causadas por el ruido que pueda provocar el aerogenerador y se pretende dejar la vivienda lo más vistosa posible.



## 9. DEMANDA ELÉCTRICA Y TÉRMICA

En el dimensionamiento de los sistemas de eficiencia energética será necesario llevar a cabo un estudio de la demanda energética de la vivienda, con el fin de calcular los equipos e instalaciones de manera lo más exacta posible sin que suponga un sobrecoste o sobredimensionamiento. Se plantea diferenciar este apartado entre demanda eléctrica y demanda térmica de cara a realizar los cálculos de manera más adecuada y clara.

### 9.1 Demanda eléctrica

Para el suministro eléctrico de la vivienda se plantea como principal fuente de energía la red eléctrica apoyada por un aerogenerador que se situará en el terreno donde se ubicará la vivienda. Se ha optado por esta opción ya que la energía eólica es una energía limpia y dadas las condiciones del emplazamiento es una alternativa viable.

La vivienda tiene una superficie total de 300 m<sup>2</sup> por lo que el grado de electrificación de la misma será elevado (> 9200 W)

#### 9.1.1 Consumos eléctricos

En el cálculo de la demanda de la demanda energética se tendrán en cuenta los consumos de la iluminación, electrodomésticos y la caldera de condensación. Por lo tanto, será necesario estimar el número de luminarias de bajo consumo que se instalarán así como los electrodomésticos para terminar calculando el consumo de la caldera.

##### 9.1.1.1 Iluminación

Como se ha explicado ha explicado anteriormente, la disposición Norte-Sur de la vivienda se ha dispuesto de cara a unos criterios de eficiencia energética bastante claros. Se pretende lograr el máximo aprovechamiento de la luz solar durante todo el día, lo cual se realizará a través de grandes ventanales en las caras Sur, Este y Oeste.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

La distribución de la casa también se ha cuidado para que las zonas comunes como el salón, el hall, la cocina o los baños estén perfectamente iluminadas durante el día. Se instalarán y stors/cortinas ya que pueden regular a su vez el aporte térmico dentro de la vivienda.

Como se ha comentado, la iluminación consistirá en luces LED de bajo consumo con el objetivo de reducir el consumo energético. Gracias a esta tipología de iluminación, se consiguen ahorros bastante importantes cercanos al 80% y el 50% en función de si se trata de bombillas incandescentes o lámparas fluorescentes respectivamente.

A sabiendas de estos datos, se procede al cálculo de la demanda por iluminación de la vivienda, considerando como características 1 w=60 lúmenes. Se han tomado como referencia unos valores de iluminación que se muestran a continuación. Se tendrá en cuenta a su vez los periodos de invierno y verano donde la radiación solar varía y ha de ser tenida en cuenta. Se optará por la iluminación óptima.

<b>Dormitorios</b>		<b>Cocina</b>	
<b>Mínimo</b>	100 lux	<b>Mínimo</b>	100 lux
<b>Recomendado</b>	150 lux	<b>Recomendado</b>	150 lux
<b>Óptimo</b>	250 lux	<b>Óptimo</b>	250 lux
<b>Cuartos de baño</b>		<b>Escaleras</b>	
<b>Mínimo</b>	100 lux	<b>Mínimo</b>	100 lux
<b>Recomendado</b>	150 lux	<b>Recomendado</b>	200 lux
<b>Óptimo</b>	250 lux	<b>Óptimo</b>	350 lux
<b>Salones</b>		<b>Pasillos/Hall</b>	
<b>Mínimo</b>	200 lux	<b>Mínimo</b>	100 lux
<b>Recomendado</b>	300 lux	<b>Recomendado</b>	200 lux
<b>Óptimo</b>	500 lux	<b>Óptimo</b>	350 lux



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Espacio	Nivel de Iluminación (lx)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Lúmenes	Potencia (W)	Verano	Invierno	Consumo (Wh/día)	Consumo (Wh/día)
					Uso (h)	Uso (h)		
Garaje	200	35	7000	116,7	0,2	0,5	23,3	58
Cocina	250	30	7500	125	1	1,5	125	188
Hall entrada	350	30	10500	175	0,3	0,5	52,5	88
Baño planta 1	250	24	6000	100	0,5	1	50	100
Salón	500	36	18000	300	3	3,5	900	1050
Dormitorio 1	250	35	8750	145,8	0,5	0,8	72,9	117
Dormitorio 2	250	36	9000	150	0,5	0,8	75	120
Baño planta 2	250	30	7500	125	1	1,5	125	188
Hall superior	350	30	10500	175	0,7	0,8	122,5	140
<b>TOTAL</b>				1412,5	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1546,3</b>	<b>2048</b>

En esta tabla resumen se puede comprobar el consumo de energía que se produce por iluminación, teniendo unos valores de **2048 Wh/día** en los meses invernales y 1546,3 Wh/día en los estivales.

Mes	Días	Cosumo medio diario (Wh/día)	Demanda diaria (kWh)
Enero	31	2048	63,5
Febrero	28	2048	57,3
Marzo	31	2048	63,5
Abril	30	2048	61,4
Mayo	31	2048	63,5
Junio	30	1546,3	46,4
Julio	31	1546,3	47,9
Agosto	31	1546,3	47,9
Septiembre	30	1546,3	46,4
Octubre	31	2048	63,5
Noviembre	30	2048	61,4
Diciembre	31	2048	63,5
<b>TOTAL</b>			<b>686,3</b>



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Por último en esta otra tabla, se ha calculado la demanda energética de la iluminación mensualmente y anualmente, con lo que se ha obtenido un valor total anual en el consumo de iluminación de **686,3 kWh/año**.

### 9.1.1.2 Electrodomésticos

En el siguiente cuadro, se muestran los consumos de todos los electrodomésticos de la vivienda, a partir del cual se obtiene el consumo anual de los mismos (kWh/año).

	Ud.	Potencia (W)	Uso diario (h)	Consumo (kWh/año)
<b>Frigorífico clase A++</b>	1,0	240	3,0	262,8
<b>Lavadora clase A++</b>	1,0	2300	0,5	419,8
<b>Placa inducción</b>	1,0	3200	1,0	1168,0
<b>Lavavajillas clase A++</b>	1,0	2400	0,3	262,8
<b>Horno</b>	1,0	2600	0,1	94,9
<b>Campana extractora</b>	1,0	270	0,5	49,3
<b>Microondas</b>	1,0	1200	0,4	175,2
<b>Secador pelo</b>	2,0	2200	0,1	80,3
<b>Aspiradora</b>	1,0	2100	0,2	153,3
<b>Plancha</b>	1,0	2400	0,2	175,2
<b>Batidora</b>	1,0	350	0,1	6,4
<b>Televisión</b>	3,0	90	3,0	98,6
<b>Equipo de música</b>	3,0	10	1,0	3,7
<b>Cargador de móvil</b>	4,0	7	2,0	5,1
<b>Ordenador portatil</b>	2,0	70	2,0	51,1
<b>Torre de ordenador</b>	1,0	200	1,0	73,0
<b>Monitor ordenador</b>	1,0	45	1,0	16,4
<b>Router</b>	1,0	9	24,0	78,8
<b>Impresora</b>	2,0	25	0,0	0,2
<b>Videoconsola</b>	1,0	200	0,5	36,5
			<b>TOTAL</b>	<b>3211,3</b>

Obtenemos por tanto el consumo anual de electrodomésticos cuyo valor es de **3211,3 kWh/año**.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

9.1.1.3 Sistemas auxiliares

Los consumos que se plantean en este apartado serán los producidos por la bomba del sistema térmico solar y el consumo de la caldera de condensación.

Sistema	Potencia (W)	INVIERNO		VERANO	
		Uso (h)	Consumo (kWh/día)	Uso (h)	Consumo (kWh/día)
ACS	90	2	0,18	3	0,27
Caldera condensación	6600	0,17	1,122	0,05	0,33
		<b>TOTAL</b>	1,302	<b>TOTAL</b>	0,6

Mes	Días	Cosumo medio diario (Wh/día)	Demanda diaria (kWh)
Enero	31	1302	40,4
Febrero	28	1302	36,5
Marzo	31	1302	40,4
Abril	30	1302	39,1
Mayo	31	1302	40,4
Junio	30	330	9,9
Julio	31	330	10,2
Agosto	31	330	10,2
Septiembre	30	1546,3	46,4
Octubre	31	330	10,2
Noviembre	30	1302	39,1
Diciembre	31	1302	40,4
		<b>TOTAL</b>	<b>363,0</b>

Se tiene por tanto un consumo total de **363 KWh/año** de los servicios auxiliares.

En conclusión, la vivienda tiene un **consumo anual total de 4230,6 KWh.**



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

9.1.2 Potencia punta

Otro factor a tener en cuenta, será la potencia punta de toda la instalación eléctrica, de manera que se pueda satisfacer en todo momento la demanda exigida. A partir de la suma de todas las potencias en un instante dado, se obtendrá la potencia pico necesaria para nuestra vivienda en ese momento. En la siguiente tabla se muestran los consumos acumulados de todos los aparatos eléctricos y el periodo del día en que se dan lugar.

Iluminación	Potencia (W)	PERIODO				
		Mañana	Mediodía	Comida	Tarde	Noche
Garaje	116,7	116,7			116,7	
Cocina	125	125	125	125	125	125
Hall entrada	175					175
Baño planta 1	100	100	100			100
Salón	300				300	300
Dormitorio 1	145,8	145,8			145,8	145,8
Dormitorio 2	150	145,8			145,8	145,8
Baño planta 2	125	100	100			100
Hall superior	175	175				175
<b>Electrodomésticos</b>						
Frigorífico clase A++	240	240	240	240	240	240
Lavadora clase A++	2300	2300	2300		2300	
Placa inducción	3200		3200	3200		3200
Lavavajillas clase A++	2400			2400		2400
Horno	2600			2600		2600
Campana extractora	270		270	270		270
Microondas	1200			1200		1200
Secador pelo	2200	2200				
Aspiradora	2100		2100		2100	
Plancha	2400		2400		2400	2400
Batidora	350			350		350
Televisión	90			90	90	90
Equipo de música	10		10		10	10
Cargador de móvil	7	7			7	7
Ordenador portatil	70	70	70	70	70	
Torre de ordenador	200	200	200	200	200	



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Monitor ordenador	45	45	45	45	45	
Router	9	9	9	9	9	9
Impresora	25	25	25	25	25	
Videoconsola	200		200	200	200	200
<b>Servicios auxiliares</b>						
ACS	90	90	90	90	90	90
Caldera condensación	6600	6600	6600	6600	6600	
<b>Potencia punta (KW)</b>		<b>12,9</b>	<b>18,1</b>	<b>17,7</b>	<b>15,2</b>	<b>14,3</b>

A la vista de los datos obtenidos, el periodo de tiempo en el que se producirá la máxima demanda de potencia será, como es lógico, por la noche. Esto se debe a la falta de iluminación, además de ser el periodo en el que por norma general cualquier familia disfruta de las comodidades y dispositivos de su hogar. Tenemos una potencia pico de **18,1 KW** que deberá ser abastecida por el sistema eléctrico de la vivienda.

## 9.2 Cobertura energía eólica

A partir de la rosa de vientos del anejo de climatología, se obtienen datos acerca de las direcciones e intensidades más frecuentes del viento en la zona.

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
N	4,13	3,220	0.71	4.017	2.15
NNE	4,25	3,208	0.65	3.93	2.26
NE	4,67	3,473	0.75	4.07	2.463
ENE	5,32	4,297	1.41	4.881	2.622
E	4,04	4,792	1.49	5.34	2.395
ESE	4,39	5,535	2.96	6.298	2.098
SE	3,68	5,812	3.22	6.59	1.867
SSE	2,69	5,512	2.25	6.211	1.689
S	3,15	6,716	4.25	7.408	1.751
SSW	9,48	8,870	27.37	10.095	2.02
SW	10,8	7,632	20.62	8.825	2.039
WSW	11,32	5,846	7.87	6.603	2.401
W	12,04	6,543	14.68	7.628	2.064
WNW	8,1	5,547	6.68	6.49	1.894
NW	6,87	4,769	3.43	5.659	2.05
NNW	5,07	3,888	1.65	4.755	1.888

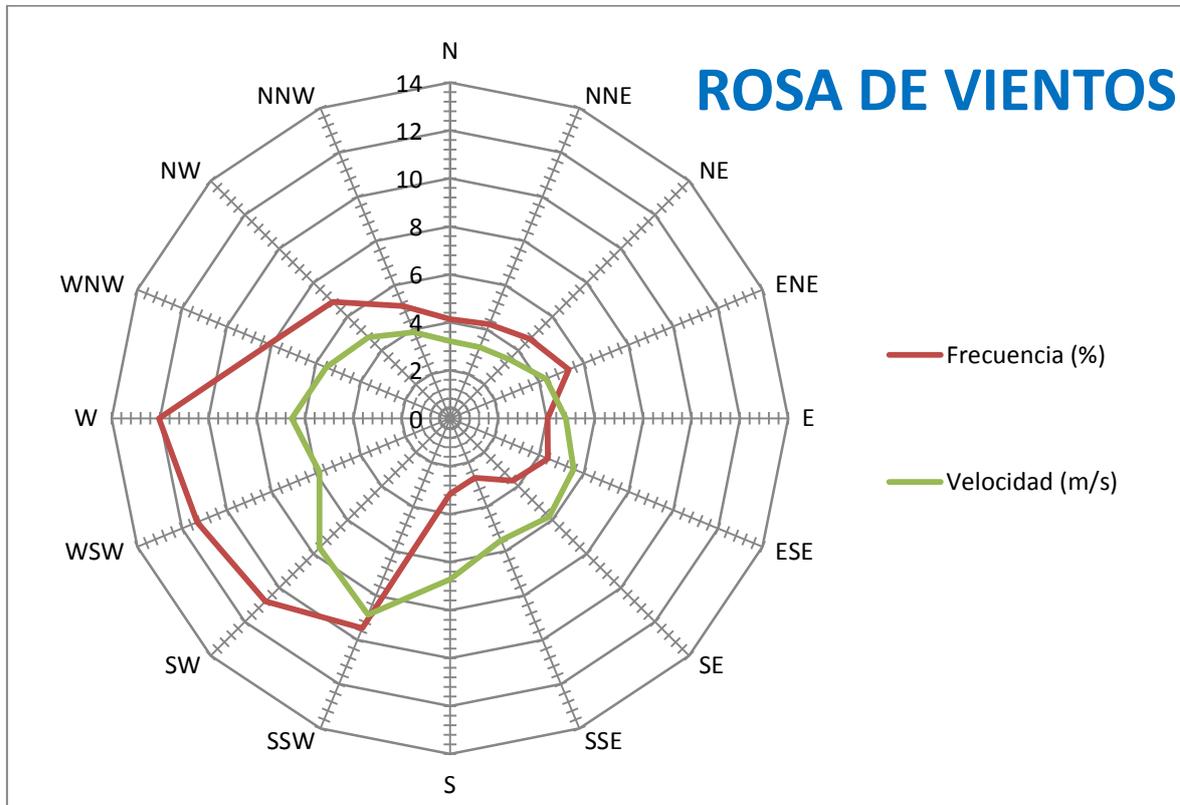


Imagen 1. Rosa de vientos del emplazamiento (Elaboración propia)

Los vientos que se dará con más frecuencia en nuestro terreno serán los comprendidos entre W y SSW con unas velocidades aproximadas de 6 m/s y con una frecuencia aproximada del 33%.

### 9.1.3 Selección del aerogenerador

Para la selección del aerogenerador se ha seguido un criterio meramente personal, aunque se han tenido en cuenta ciertas condiciones de la zona como las zonas de arboledas cercanas a la finca. Se ha elegido un aerogenerador de eje horizontal, de manera que se puedan adaptar a la zona de árboles situada en la parte posterior a su ubicación. El modelo será el aerogenerador **Windaon** en su versión de 10 KW de potencia nominal, que se alcanza a una velocidad de 10 m/s y cuenta con inversor.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las curvas características del generador son las siguientes:



Imagen 2. Curva de potencia del aerogenerador elegido.

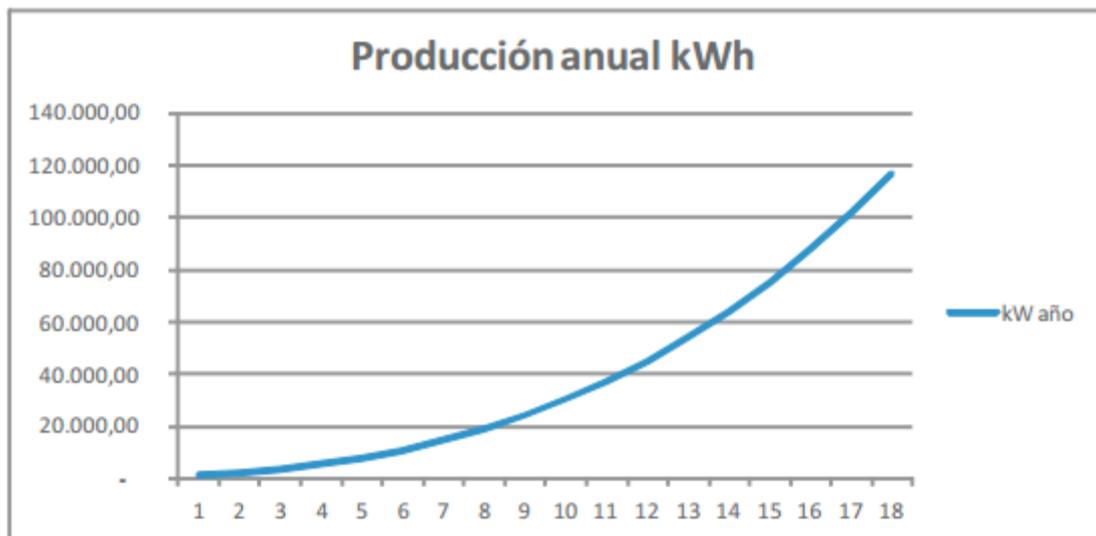


Imagen 3. Producción anual del aerogenerador elegido.

A partir de nuestra velocidad aproximada de 6 m/s se obtiene una energía de unos 15000 KWh que son superiores al consumo anual de la casa **4230,6 KWh** por lo que el abastecimiento está garantizado. Sin embargo, el pico de potencia de **18,1 KW** no sería cubierto solamente con el aerogenerador, por lo que habría que usar la conexión a la red eléctrica general de la vivienda.



## **9.2 Demanda térmica**

La solución que se propone es un sistema de producción solar con acumulación y apoyo individual, que se realizará con una caldera de condensación. El sistema hidráulico así como el acumulador se emplazarán en el garaje, con el objetivo de facilitar las posibles revisiones y/o reparaciones que sean necesarias.

Se plantea una ocupación del 100% durante todo el año, ya que se trata de una vivienda habitual y uso permanente. Como se ha mencionado anteriormente, la instalación del sistema solar térmico para el suministro de agua caliente sanitaria se realizará con un sistema solar tipo forzado y cerrado basado en un captador solar y un depósito de acumulación, el cual se encargará de recibir la radiación solar para posteriormente transformarla en calor con el que calentar el agua.

Los datos sobre la temperatura de la red y la temperatura ambiente de la zona, se obtendrán a partir del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar de Baja Temperatura del IDAE. La localidad, como se ha mencionado previamente, es el barrio de La Cavada, situada a una altitud de 105 metros, latitud 43,3 ° N, longitud 3,7°W

Los captadores se instalarán en la cubierta plana del edificio, de manera que las pérdidas sean las menores posibles, La orientación será hacia el sur, con una inclinación de 45° para aprovechar al máximo la latitud del emplazamiento (43,3°) ya que se requiere un consumo uniforme a lo largo de todo el periodo anual.

La instalación de A.C.S. de origen solar está formada por un sistema de producción de tipo forzado. Los elementos de los que se compone la instalación son el captador solar plano y el intercambiador de serpentín interno del acumulador. El esquema de la instalación se representa en el apartado PLANOS .

Como alternativa a la ausencia de energía solar, se plantea un apoyo del sistema que se llevará a cabo mediante una caldera de condensación y será individual, cuya temperatura de preparación será de 45 °C, para evitar posibles problemas con la legionella. Se pretende con esto, garantizar el suministro de agua caliente sanitaria en las situaciones que haya insuficiente radiación solar o una excesiva demanda a la prevista.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

La marca elegida de los componentes del sistema de A.C.S. y calefacción se ha elegido la marca JUNKERS. El criterio es meramente personal, se trata de elegir una referencia para el cálculo de los equipamientos.

El captador solar plano utilizado será el JUNKERS FKT-1 W, con 2,25 m<sup>2</sup> de superficie útil, rendimiento óptico del 81,1% y coeficiente de pérdidas 3,653 W/m<sup>2</sup>·°C. La presión máxima de trabajo será de 10 bar.

Este sistema de captación, en base a la clasificación del CTE respecto a su posición respecto a la edificación, está clasificado como de superficie horizontal o caso general. El captador se conectará a las tuberías y se instalará con válvulas de cierre en la entrada y salida del mismo y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc. Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

El conjunto de todo el circuito primario de captación se realizará de manera que el mismo resulte equilibrado hidráulicamente mediante el sistema de retorno invertido.

El transporte de energía se realizará por una bomba circuladora, mediante una red de tuberías cuyo material y diámetro viene especificado en esta memoria. El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema. Esta red contará con vaso de expansión, filtro, válvulas de corte, vaciado y puntos de toma de datos. Todos estos elementos aparecen en el esquema de principio de la instalación.

En cuanto al sistema acumulación, estará constituido por un depósito de acumulación JUNKERS, modelo SK-5ZB vertical de 200 litros de acero esmaltado, para almacenar el agua caliente sanitaria hasta su consumo. El acumulador consta de un aislamiento de espuma rígida de poliuretano (PUR), conexiones hidráulicas en la parte posterior, conexión de recirculación, protección catódica mediante ánodo de magnesio aislado incorporado, así como un sensor de temperatura.

El sistema de intercambio de energía entre el campo de captadores y el fluido que circula por los acumuladores se realizará mediante un intercambiador de calor interno de serpentín, de 1,00 m<sup>2</sup> de superficie de intercambio útil.



El sistema auxiliar está diseñado para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar y sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

El sistema de impulsión del sistema solar térmico se llevará a cabo gracias a un grupo de bombeo denominado AGS 5 E de JUNKERS.

Se instalará una válvula termostática también de la marca JUNKERS TWM-20 antes de la salida al consumo, que permita mantener la temperatura constante e igual a un valor dado, independientemente del caudal elegido y de la temperatura de entrada.

El dimensionado básico de la instalación, siguiendo el criterio del CTE, se ha realizado de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110 % de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100 %, por lo que no es de aplicación ninguna de las soluciones propuestas en el apartado 2.1.4 del propio CTE.

La protección de la instalación solar (concretamente de los captadores solares) contra congelaciones, se realizará mediante el empleo de un fluido en el circuito primario, cuyo punto de congelación sea de 5 °C a la temperatura mínima histórica de la zona.

Se empleará una mezcla del 25% en peso propilenglicol, 75% agua cuyo punto de congelación es de -9,6 °C, la cual es claramente inferior a la mínima histórica de la zona de la vivienda (-4°C).



### 9.2.1. Cálculo de la demanda

Acorde al CTE en su Documento Básico HE Ahorro de Energía, sección HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria", en su apartado 3.1, para valorar las demandas se tomará como valor unitario de consumo 30 litros/día por persona, tal y como refleja la siguiente tabla.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Imagen 4. "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" (CTE-HE 4)

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de  $T_i = 12^\circ\text{C}$  (constante) y  $T = 45^\circ\text{C}$ .



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la

demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_1^{12} D_i(T) \quad (3.1)$$

$$D_i(T) = D_i(60 \text{ °C}) \times \left( \frac{60 - T_i}{T - T_i} \right) \quad (3.2)$$

siendo

D(T) Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;

D<sub>i</sub>(T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes *i* a la temperatura T elegida;

D<sub>i</sub>(60 °C) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes *i* a la temperatura de 60 °C;

T Temperatura del acumulador final;

T<sub>i</sub> Temperatura media del agua fría en el mes *i*.

*Imagen 5. “Factor corrector de la demanda de referencia” (CTE-HE 4)*

En el caso de nuestra vivienda, consta de 2 dormitorios con capacidad para 4 personas. Por lo tanto, tendremos un consumo de D<sub>i</sub> (60°C) = 120 litros/día. Tomaremos como temperatura de preparación de ACS el valor de (T)= 45 °C, por lo que será necesario aplicar el siguiente factor de corrección.

No se han considerado otro tipo de pérdidas destacables a la hora del cálculo de la demanda, por lo que se puede llegar a la conclusión siguiente de que el consumo diario será el más adecuado para el dimensionamiento de la instalación. Tampoco existe ningún tipo de ordenanza municipal que regule el uso de agua y que pueda influir en el dimensionamiento de la instalación. Por lo tanto, el consumo diario de ACS que obtenemos es de **175 litros/día**.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para la obtención de los datos de la temperatura de agua de red y temperatura ambiente se consideran los datos del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar de Baja Temperatura del IDAE. La localidad es La Cavada situada a una altitud de 105 metros, latitud 43,3 ° N, longitud 3,7°W y una temperatura mínima histórica de -4 °C (Se ha considerado la temperatura mínima histórica de Santander ante la falta de datos). En cuanto al porcentaje de ocupación se ha considerado un 100,0 % durante todo el año.

DEMANDA DE ENERGÍA PARA PRODUCCIÓN DE ACS							
MES	DÍAS	Tª amb °C	Tª red °C	Ocupa. %	Consumo agua m3	DT °C	Energía neces. MJ
ENERO	31	11	8	100	5,43	37	840,4
FEBRERO	28	11	9	100	4,90	36	738,6
MARZO	31	14	11	100	5,43	34	772,3
ABRIL	30	14	13	100	5,25	32	703,4
MAYO	31	16	14	100	5,43	31	704,1
JUNIO	30	19	15	100	5,25	30	659,5
JULIO	31	21	16	100	5,43	29	658,7
AGOSTO	31	21	15	100	5,43	30	681,4
SEPTIEMBRE	30	20	14	100	5,25	31	681,4
OCTUBRE	31	17	13	100	5,43	32	726,9
NOVIEMBRE	30	14	11	100	5,25	34	747,4
DICIEMBRE	31	12	8	100	5,43	37	840,4
<b>TOTAL</b>	<b>365</b>	<b>15,8</b>	<b>12,3</b>	<b>100</b>	<b>63,88</b>	<b>-</b>	<b>8754,6</b>

Por lo tanto, a la vista de la tabla anterior, se llega a la conclusión de que la demanda anual total de ACS será de **8754,6 MJ**.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

En la siguiente gráfica se observa la distribución de la demanda a lo largo de todo el año. Como es lo lógico, los periodos invernales serán los meses donde más demanda de ACS se requiera, mientras que durante el periodo estival la demanda será menor. De todas formas, se puede apreciar un consumo bastante uniforme a lo largo de todo el año, fruto del suave clima que se da en la comunidad autónoma de Cantabria, que hace que las temperaturas no sufran grandes fluctuaciones.

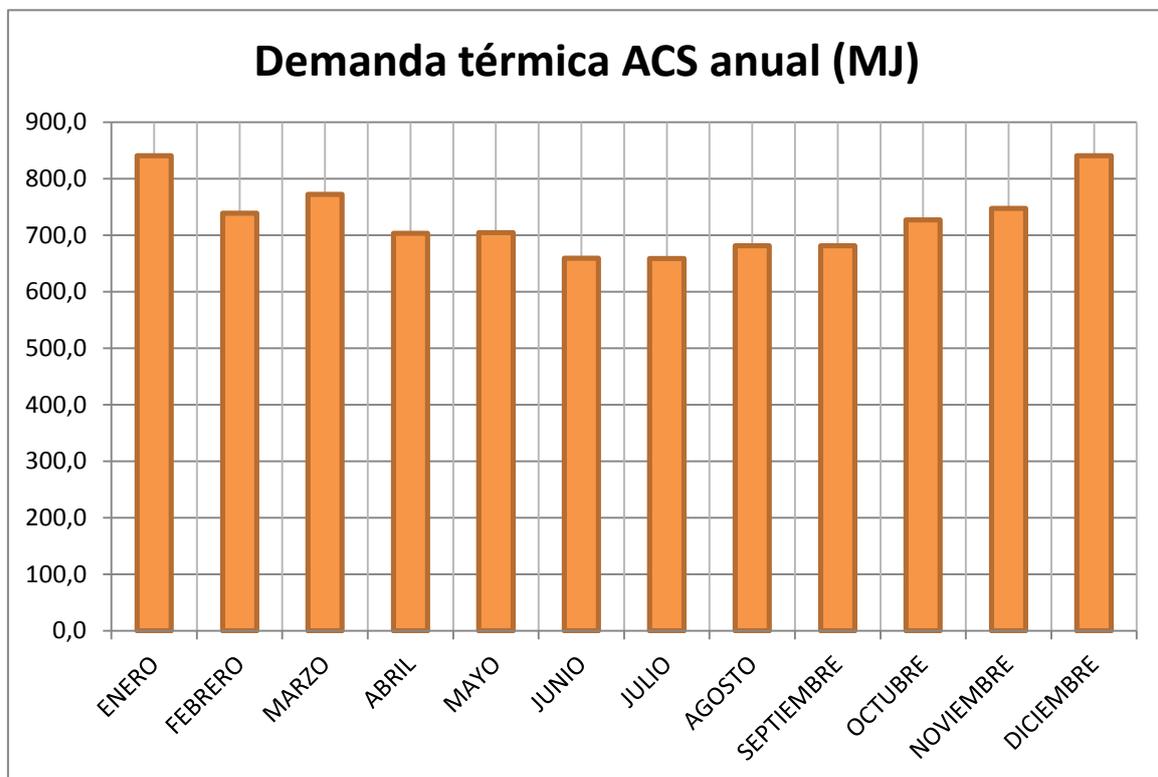


Imagen 5. Demanda térmica anual de la vivienda.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

### 9.2.2 Radiación solar en la superficie del captador

La obtención de datos de la radiación incidente en la superficie de los captadores se ha obtenido a partir de los datos facilitados en el del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar de Baja Temperatura del IDAE. La inclinación del captador es de 45° y su orientación Sur.

No se producirán pérdidas por sombras en la instalación, por lo que se considerará el valor máximo de la radiación solar incidente.

Energía irradiada en captadores				
Mes	Días	Energía horiz. MJ	Factor corrector	Energía inclin. MJ
ENE	31	348,8	1,45	505,7
FEB	28	466,2	1,33	620,0
MAR	31	767,3	1,19	913,0
ABR	30	877,5	1,05	921,4
MAY	31	1123,0	0,95	1066,8
JUN	30	1147,5	0,91	1044,2
JUL	31	1283,4	0,95	1219,2
AGO	31	1081,1	1,06	1146,0
SEP	30	877,5	1,24	1088,1
OCT	31	662,6	1,45	960,8
NOV	30	391,5	1,59	622,5
DIC	31	313,9	1,57	492,8
<b>TOTAL</b>	<b>365</b>	<b>9340,2</b>	<b>-</b>	<b>10600,6</b>

Como se puede apreciar, la **energía total irradiada** que se obtiene en los captadores son **11600,6 MJ**



### 9.2.3 Captador solar

A continuación se muestra la ficha técnica del captador solar, de la marca Junkers, que será del tipo plano y horizontal, para la mejor adaptación de la instalación.

#### Características del captador

	Captadores Excellence
Modelo	FKT-1 W
Montaje	Horizontal
Dimensiones (mm)	2070x1145x90
Área total (m <sup>2</sup> )	2,37
Área de apertura (m <sup>2</sup> )	2,25
Área del absorbedor (m <sup>2</sup> )	2,23
Volumen del absorbedor (l)	1,76
Peso en vacío (kg)	45
Presión trabajo máx. (bar)	10
Caudal nominal (l/h)	50
Material de la caja	Fibra de vidrio, con esquinas de plástico y chapa de acero tratada con aluminio y zinc
Aislamiento	Lana mineral, de 55 mm de espesor
Absorbedor	Selectivo
Recubrimiento absorbedor	PVD
Circuito hidráulico	Doble serpentín
Factor de eficiencia	0,811
Coef. Pérdidas línea (W/m <sup>2</sup> *K)	3,653
Coef. Pérdidas secund. (W/m <sup>2</sup> *K) <sup>2</sup>	0,0146

*Imagen 6. Características del captador solar*

([http://www.junkers.es/usuario\\_final/productos/catalogo\\_usuario/producto\\_7360](http://www.junkers.es/usuario_final/productos/catalogo_usuario/producto_7360))



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

De acuerdo al CTE la instalación estará protegida contra congelaciones en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. El producto químico a emplear será no tóxico y tendrá un calor específico no inferior a 3 kJ/kg K. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.

Como temperatura mínima histórica medida en La Cavada, al no poseer datos fiables de la zona, se ha tomado como referencia la de la localidad de Santander, que se encuentra a una distancia relativamente corta, por lo que se tomará como válido ese valor, que es de -4 °C (según tablas del IDAE). El fluido portador seleccionado será una mezcla en peso de 25% propilenglicol, 75% agua. Las propiedades del fluido del circuito primario son las siguientes:

FLUIDO: 25% PROPILENGLICOL, 75% AGUA				
T °C	CP kJ/kg·°C	K W/m·K	μ cP	ρ kg/m <sup>3</sup>
20	3,986	0,504	1,423	1010,0
30	4,001	0,512	1,049	1005,2
40	4,019	0,520	0,819	999,8
50	4,038	0,528	0,684	993,9
60	4,060	0,537	0,603	987,3
70	4,082	0,545	0,548	980,2
80	4,093	0,549	0,524	976,4

Imagen 7. Propiedades del fluido portador ([www.resol.de](http://www.resol.de))

#### 9.2.4 Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En la siguiente tabla se indica, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria, la contribución solar mínima anual. (Tablas obtenidas del CTE).



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Imagen 8. “Contribución solar mínima anual” (CTE-HE 4)

En la siguiente figura se muestran las zonas climáticas que se producen en cada una de las ciudades españolas.



Imagen 9. “Mapa de zonas climáticas” (CTE-HE 4)



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

La comunidad autónoma de Cantabria, tal y como se observa en la figura anterior se encuentra dentro de la zona climática I, por lo que la contribución solar mínima será del 30 %.

Siguiendo el método F-Chart, se han calculado los distintos parámetros que nos servirán para dimensionar finalmente la instalación de paneles solares.

Como ayuda para el cálculo, se ha utilizado una aplicación web gratuita y facilitada por la web [www.censolar.es](http://www.censolar.es) de la que se obtienen datos tales como el porcentaje de utilización anual, el número de captadores y la fracción solar mensual.

**UBICACIÓN**

ÁLAVA  
ALBACETE  
ALICANTE  
ALMERÍA  
ASTURIAS  
ÁVILA  
BADAJOZ  
BALEARES  
BARCELONA  
BURGOS  
CÁCERES  
CÁDIZ  
CANTABRIA  
CASTELLÓN  
CEUTA

**CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS**  
*Rendimiento:  $R = R_0 - a_1 dT / I - a_2 dT^2 / I$*

Modelo: Genérico Superficie de ref. (m²): 2.25

$R_0$ : 0.81  dT=Tm-Ta  Cubierta simple Inclinación (°): 45

$a_1$ : 3.65  dT=Te-Ta  Cubierta doble Desviación N-S (°): 0

$a_2$ : 0.0146 Factor de intercambiador: 0.8 Número de captadores: 2

**ACUMULACIÓN DE A.C.S.** Temperatura (°C): 45 Volumen (litros): 200

**CONSUMO DIARIO DE A.C.S.** (a la tª de acumulación)  
Criterio de uso: Vivienda Volumen unitario (litros): 43  
Unidades de consumo: 4

**FUENTE DE DATOS**  
Radiación solar: Censolar × 1.05  
Tª ambiente (°C): Censolar  
Tª agua de red (°C): Censolar  
EXAMINAR

**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN (%)**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**FRACCIÓN SOLAR SEGÚN EL MÉTODO "F - CHART" (%)**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
43	61	82	84	93	96	105	101	99	87	59	42	78

*Casos de invalidez del método f-chart*  
D1!: el parámetro D1 del método no está comprendido entre 0 y 3.  
D2!: el parámetro D2 del método no está comprendido entre 0 y 18.  
V/A!: la relación V/A no está comprendida entre 37.5 y 300.  
ERR: la fracción solar resulta negativa.

CALCULAR

Imagen 10. Aplicación online del método F-chart.  
([http://www.censolar.es/\\_%20.htm](http://www.censolar.es/_%20.htm))



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

	Resultados método F-chart
Número de captadores	2
Modelo del captador	FKT-1 W
Área del captador (m <sup>2</sup> )	2,25
Acumulación/área de captación (l/m <sup>2</sup> )	200
Contribución solar anual (%)	78%
Algún mes con CS > 110 %	NO
Más de 3 meses con CS > 100 %	NO
Rendimiento medio anual (%)	64%

Una vez realizados los cálculos del método F-Chart, en la siguiente tabla se pueden analizar los resultados. Se han elegido **dos captadores** de la marca Junkers y cuyo modelo es el **FKT-1 W**, con una superficie útil **de 2,25 m<sup>2</sup>** y un **volumen de captación de 200 litros**.

Se cumple la relación entre el volumen de acumulación y la superficie de captación  $50 < V/A < 180$ , que en nuestro caso será  $200/2,25=88,9$  dentro de los límites permitidos. Tal y como exige el CTE- H-4, ningún mes se supera el 110% de la demanda de consumo, así como tampoco se sobrepasará la barrera de 3 meses consecutivos por encima del 100% de la demanda, otro condicionante a tener en cuenta.

El intercambio de energía entre el campo de captadores y el sistema de acumulación se realizará mediante un intercambiador de calor interior, de serpentín, con una superficie de intercambio de 1,0 m<sup>2</sup>.

La relación entre esta superficie útil de intercambio y la superficie total de captación resulta  $1,0 / 2,25 = 0,44$ , superior a 0,15, requisito exigido por el CTE.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

El sistema de bombeo se realizará con el sistema AGS 5 E de JUNKERS.

Características del sistema:

Número de captadores	1 a 5
Altura manométrica de la bomba	4 m
Diámetro de conexión	15 mm
Válvula de seguridad	6 bar

*Imagen 11. Características del sistema de bombeo<sup>10</sup>*

([http://www.junkers.es/usuario\\_final/productos/catalogo\\_usuario/producto\\_7680](http://www.junkers.es/usuario_final/productos/catalogo_usuario/producto_7680))

A continuación, se muestran los resultados energéticos del método F-chart. Los datos obtenidos a lo largo de todo el año muestran los porcentajes que energía que aportan los 2 captadores solares sobre la demanda térmica así como la energía aportada. Por último se aportan datos de la instalación global de la instalación.

RESULTADOS ENERGÉTICOS DEL MÉTODO F-CHART					
MES	DÍAS	Energía neces. MJ	Contrib. Solar MJ	% Contrib. Solar	%Rendim. instalación
ENERO	31	840,4	361,4	43	0,71
FEBRERO	28	738,6	450,5	61	0,73
MARZO	31	772,3	633,3	82	0,69
ABRIL	30	703,4	590,9	84	0,64
MAYO	31	704,1	654,8	93	0,61
JUNIO	30	659,5	633,1	96	0,61
JULIO	31	658,7	691,6	105	0,57
AGOSTO	31	681,4	688,2	101	0,60
SEPTIEMBRE	30	681,4	674,6	99	0,62
OCTUBRE	31	726,9	632,4	87	0,66
NOVIEMBRE	30	747,4	441,0	59	0,71
DICIEMBRE	31	840,4	353,0	42	0,72
<b>TOTAL</b>	<b>365</b>	<b>8754,6</b>	<b>6804,8</b>	<b>78</b>	<b>0,64</b>



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el siguiente diagrama de barras se compara la demanda energética total respecto a la que aporta la instalación térmica solar. Como se ha comentado anteriormente tan solo se supera la demanda en los meses de Julio y Agosto, no llegándose a superar los 3 meses límite. En estos meses mencionados tampoco se supera el 110% de la demanda.

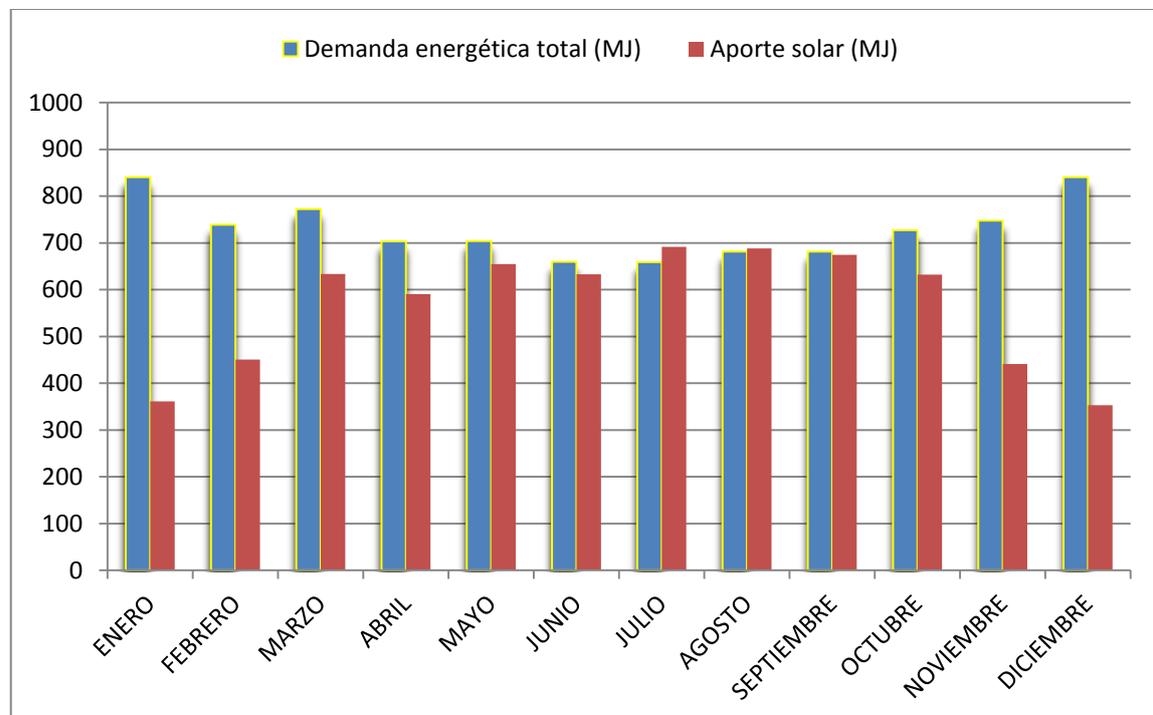


Imagen 12. Demanda energética total frente a aporte solar.

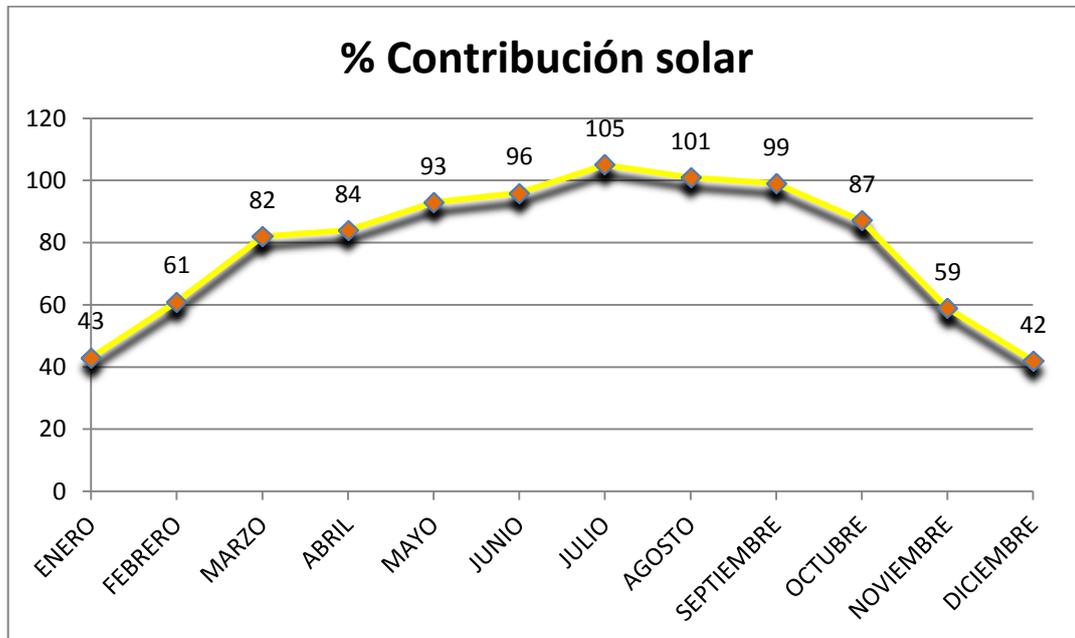


Imagen 13. Porcentaje de contribución solar

En este último gráfico se muestra la evolución de la contribución del sistema de captadores solares respecto de la demanda de la vivienda. La contribución supera el 30% mínimo establecido por el CTE. Se observa la lógica tendencia de un mayor aporte en los meses más calurosos y por tanto más soleados respecto a la aportación de los meses invernales.

#### 9.2.5 Cálculo de la energía necesaria para calentar el depósito de ACS

En caso de que la contribución solar sea insuficiente o en caso de una posible avería, se calculará la energía necesaria para calentar el depósito de acumulación de 200 litros para ACS. Se calculará a través de la siguiente ecuación:

$$Q = m \cdot C_e \cdot (T_f - T_0)$$

Donde:

- Q = cantidad de calor
- m = masa



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

- $C_e$  = calor específico del agua
- $T_f$  = Temperatura salida.
- $T_0$  = Temperatura entrada.

En este caso nuestra  $m=200$  kg de agua, como  $C_e= 1$  cal/g °C, y suponiendo un salto térmico entre la entrada del agua de la red (10°C) y la temperatura deseada (45°C) de 35°C tenemos la siguiente cantidad de calor:

$$Q = 200 \cdot 1 \cdot 35 = 7000 \text{ kcal}$$

Sabiendo que 1 kWh es aproximadamente 859,85 kcal, tenemos que se necesitan 8,14 kWh y deberán ser suministrados por la caldera.

### 9.2.6 Demanda térmica de calefacción

Las cargas térmicas de la vivienda se han realizado de manera muy simplificada. Para cada estancia de dicha vivienda, a partir de una hoja de cálculo (<http://javiponce-formatec.blogspot.com.es/p/hojas-de-calculo-para-aplicacion-en.html>) que tiene en cuenta datos tales como la superficie de dichas estancias, la temperatura externa con una cobertura del 99% de las horas invernales (4,9 °C) así como la antigüedad del edificio. En la siguiente tabla se muestran a modo de resumen los datos obtenidos a partir de los cuales se seleccionará la potencia de la caldera.

Recinto	Potencia cálculo (kcal/h)	Potencia cálculo (W)
Hall entrada	1728	2004,5
Cocina	2112	2449,9
Baño planta 1	1382	1603,1
Salón	2736	3173,8
Hall planta 2	1176	1364,2
Dormitorio 1	2408	2793,3
Dormitorio 2	2394	2777,0
Baño planta 2	1728	2004,5
<b>TOTAL</b>	15664	18170,2



Por tanto, se obtiene una carga total simultánea de **18170,2 W** a partir de la cual se seleccionará la caldera de condensación más adecuada. Para esta vivienda, se ha escogido la caldera **Themafast Condens F 30** de la marca Saunier Duval y que consta de las siguientes características:

- Potencia nominal de 26,7 KW y 6,6 KW a carga parcial.
- Rendimiento de hasta 109,2% a carga nominal y 97,7% a carga parcial.
- Dimensiones de 7740 x 418 x 344 mm.
- Combustible: gas natural.

Se instalará un controlador inteligente CW400 de la marca JUNKERS, que será el encargado de gestionar el sistema solar térmico, el circuito de suelo radiante, etc:

- 4 circuitos de calefacción
- Solar y ACS
- 2 programas por circuito de calefacción.
- Encastrable en las nuevas calderas de pie.
- Cascada

Teniendo en cuenta que nuestra demanda térmica es de 18,1 KW será necesario considerar una serie de pérdidas en concepto de distribución, en este caso 20%. Por lo que  $18,1 \times 1,2 = 21,72$  KW.

Además, aplicando el rendimiento nominal de la caldera 109,2% y 97,7% a carga parcial, por lo que aplicando el valor más restrictivo para estar del lado de la seguridad tenemos que  $21,72 / 0,977 = 22,23$  KW.

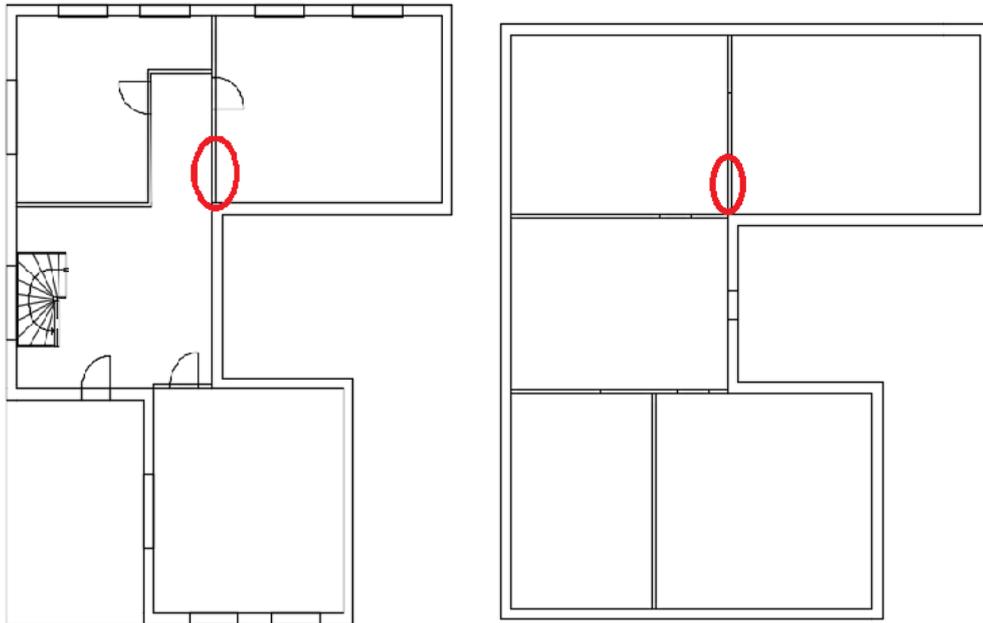
### 9.2.7 Suelo radiante

Se han realizado planos acerca de la posible instalación de calefacción por suelo radiante, aunque no se ha dimensionado dicho sistema por falta de algunos datos relevantes para el dimensionamiento del mismo, tales como las cargas térmicas del edificio. Sin embargo, se han mencionado algunos aspectos a tener en cuenta en su futuro cálculo. Lo más importante será el cálculo de las demandas térmicas e los distintos recintos de la vivienda, a partir de los cuales se podrá calcular la potencia necesaria de calefacción por estancia y total.



### 9.3.7.1 Localización de los colectores

Los colectores se sitúan en un espacio centrado respecto de las zonas que van a ser calefactadas. Se ha decidido que para cada una de las plantas, la mejor ubicación posible es la tabiquería que se puede apreciar en la siguiente imagen.



*Imagen 14. Posibles emplazamientos de los colectores*

Cada colector puede albergar un máximo de 12 circuitos. En el caso de nuestra vivienda cada planta consta de 4 circuitos de, uno por cada espacio habitable, por lo que no se superará el máximo permitido.

### 9.2.7.2 Diseño de circuitos

Para el diseño de los circuitos, se recomienda que cada estancia (dormitorio, baño, cocina, etc) sea calefactada por circuitos independientes. De este modo se permite la regulación de temperaturas de cada estancia de manera independiente.

La selección del tipo de tubería se realiza teniendo en cuenta que las pérdidas de carga y caudal total no determine la necesidad de bombas demasiado potentes. Es usual en suelos radiantes para vivienda utilizar tuberías con un diámetro exterior de 16 mm.



#### 9.2.7.3 Cálculo de la temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento ( $T_{ms}$ ) es función únicamente de la demanda térmica, que a efectos de simplificación de cálculos se considera igual a la carga térmica del espacio y de la temperatura interior de diseño del local ( $T_i$ ). Se calcula de acuerdo a la expresión.

Tiene dos componentes: coeficiente de transmisión por radiación y coeficiente de transmisión por convección). Es conveniente, por motivos de confort del usuario de la instalación, que la temperatura media superficial del pavimento no supere los 30°C.

#### 9.2.7.4 Cálculo de la temperatura del agua

En este apartado se calcula la máxima temperatura de del sistema de impulsión y se aplica un salto térmico que nos dará la temperatura de retorno, cogiendo siempre la más alta para estar del lado de la seguridad.

#### 9.2.7.5 Cálculo del caudal de agua y tuberías

El siguiente paso será calcular el caudal de que circulará por las conducciones, para poder elegir un tipo de tubería y hallar las pérdidas de carga en función de sus características además de considerar las pérdidas en codos, derivaciones etc que se estimarán en un 30%.

Trazando un esquema de la instalación, la pérdida de carga en esta será la mayor de entre las pérdidas de carga de todos los trazados posibles que puede seguir el agua desde la impulsión de la bomba de circulación hasta el retorno a este.

#### 9.2.7.6 Cálculo la bomba

Finalmente, será necesario el dimensionamiento del sistema de impulsión, que se elegirá en función del caudal y la pérdida de carga.



## 10. LEGISLACIÓN

La normativa que se ha utilizado para la realización de este estudio se enumera a continuación:

### 10.1 Normas de carácter general

#### ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

- LEY 38/1999 de 5-NOV-99, de la Jefatura del Estado
- B.O.E.: 6-NOV-99

#### MODIFICACIÓN DE LA LEY 38/1999, de 5-NOV-99, DE ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

- LEY 53/2002 de 5-DIC-02, (Art. 105), de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, de la Jefatura del Estado
- B.O.E.: 31-DIC-02

### 10.2 Disposiciones legislativas

El CTE establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la LOE.

- REAL DECRETO 314/2006, de 17-MAR-06, del Ministerio de Vivienda
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Corrección de errores de la Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 08-noviembre-2013).



## CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. PARTE I

- Capítulo 1 Disposiciones generales
- Capítulo 2 Condiciones técnicas y administrativas
- Capítulo 3 Exigencias básicas
- ANEJO I Contenido del proyecto
- ANEJO II Documentación del seguimiento de la obra
- ANEJO III Terminología

- Parte I con modificaciones de la Ley 8/2013 señaladas

## CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. PARTE II

- Documento Básico HS. Salubridad
- Documento Básico HE. Ahorro de energía
- Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido
- Criterios para la interpretación y aplicación del Documento Básico DB SI (actualización 21-diciembre-2010)

### 10.2.1 Ahorro de Energía

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía.

DB HE: Ahorro de energía

- DB HE Ahorro de energía (2013) con corrección de errores del BOE 08/11/2013
- Documentos de Apoyo DB HE 2013
- DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente
- DA DB-HE / 2 Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos
- DA DB-HE / 3 Puentes térmicos

# 11. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar		
Dirección	Barrio La lombana		
Municipio	La Cavada	Código Postal	39720
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
Zona climática	C1	Año construcción	2016
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	39064A02200080		

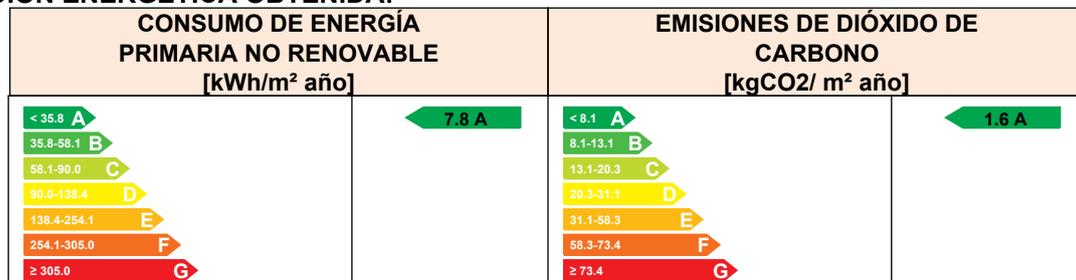
## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul>	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul>

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Adrián Merino Fernández	NIF(NIE)	72077994L
Razón social	AMF Energía	NIF	554888AkO
Domicilio	Plaza Vusista Bahía N°2-2A		
Municipio	El Astillero	Código Postal	39610
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
e-mail:	adrianmerinofernandez@gmail.com	Teléfono	649382140
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero técnico de Obras Públicas		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.1		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 18/9/2015

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

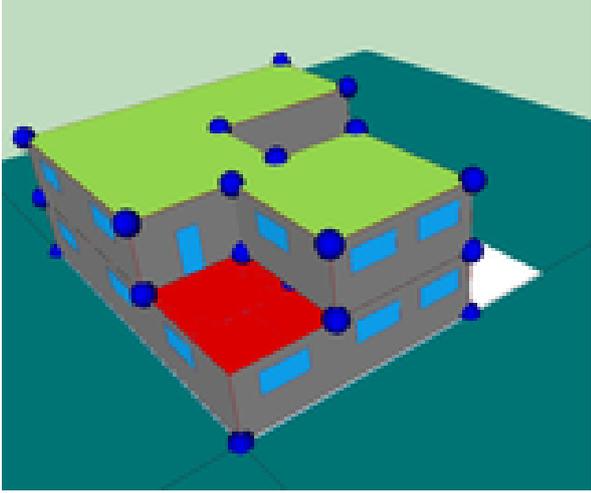
Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

## 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	286.0
---	-------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Tejado	Cubierta	144.68	0.46	Estimadas
Muro de fachada Sur	Fachada	87.6	0.49	Estimadas
Suelo con terreno	Suelo	175.16	0.48	Estimadas
Muro de fachada Este	Fachada	95.6	0.49	Estimadas
Muro de fachada Norte	Fachada	99.6	0.49	Estimadas
Muro de fachada Oeste	Fachada	89.6	0.49	Estimadas

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos Sur	Hueco	12.0	2.12	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Este	Hueco	10.0	2.12	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Oeste	Hueco	16.0	2.12	0.50	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	26.7	90.6	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	Calefacción				

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
<b>TOTALES</b>	Refrigeración				

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diario de ACS a 60° (litros/día)</b>	175.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	26.7	90.6	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

### 5. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	96.7	-	78.0	-
<b>TOTAL</b>	96.7	-	78.0	-

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	<b>1.6 A</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		A	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
	0.64			0.99	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]<sup>1</sup></i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
		-		-	

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

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	0.01	1.95
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	1.64	468.09

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

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	<b>7.8 A</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		A	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
	3.04			4.69	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup> año]<sup>1</sup></i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		-		-	

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

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

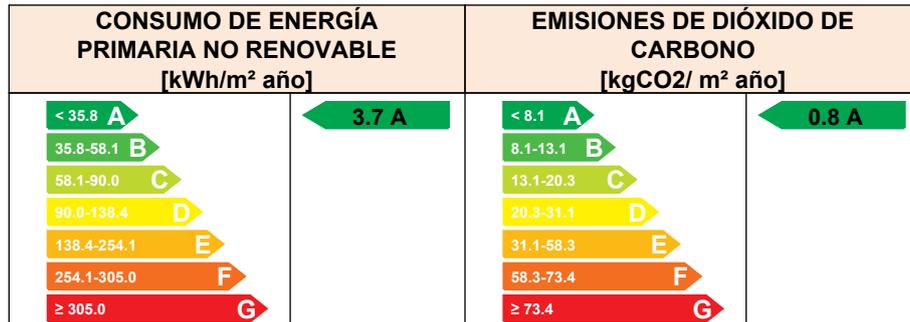
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	<b>No calificable</b>
<i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>

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

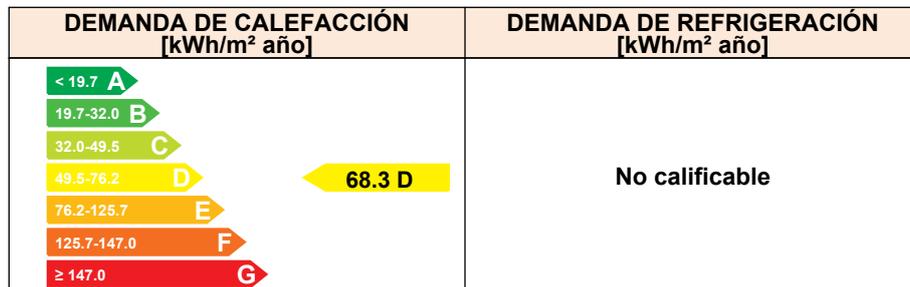
# ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Posibles medidas de mejora

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]	2.92	-14.2 %	-	- %	4.46	-13.3 %	-	- %	7.40	-13.6 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	3.48	A -14.2 %	-	- %	0.15	A 96.8 %	-	- %	3.67	A 52.8 %
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	0.74	A -14.2 %	-	- %	0.08	A 91.9 %	-	- %	0.82	A 49.9 %
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	68.33	D 2.7 %	-	- %						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

### DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )

Coste estimado de la medida

-

Otros datos de interés

## ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	18/9/2015
---	-----------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	39064A02200080	Versión informe asociado	18/9/2015
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	21/9/2015

## 12. Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Posibles medidas de mejora

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )
Coste estimado de la medida -
Otros datos de interés

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]
	
3.67 A	0.82 A

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m <sup>2</sup> año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]
	No calificable
68.33 D	

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>			Ref. Catastral	39064A02200080	Versión informe asociado	18/9/2015
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	21/9/2015

## ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m <sup>2</sup> año]	2.92	-14.2 %	-	- %	4.46	-13.3 %	-	- %	7.40	-13.6 %
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	3.48	A -14.2 %	-	- %	0.15	A 96.8 %	-	- %	3.67	A 52.8 %
Emisiones de CO2 [kgCO2/m <sup>2</sup> año]	0.74	A -14.2 %	-	- %	0.08	A 91.9 %	-	- %	0.82	A 49.9 %
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	68.33	D 2.7 %	-	- %						

## ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]
Tejado	Cubierta	144.68	0.46	144.68	0.46
Muro de fachada Sur	Fachada	87.60	0.49	87.60	0.49
Suelo con terreno	Suelo	175.16	0.48	175.16	0.48
Muro de fachada Este	Fachada	95.60	0.49	95.60	0.49
Muro de fachada Norte	Fachada	99.60	0.49	99.60	0.49
Muro de fachada Oeste	Fachada	89.60	0.49	89.60	0.49

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual del hueco [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]
Huecos Sur	Hueco	12.0	2.12	2.07	12.0	2.12	2.07
Huecos Este	Hueco	10.0	2.12	2.07	10.0	2.12	2.07
Huecos Oeste	Hueco	16.0	2.12	2.07	16.0	2.12	2.07

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>			Ref. Catastral	39064A02200080	Versión informe asociado	18/9/2015
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	21/9/2015

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[kWh/m <sup>2</sup> año]
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	26.7	90.6 %	-	Caldera Condensación	24.0	77.2 %	-	-
<b>TOTALES</b>									

### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[kWh/m <sup>2</sup> año]
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[kWh/m <sup>2</sup> año]
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	26.7	90.6 %	-	Caldera Condensación	24.0	77.2 %	-	-
Nueva instalación ACS	-	-	-	-	Caldera Estándar		80.0 %	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	39064A02200080	Versión informe asociado	18/9/2015
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.1	Fecha	21/9/2015

## ENERGÍAS RENOVABLES

### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	96.7	0	78	-
<b>TOTALES</b>	96.7	-	78.0	-

### Post mejora

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	96.7	0	78	-
<b>TOTALES</b>	96.7	-	78.0	-



### 13. CONCLUSIÓN

El principal motivo de este estudio era dimensionar una vivienda unifamiliar moderna y eficiente energéticamente hablando, lo que se ha conseguido gracias a la introducción de instalaciones que se apoyan en energías renovables.

Podríamos diferenciar 3 apartados claves en este estudio:

1. **Emplazamiento de la vivienda:** este ha sido un aspecto fundamental, ya que la elección de la ubicación donde se va a emplazar la vivienda unifamiliar ha permitido que el dimensionamiento de la energía solar térmica y la elección del aerogenerador hayan sido lo más adecuado posibles. La orientación sur de la casa, la ausencia de posibles sombras que puedan afectar al rendimiento de los colectores han sido factores claves para la elección de dicho emplazamiento. También hay que destacar la dirección y frecuencia de los vientos que son bastante favorables, por lo que se consigue obtener de esta manera un buen aprovechamiento de la energía que puede obtenerse del aerogenerador elegido.
2. **Materiales:** los componentes de los distintos cerramientos han sido cuidadosamente elegidos para que se minimicen las pérdidas térmicas de la vivienda, lográndose así un buen aislamiento térmico. También el uso de iluminación LED de bajo consumo ha permitido lograr un ahorro significativo en los potenciales gastos que se vayan a dar en temas de iluminación.
3. **Energías renovables utilizadas:** el punto más importante de este estudio, ha sido el dimensionamiento del sistema solar térmico para satisfacer, en gran medida, la demanda térmica y la elección del aerogenerador para suplir dentro de lo posible la demanda eléctrica. La energía solar térmica, apoyada por una caldera de condensación, ha sido la encargada de satisfacer la demanda de ACS y calefacción, mientras que la instalación de un aerogenerador ha sido la responsable de suministrar la demanda eléctrica.



ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las soluciones y componentes adoptados como solución se han seleccionado a criterio propio y tienen un valor de referencia, ya que cualquier otra marca o modelo podría desempeñar la misma función de una manera igual de válida.

Como se ha comentado anteriormente, el aerogenerador elegido, en este caso de la marca **WINDON** en su modelo de **10 KW**, satisface de manera holgada la demanda eléctrica de todas las instalaciones de la vivienda unifamiliar, que tiene un valor de 4230,6 KWh, mientras que nuestro aerogenerador puede generar más de 15000 Kwh. Sin embargo, nuestro aerogenerador presenta problemas a la hora de cubrir la potencia punta que puede llegar a darse en la vivienda, que tiene un valor de 18,1 KW. Para solventar este problema, tal y como se ha comentado previamente, la vivienda estará conectada a la red eléctrica convencional, por lo que se evita así la dependencia energética total respecto del aerogenerador, ya sea por avería, falta de viento o exceso de potencia simultánea como se ha mencionado. Desde un principio, la intención de este estudio fue la de apoyarse en energías limpias y renovables, sin embargo no se pretende una dependencia del 100% de las mismas.

Por otro lado, la demanda térmica de calefacción y ACS ha sido dimensionada para ser cubierta en gran medida por el sistema solar térmico formado por los 2 colectores **JUNKERS** de modelo **FKT-1 W**, pero apoyado por la caldera de condensación de bajas emisiones **Themafast Condens F 30** de la marca **Saunier Duval**. Esto se debe a que existe una restricción por la que el sistema solar térmico no puede superar el 100% de la demanda durante más de 3 meses consecutivos, por lo que es en esos meses en los cuales no se alcanza el 100%, cuando la caldera realizará su función.

Para finalizar, a la vista de la certificación, se ha logrado el objetivo primordial del estudio, que era diseñar una vivienda bioclimática con unas emisiones muy bajas y un consumo de energía no renovable también muy pequeño.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]	
 < 35.8 A 35.8-58.1 B 58.1-90.0 C 90.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G	7.8 A	 < 8.1 A 8.1-13.1 B 13.1-20.3 C 20.3-31.1 D 31.1-58.3 E 58.3-73.4 F ≥ 73.4 G	1.6 A

Imagen 1. Resultados de la certificación energética de la vivienda.



ESCUELA POLITÉCNICA DE MINAS Y ENERGÍA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



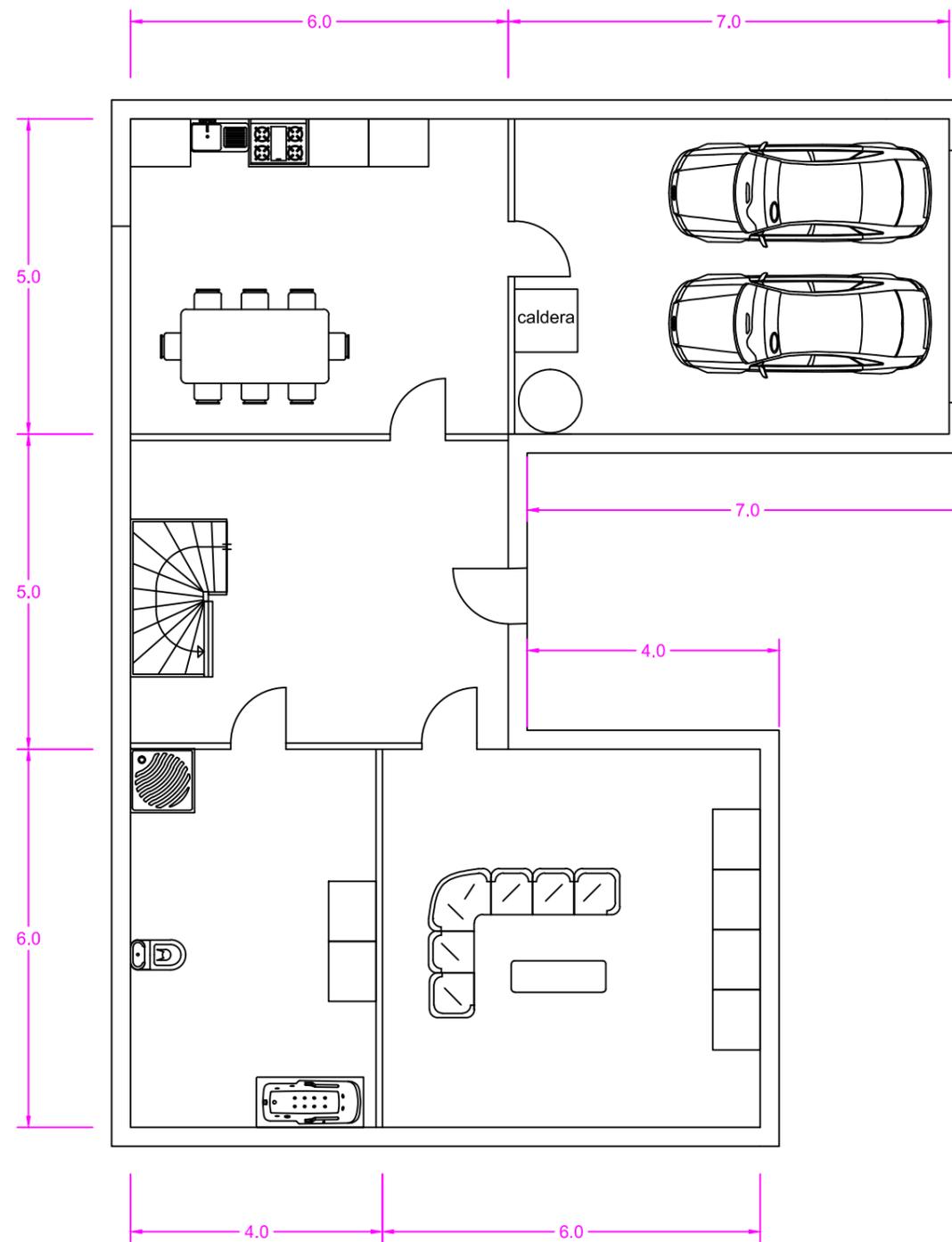
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU  
EFICIENCIA ENERGÉTICA

## DOCUMENTO Nº 3 – PLANOS



## ÍNDICE PLANOS

1. Planos planta	
2.1 Planta 1.....	109
2.2 Planta 2.....	110
2. Planos 3D	
2.1 Vista 3D.....	111
2.2 Planta 1.....	112
2.3 Planta 2.....	113
3. Plano localización.....	114
4. Plano geología.....	115
5. Plano cartografía.....	116
6. Plano emplazamiento aerogenerador.....	117
7. Suelo radiante	
7.1 Planta 1.....	118
7.2 Planta 2.....	119



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

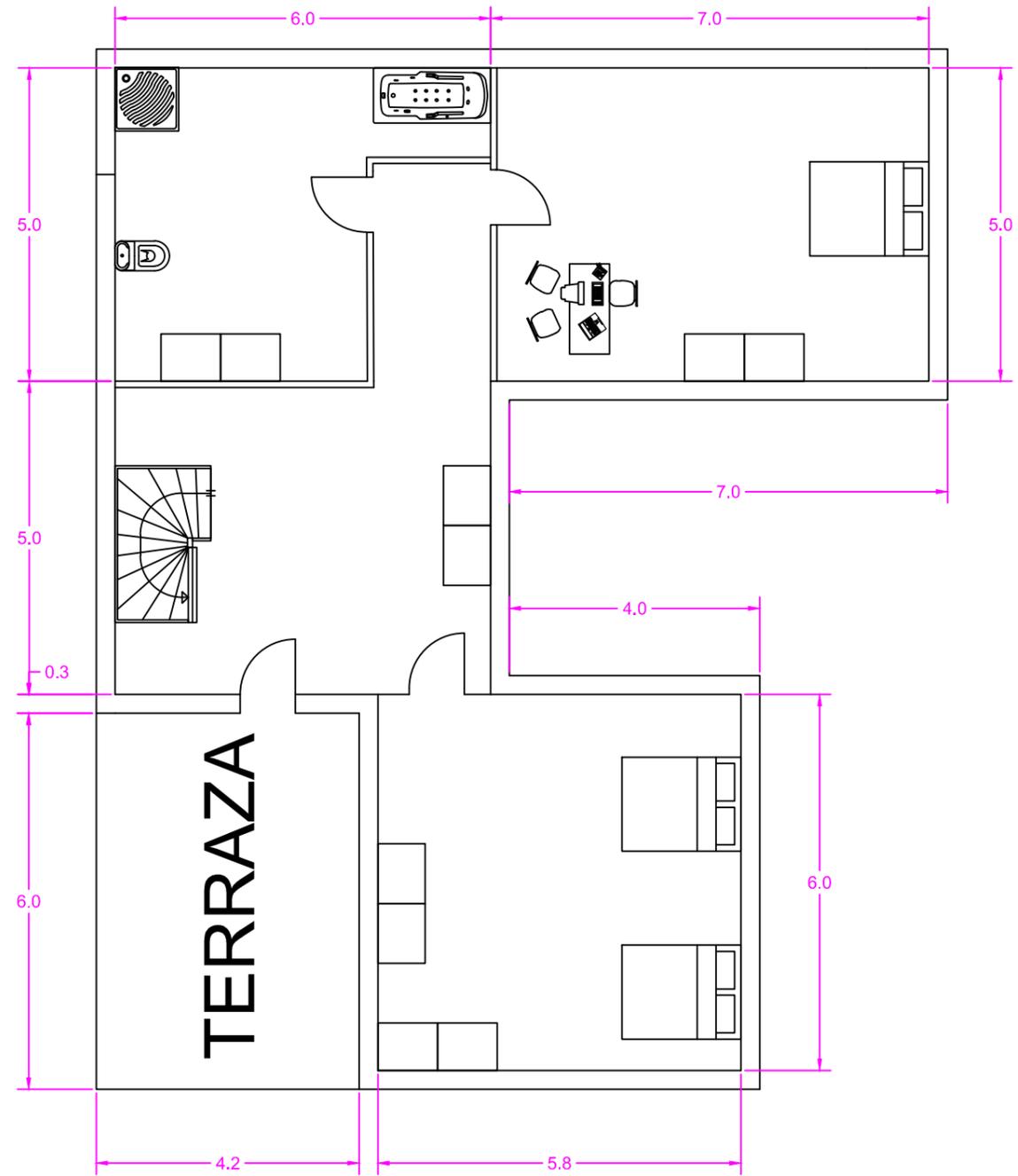
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
1

TÍTULO DE PLANO:  
DETALLE PLANTA 1



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

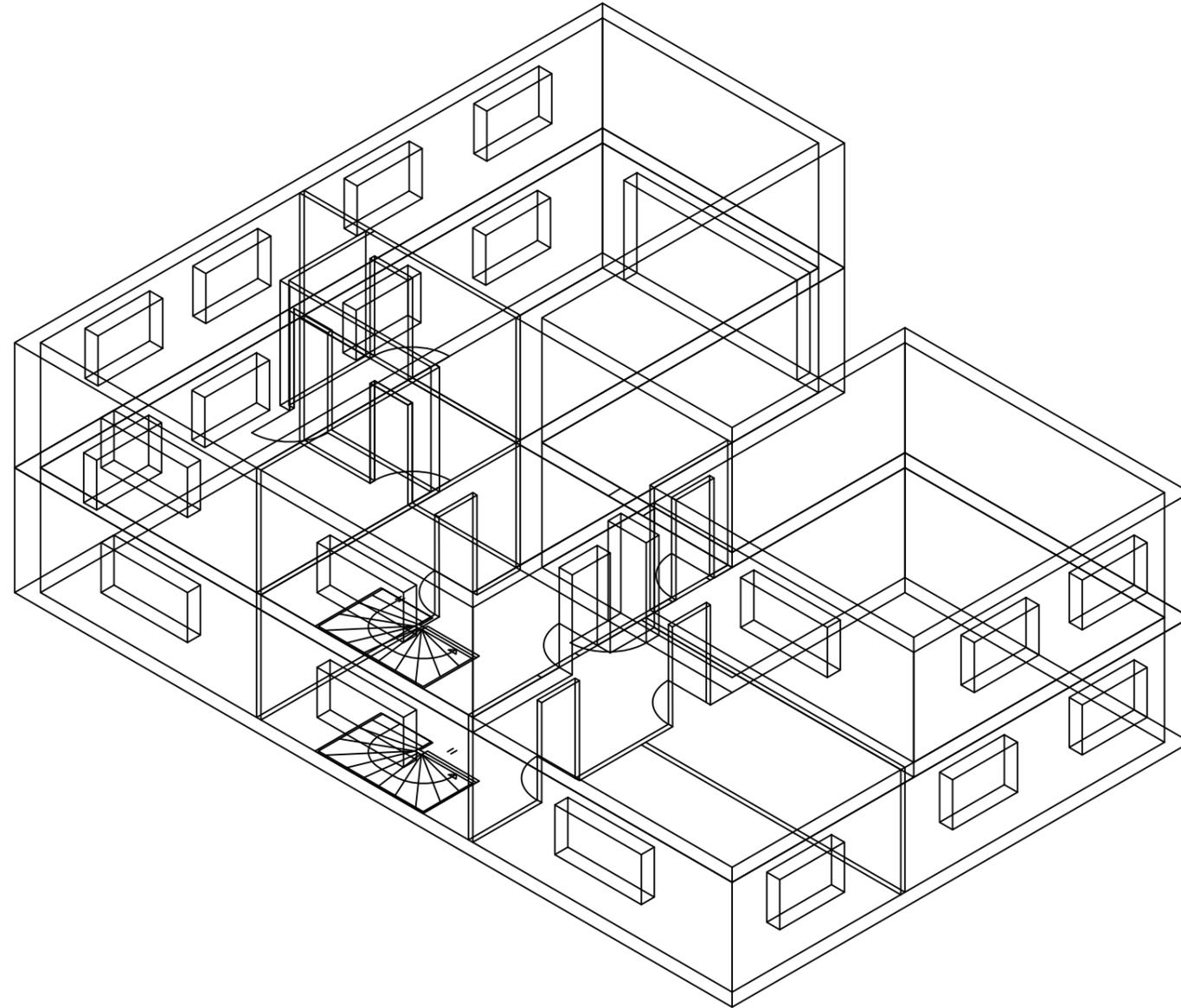
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
2

TÍTULO DE PLANO:  
DETALLE PLANTA 2



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

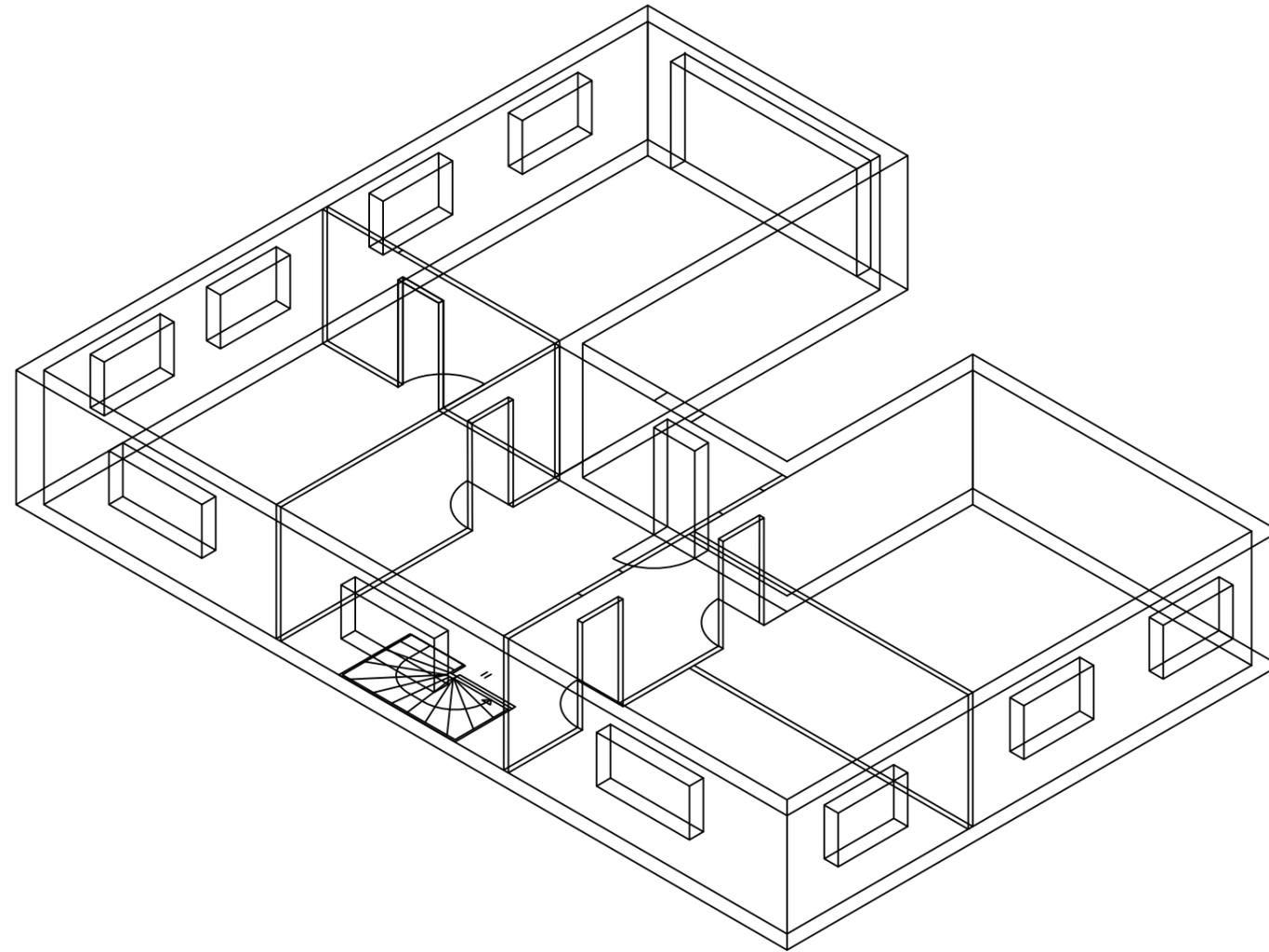
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
1

TÍTULO DE PLANO:  
VISTA 3D



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

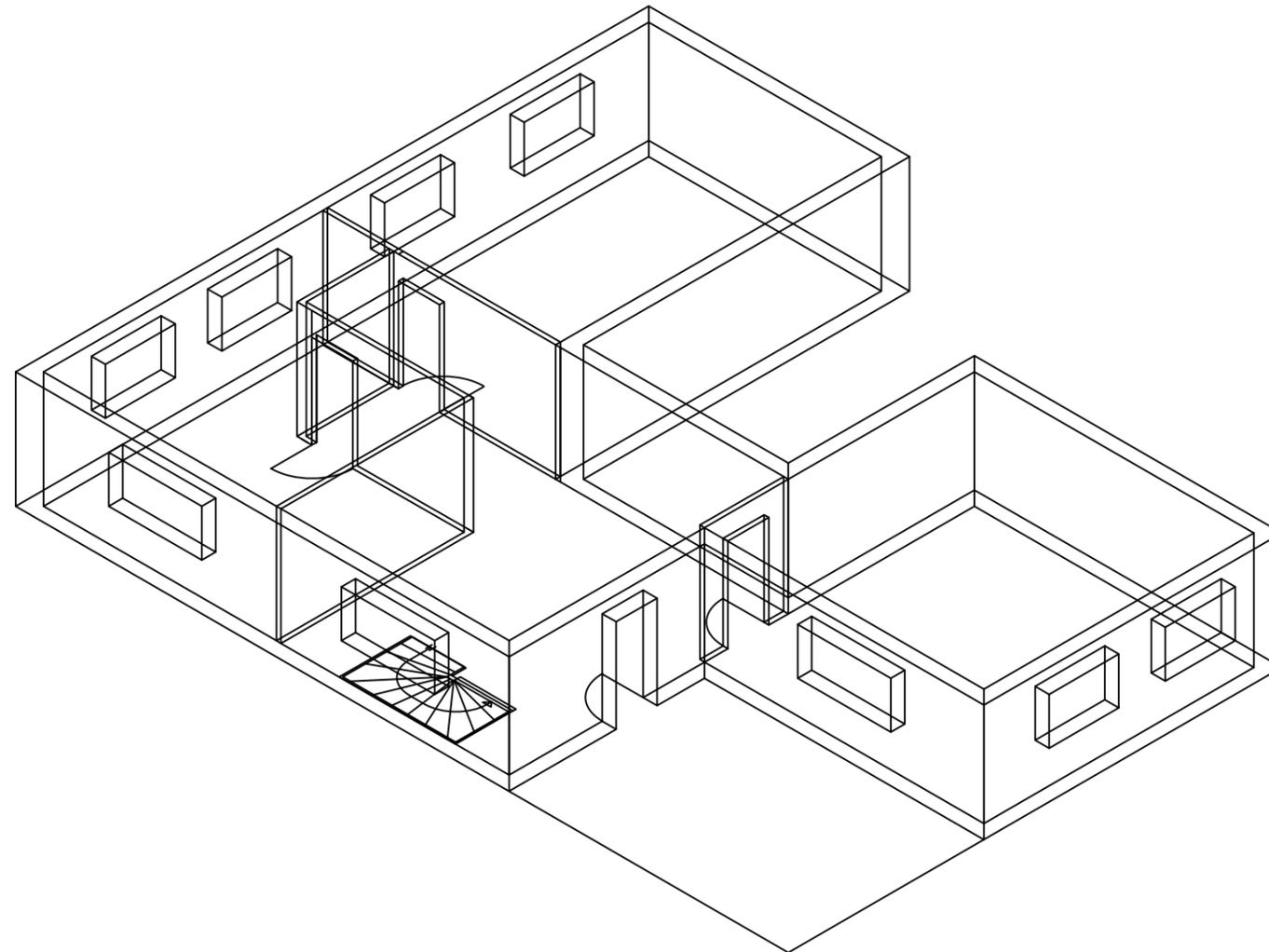
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
2

TITULO DE PLANO:  
VISTA 3D PLANTA 1



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

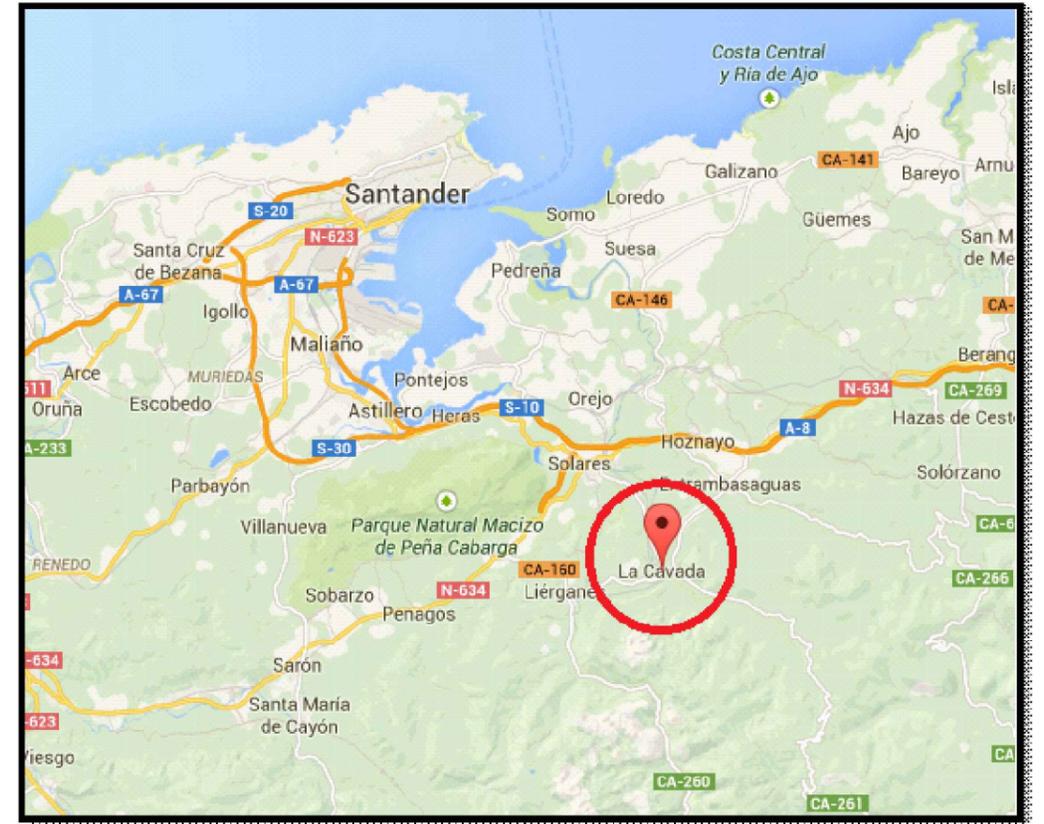
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
3

TITULO DE PLANO:  
DETALLE PLANTA 2



TÍTULO:  
**ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
 UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
 ENERGÉTICA**

AUTOR:  
**ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ**

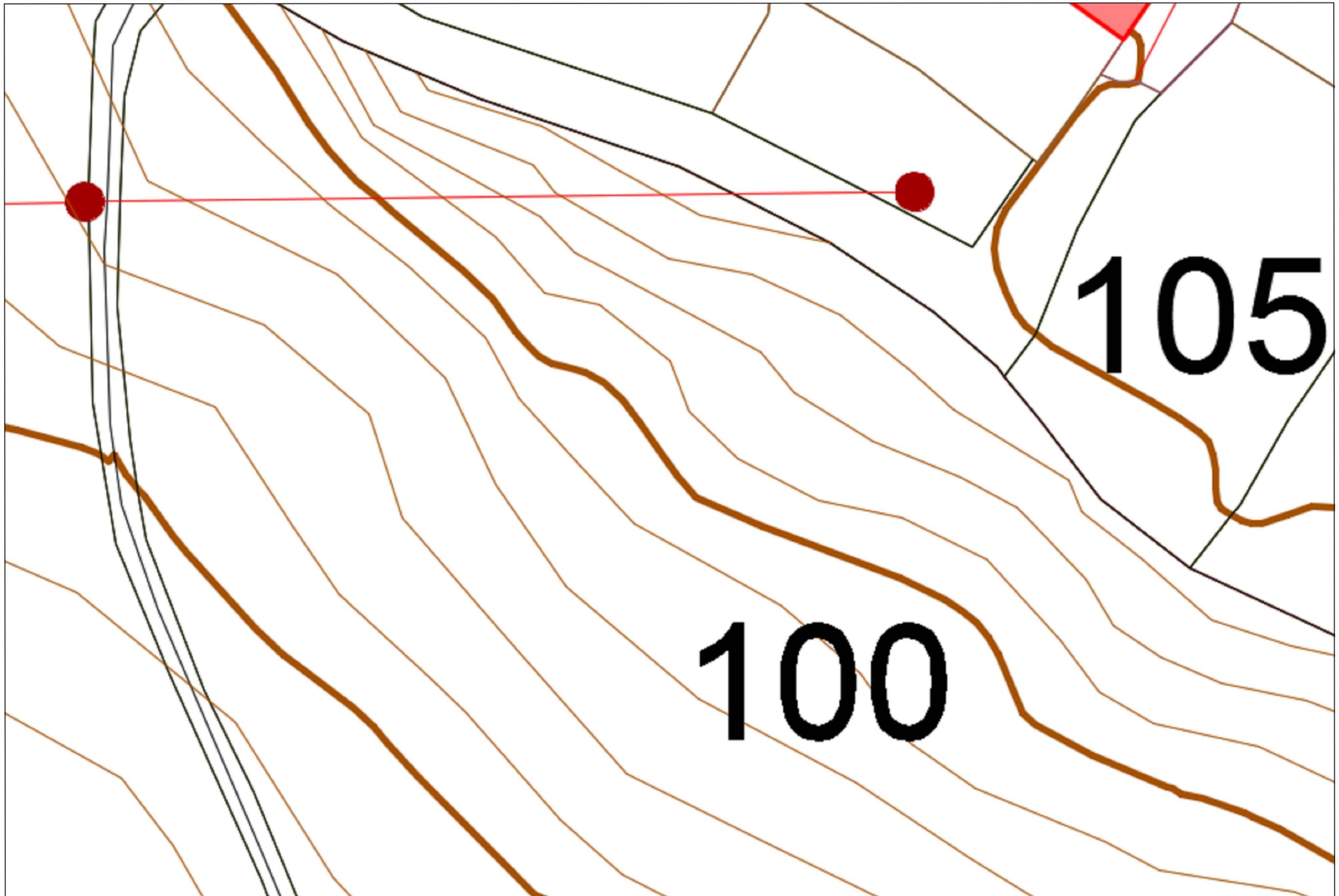
ESCALA:

FECHA:  
 SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
 1  
 Nº DE HOJA:  
 1

TÍTULO DE PLANO:  
**LOCALIZACIÓN**





TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

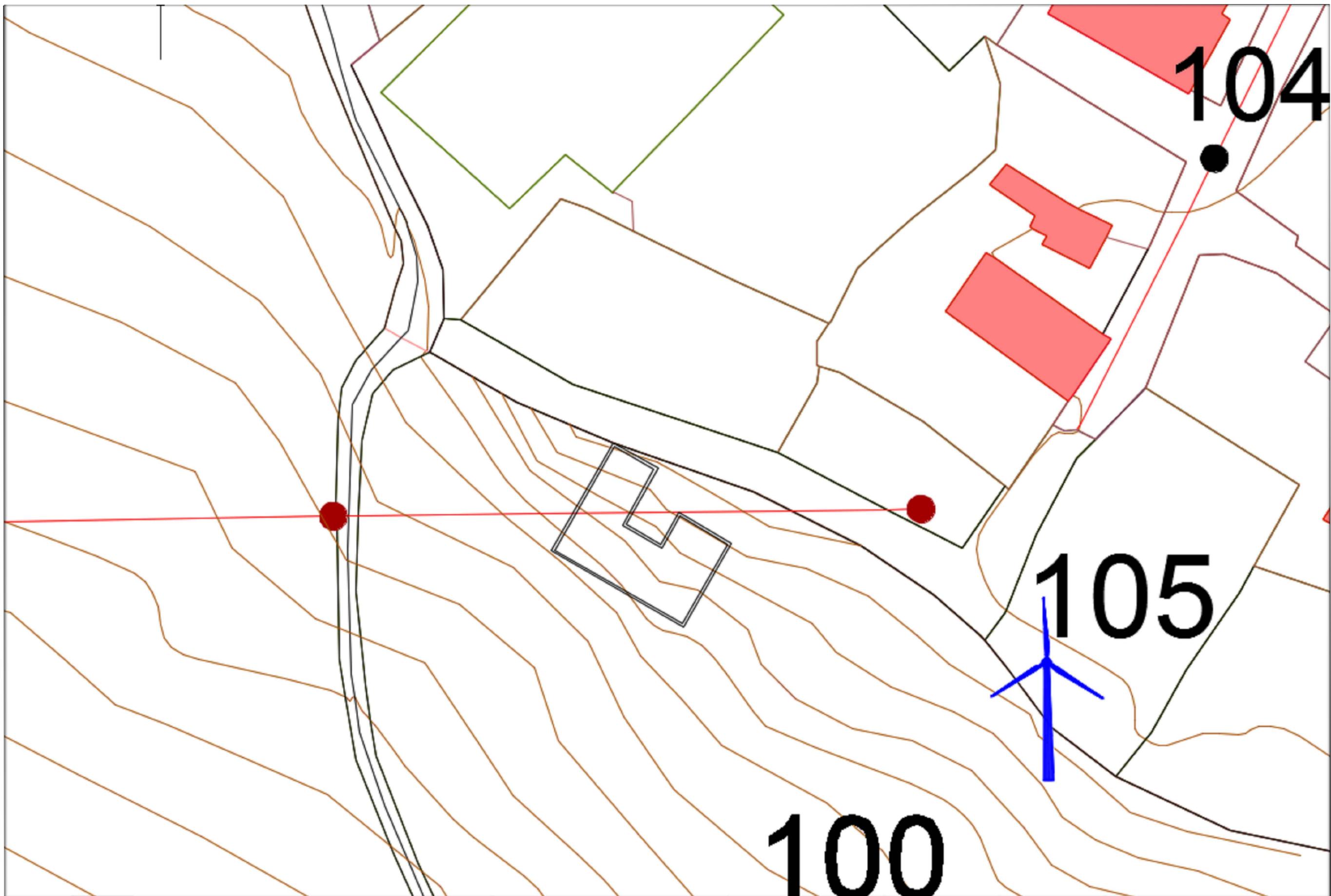
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
1

TÍTULO DE PLANO:  
CARTOGRAFÍA



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

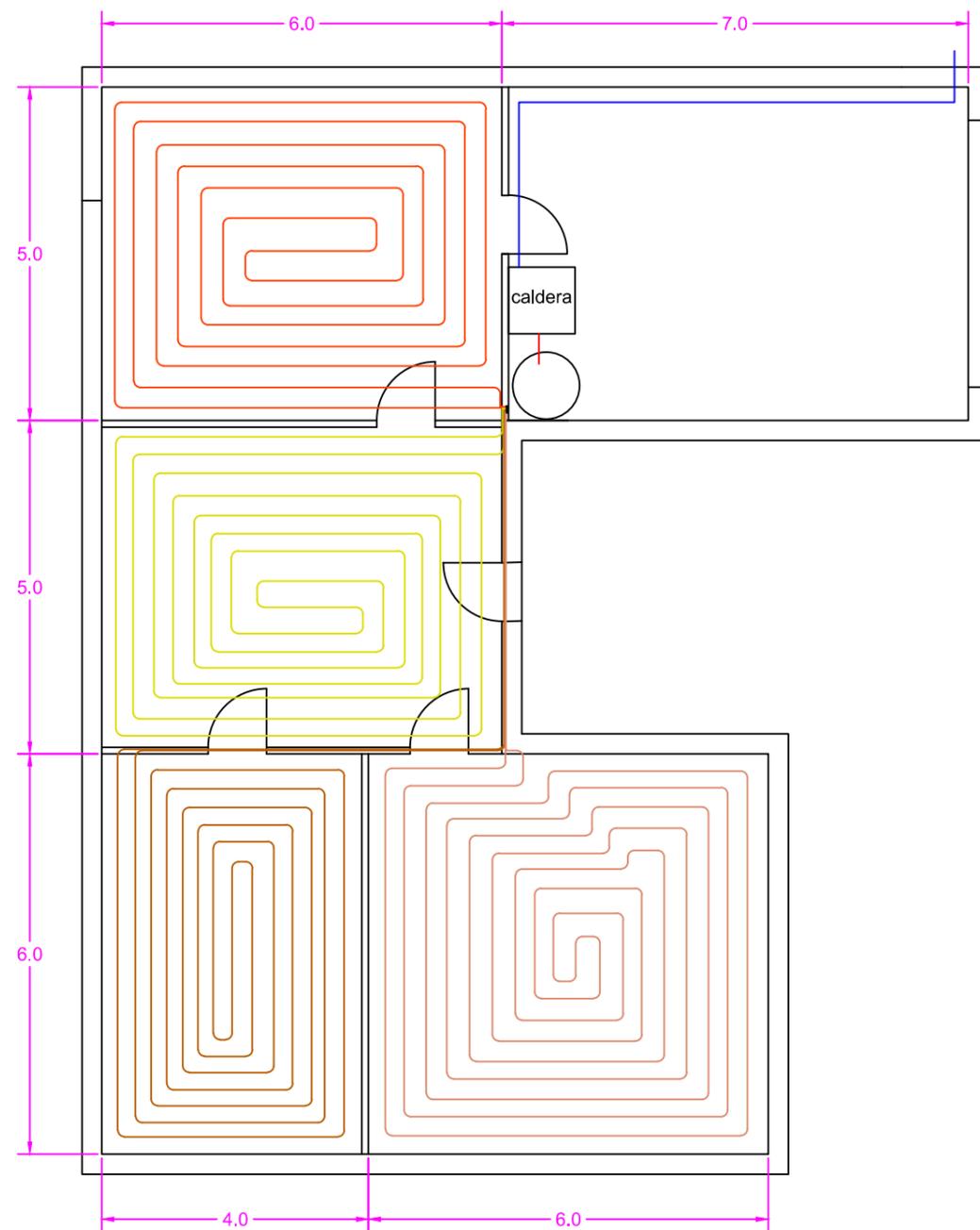
AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
1

TÍTULO DE PLANO:  
UBICACIÓN AEROGENERADOR



TÍTULO:  
**ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
 UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
 ENERGÉTICA**

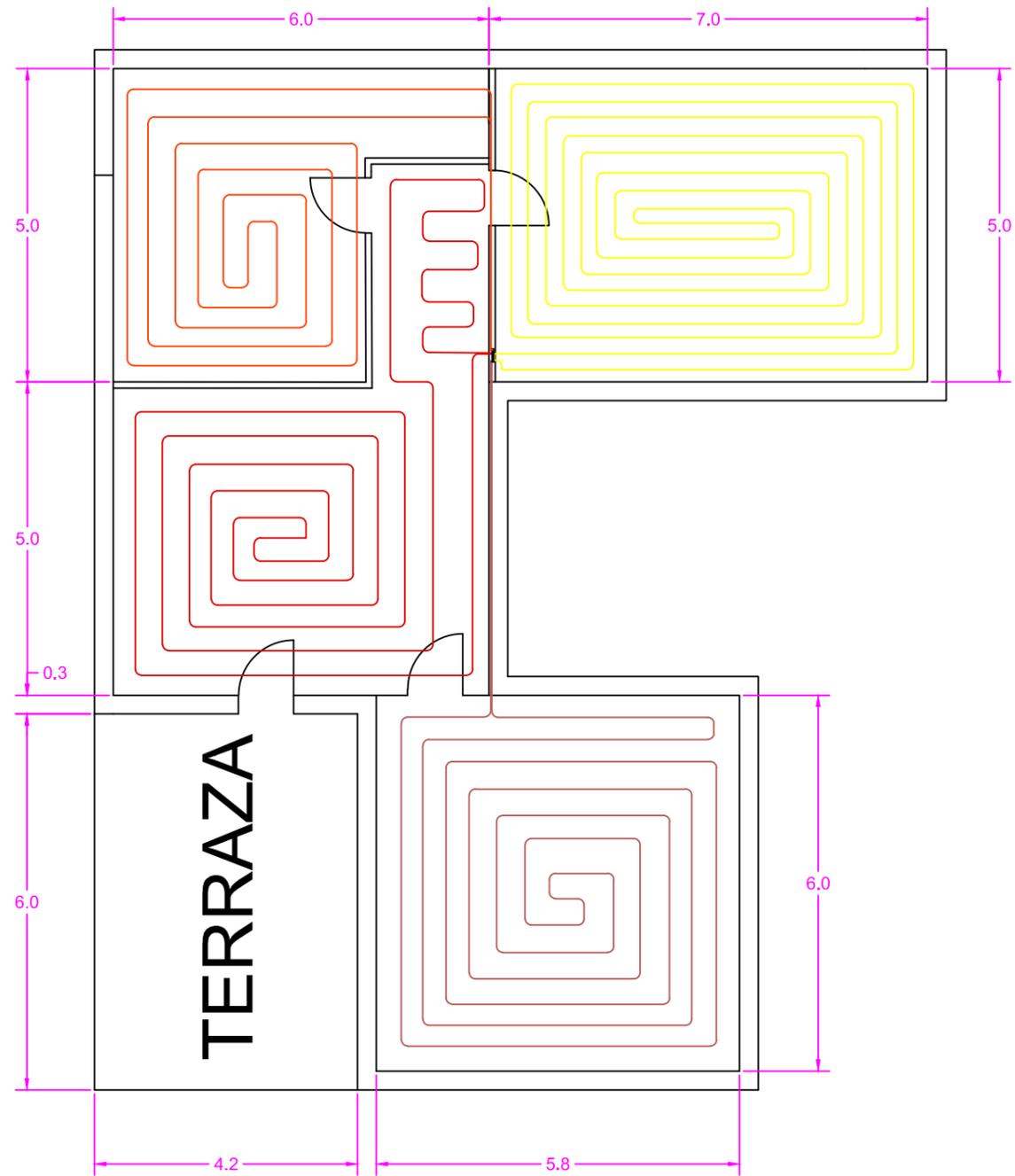
AUTOR:  
**ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ**

ESCALA:  
**1/100**

FECHA:  
**SEPTIEMBRE 2015**

Nº DE PLANO:  
 1  
 Nº DE HOJA:  
 1

TÍTULO DE PLANO:  
**SUELO RADIANTE PLANTA 1**



TÍTULO:  
ESTUDIO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA  
UNIFAMILIAR EN LA CAVADA Y SU EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

AUTOR:  
ADRIÁN MERINO FERNÁNDEZ

ESCALA:  
1/100

FECHA:  
SEPTIEMBRE 2015

Nº DE PLANO:  
1  
Nº DE HOJA:  
2

TÍTULO DE PLANO:  
SUELO RADIANTE PLANTA 2